

# RÁDIÓ – TECHNIKA ÉVKÖNYVE 2006



**www.ret.hu**  
**ret**  
**elektronika**  
**Központ: (62) 554-600**  
**Iroda: (1) 555-2450**

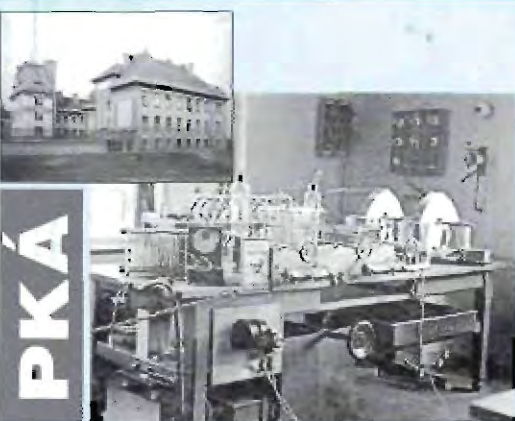
**Amico**  
 Nyiregyháza – Budapest  
 Tel.: 42/507-820, Tel.: 1/329-4088  
 hivatalos  
**MOTOROLA TART** **YAESU**  
 márkakereskedő és szakszerviz  
**www.amico.hu**

**INCOMP Electronics**  
 Alkatrész kis- és nagykereskedelem  
 EXPORT - IMPORT  
 2120 Dunakeszi, Fő út 35. ☎ (27) 342-407  
**www.incomp.hu**

**ELFA** ...ami az elektronikához szükséges  
 40.000 cikk egy katalógusban  
**Kérje ingyenes katalógusunkat!**  
**www.ageta.hu**  
 e-mail: [ageta@ageta.hu](mailto:ageta@ageta.hu) **AGeta**  
 tel: 30/256-4288



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



**PKÁ**



**R-130**

**GSM**  
**DSL**

**GLÜCK-FISCH**  
**LOGOMAKER**  
 for Nokia phones

06001  
  
 9 770557 622000





# Scribbler Robot



Kiválóan alkalmas akár 8 éves kortól játékra, játékos programozástanulásra. A forgalomba hozott készülék előre programozottan 8-féle módon működik (fénykereső, tárgydetektáló, tárgy kikerülő, vonalkövető, stb.), de a látványos, könnyen kezelhető grafikus felületen ikonokkal szabadon átprogramozható. Ha írószközt helyezünk a tolltartó nyílásba, akkor haladás közben rajzolni is fog. Innen ered a neve is (Scribbler = rajzoló). Kétféle módon is programozhatjuk: grafikusan a Scribbler Program Making szoftverrel (kezdőknek), szövegesen pedig PBASIC nyelven, a BASIC Stamp Editor programmal (haladóknak). Mindkét program leírással és sok más információval együtt a Scribbler CD-n található.

A felhasználói program a következő Scribbler elemeket használhatja és vezérelheti:

- Három lényérzékelő
- Két infra tárgyérzékelő
- Két infra vonalérzékelő
- Két független DC-motor
- Elakadásérzékelő
- Hangszóró dallamvezérléssel
- Három LED jelzőfény

Scribbler Robot csomag tartalma:

- Scribbler Robot
- Soros programozókábel
- Scribbler Robot bevezető kézikönyv
- Scribbler program és dokumentációs CD

Az elektronikai ipar kiszolgálása mellett a ChipCAD Kft. nagy hangsúlyt fektet az elektronika és informatika oktatására is. Ezért ajánlja szívesen a Parallax új robotját, amely minden iskoláskorú gyerekeknek és természetesen a felnőtteknek is játékosan taníthatja a programozást és a robottechnikai ismereteket. Az oktatásban eddig is népszerű Basic Stamp felhasználóknak és oktatóknak a Scribbler kiváló játék és demonstrációs eszköz.

A Scribbler Robot igényesen megtervezett csomagba került, ami bemutatja tulajdonságait és használatát. A Scribbler programozásához olyan PC szükséges, amin Windows 2000/XP fut és sörös csatlakozóval rendelkezik. USB csatlakozáshoz opcionális Scribbler USB kábel kapható.



**24 990 Ft**

+ áfa

[www.ScribblerRobot.com](http://www.ScribblerRobot.com)  
[www.parallax.com](http://www.parallax.com)

PARALLAX 3

chipCAD  
DISTRIBUTION

1094 Budapest, Tűzoltó u. 31.  
Tel.: (+36-1) 231-7000.  
Fax: (+36-1) 231-7011  
[www.chipcad.hu](http://www.chipcad.hu)

**A**  
**RÁDIÓTECHNIKA**  
**ÉVKÖNYVE**  
**2006**

**Szerkesztette:**

Békei Ferenc főszerkesztő

okl. vill. üzem mérnök, HASKU

**Írták:**

Balás B. Dénes távközlési technikus

Békei Ferenc okl. vill. üzem mérnök, HASKU

Diószegi Gyula villamosmérnök

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ/7

Dr. Fábíán Tibor okl. villamosmérnök

Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

Horváth Lajos rádióbemondó, HG5TZ

Jánosy János Sebestyén irányítástechnikai  
szakmérnök, HA5GN

Lakézi Miklós okl. villamosmérnök, HA7CR

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök

Mednyánszky László villamosmérnök, HA7VC

Nagy Gyula villamosmérnök, HA8ET

Nagymáté Csaba villamosmérnök

Plachtovics György műszeripari technikus

Reinicz Béla villamosmérnök

Dr. Simoncsics László okl. villamosmérnök

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök

Szabó István okl. villamosmérnök

Dr. Tolnai János okl. híradástechnikai szakmérnök,  
HA5LQ

Urbán István okl. villamosmérnök

Vörös Tamás tanár

Zavaczki Andrea

**Tartalomjegyzék**

Előszó .....	3
A Posta Kísérleti Állomás kapcsolata a rádióamatőrökkel és a rádióközönséggel .....	4
GSM-tippek, -trükkök .....	9
Kompakt, GSM-alapú távfelügyeleti állomás .....	29
Hangsugárzók építése .....	34
Zenekari erősítő, félvezetőkkel .....	63
Négyszöggenerátor hangfrekvenciás erősítők méréséhez ..	79
Technikatörténet – évszámokban .....	84
Muzeális készülékek szakszerű restaurálása 8. Detektoros vevőkészülékek .....	90
A reset szerepe és megoldásai a mikrovezérlőknél .....	102
A világ rádiómúzeumai: Budapest .....	116
Az induktivitásmérőtől az integrált hangfrekvenciás végfokokig – válogatott témák (URBÁN Elektronika) ..	119
Moduláris felépítésű 8 digités frekvenciamérő .....	131
Varázsszemes és félvezetős mérőrezonátor .....	144
Tértöltésrácsos elektroncsövek és helyettesítésük .....	150
Mi mindent tudnak a DSL-modemek .....	153
Tapasztalatok antennahangolókkal, balunokkal .....	166
Hangolásmentes HF-VHF-diplexer .....	174
Rádióamatőr adó-vevő állomások összeállítása .....	185
De-luxe gyorsbillentyű PIC-kel .....	190
Katonai rádiók amatőrkézben (4.) – R-130 .....	196
CQ de HA... CQ de HG... 2005 .....	219
Rádiózás az Antarktison .....	223
Áramellátás saját "mini" erőművekkel .....	229
Sok kis kapcsolat .....	247
Akciós 2007-es évkönyv-rendelés .....	255
Hirdetések .....	256

**© A könyvvel kapcsolatos minden jog fenntartva!**

A könyvben szereplő cikkek, ábrák, illusztrációk, ill. azok részei szerzői jogi védelem alatt állnak. Azokat részben vagy egészben bármilyen módon reprodukálni, adatrögzítő rendszerekben rögzíteni és/vagy tárolni, nyilvánosságra hozni (az iskolai oktatásban történő felhasználás kivételével) a kiadó egyértelmű engedélye nélkül tilos!

Kiadja:

*Rádióvilág Kft.*

www.radiovilag.hu

A kiadásért felel: Békei Ferenc ügyvezető igazgató

Szedés: Sipos DTP-stúdió, Budapest

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

Nyomás: Athenaeum Nyomda Rt. 0501746, Budapest, 2005

Felelős vezető: Máthé Sándor vezérigazgató

HU-ISSN 0557-6229



## Előszó

A „Rádiótechnika” évkönyveinek immáron XXXIX. 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 meglegedésére.

A 2005. októberi lapszámában kérdőívvel fordultunk olvasóinkhoz. A beérkezett válaszok – egyebek mellett – a „Rádiótechnikából” manapság leginkább hiányolt tématerületekről is tájékoztatták a szerkesztőket. E hiánytémák élén a legújabb hírközlési és kommunikációs technikák szerepeltek. Így az AM-sávú, a közép- és rövidhullámú digitális műsorszóró rádiózás, a DRM, illetve a mobiltelefonos világ, a GSM. Nagy olvasói érdeklődés mutatkozik ezen témák elméletének és gyakorlatának bemutatása iránt. Nos, lapunk évkönyvei, az abban elhelyezhető nagyobb terjedelmű közlemények révén, igen jó lehetőséget nyújtanak a fentebbi hiányosságok pótlására (is). Az pedig egyáltalán nem a véletlen műve, hogy e modern hírközlési és kommunikációs technikák alapvetően mind digitális elvűek.

Legújabb évkönyvünk vezető írásában, *Vörös Tamás* szerző urunk GSM-tippek, -trükkök c. cikkében a legfiatalabb kommunikációs területéről ad eddig széles körben, nyomtatásban nem publikált érdekes információkat. Ezt követően *Ferenczi Ödöntől* olvashatunk egy nem beszédjellegű GSM-felhasználást. A digitális kommunikáció másféle (vezetékes) területéről pedig *Szabó István* tollából hozunk egy összefoglaló jellegű anyagot a DSL-modemek világáról.

A legkorszerűbb digitális technikákat bemutató írások mellett ezen évkönyvünkben is jelentkeznek állandó rovatunk: az amatőr rádiózás, a hangtechnika, az autó- és a háztáji elektronika. Széles és ez alkalommal először, szó szerint is színes választékhoz kívánhatunk kellemesen hasznos évkönyvlapozgatást!

A szerkesztőség

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



Telegärtner

**BNC • TNC • N • 7/16 • UHF**

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

**Mini UHF • FME • SMA • SMB**

- \* SMA, TNC Reverse Polarity csatlakozók
- \* WLAN hálózat okhoz
- \* Antenna jumper kábelek, egyedi méréssel
- \* ISO 9001: 2000 minősítésű gyártás



**DRAKA**  
CABLES

**5128 (1/2"-50) • 5228 (7/8"-50)**

- \* Bázisállomási koaxiális kábelek

**213 RT 5 Low Loss**

- \* Low loss (alacsony csillapítású) kábelek

**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

**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**

Antennen · Electronic

**VHF • TETRA • GSM 900/1800 • GPS • CCIR URH/ GSM / GPS • CATV**

- \* Gépjármű antennák minden sávra
- \* Kombinált többsávú antennák
- \* Szűrők, összegzők

- \* Professzionális bázisállomás antennák
- \* CATV fejállomás és hálózati építőelemek
- \* CATV mérőműszerek

ingyenes tervezési szaktanácsadás

budapesti raktár

megbízható műszaki háttér

1026 Bp., Guyon Richárd utca 13.

Tel.: 200-0296, 200-6968 Fax: 200-6971

Nagykereskedelmi forgalmazás:

**RAKOTRADE Kft.**

E-mail: [rakotrade@t-online.hu](mailto:rakotrade@t-online.hu)

<http://www.rakotrade.hu>



# A Posta Kísérleti Állomás kapcsolata a rádióamatőrökkel és a rádióközönséggel (1923-1944)



Balás B. Dénes távközlési technikus

A csepeli szikratávíró állomás építésével és üzembeállításával 1914-ben megkezdődött Magyarországon – az akkor legújabb távközléstechnika –, a rádiótávíró korszaka. Alig hat-hét évvel később Európa nyugati feléről hírek, sőt, rádióhullámok érkeztek a páratlan szórakozási lehetőségről, a Telefonhírmondó (Broadcasting) és a rádiótelefon egyesítéséről. Az 1914-es belga, laaekení műsorközvetítések után Európában elsőként Angliában Chelmsfordból, Franciaországban az Eiffel-toronyból, Németországban Königs Wusterhausenből és Dániában szólaltak meg rádiótelefon-adóállomások, beszédet és zenét közvetítve.

A Magyar Királyi Postának a Gyáli úton lévő kísérleti állomása foglalkozott a távközlés újdonságainak magyarországi bevezetésével, így a mindenki által fogható rádiótávbeszélő kipróbálása és elterjesztése az ő feladatuk lett. A Gyáli úton kialakított vevőállomás távírásai hangolás közben ráakadtak a nyugat-európai műsoradásokra, és a Posta Kísérleti Állomás (továbbiakban PKÁ) mérnökei hamarosan saját fülükkel hallhatták a külföld próbálkozásait.

A hazai kísérletek 1923. március 2-án kezdődtek Csepelen, a – PKÁ két mérnöke, *Erdőss Gyula* és *Jurcsák Viktor* által – Berlinben vásárolt Huth gyártmányú 250 W-os távíró-telefonia adóval. Bár ezt az adót mindenki, mindenütt 250 W-osnak nevezi, a főnikísérletek szempontjából az adó csak kb. 60 W-ot adott le, mivel ebben az üzemmódban a névleges teljesítményének csak kb. egynegyedét sugározta.

A PKÁ-n egy rendkívül lelkes mérnök-műszerész csoport folytatta a kísérleteket, természetesen igénybe véve a csepeli rádióállomás műszerészeit is. Közismert, hogy *Marczal János*, a csepeli Huth-adó kezelője volt az első magyar „műsorszolgáltató”, napokon át énekelt az adó mellett elhelyezett mik-

rofonba, miközben a mérnökök a Gyáli úti vevőállomáson hallgatták.

Az érdekesség az volt, hogy nem csak ők hallgatták. Már az első napon telefonhívások érkeztek, tudakolván, hogy ki az, aki olyan szépen énekel. Aztán levelek tucatjai jöttek távírászoktól és ismeretlen kísérletezőktől, akik arról számoltak be, hogy zenét és emberi hangot hallottak a fejhallgatójukban. Egyszerre kiderült, milyen sokan rendelkeznek valamilyen kis vevőkészülékkel, amellyel a távoli adásokat venni próbálták. Fizikatanárok, diákok (akik sokszor már többet tudtak a rádióról, mint a tanáraik), volt katonai távírárszok, postai távírászok és érdeklődők a kereskedőtől az orvosig.

A PKÁ mérnökeinek rendkívül fontosak voltak ezek a levelek, mert térorémér berendezéseik még nem lévén, ezek segítségével próbáltak választ kapni olyan kérdésekre, hogy a kis adó hatósugara meddig terjed, milyen zavarok tapasztalhatók stb. Nemhiába írják erről az időszakról, hogy a világban „rádióláz” tört ki, tény, hogy a rádió fellelkesítette az embereket, mindenki rádiózni akart. Sem előtte, sem azóta olyan lelkes és széles körű kapcsolat amatőr közönség és hivatásos kísérletezők között nem alakult ki, mint akkoriban.

Bár a kísérletek utáni első adások a vidéki MTI-fiókoknak szóltak és hivatalosan tilos volt venni azokat, ez senkit sem zavart. Akinek készüléke volt vagy készüléket épített, az MTI-adáson próbálta ki és ezt tudta a hatóság is. Az orvhallgatás oly nyilvánvaló természetességgel történt, hogy amikor egy évvel a kísérletek megkezdése után, 1924. március 15-én, a Huth-adóval ünnepi műsort közvetítettek az MTI-kirendeltség Városház utcai helyiségéből, a koros és rendkívül tisztelt *gróf Apponyi Albert* „mélyen tisztelt láthatatlan közönség”-nek szólította meg a lelkes orvhallgatók népes táborát.

Közben folyt a közönségtoborzás. Ahhoz, hogy a rádiózás közkinés legyen és gazdaságilag fenntartható legyen, előfizető közönség kellett, a közönséget pedig meg kellett ismertetni a rádiózás újdonságával. 1924 elején a Telefunken a Zeneakadémián, majd a PKÁ a május elsején nyitó Budapesti Nemzetközi Vásáron tartott bemutatót. A Vásár után, május 21–22-én, az Állatkertben tartottak nagy sikerű szabadtéri bemutatót, ahol a Huth-adó által Csepelről sugárzott zenét két különböző rendszerű vevőkészülékkel vették, majd erősítés után hangszórókkal közvetítették az összegyűlt hallgatóság felé.

A lelkes Gyáli úti mérnökgárda nem győzött eleget tenni a felkéréseknek, annyira divatba jöttek a rádió-bemutatók. A Szent György Egyesület még olyan áldozatra is képes volt, kibérelte és elvittette a PKÁ udvarára azt a bizonyos bútorszállító kocsit, amelyet azután egy ideig stúdióknak használtak a rádiósok. (Ez a kocsit utánépített formában, néhány méterre az eredeti helyszíntől, a Puskás Tivadar Távközlési Technikum udvarán látható!)



A bútorszállító kocsit, mint stúdió

Megszerveződött és megjelent az első magyar rádiós lap, a Magyar Rádió Újság. Szerkesztője *Laszgalner Ernő* lett, de a szerkesztőbizottság elnöke *Paskay Bernát*, a Posta Kísérleti Állomás főmérnöke!



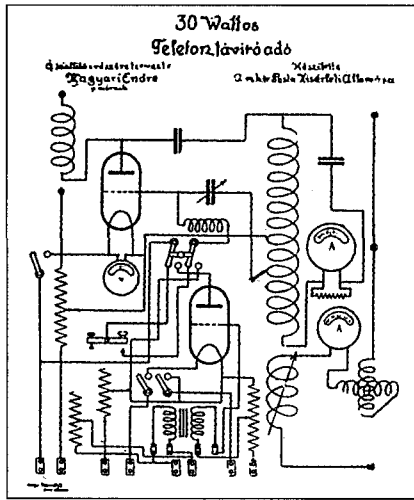
A Huth-adóval folytatott MTI-híradások és a különféle bemutatók arra voltak jók, hogy a Posta vezetése előtt bizonyítást nyerjen a rádió használhatósága és rászánja magát nagyobb teljesítményű és üzemszerűen megbízható berendezések vásárlására. Így történt, hogy 1925 januárjában megérkezett egy Telefunken 0,5 kW-os telefónia-adó, (2 db 1 kW-os végcsöve miatt 2 kW-osnak nevezték) és a PKÁ-n is építettek egy 1 kW-os táviró-teljesítményű telefónia-adót. Ez utóbbit az MTI-híradások részére, a Telefunken adót pedig műsorszórásra szánták. A 2 kW-os adó próbáinál ismét bebizonyosodott, hogy milyen sokan lesik, várják az adásokat: *Magyari* mérnök egy műszaki probléma miatt – megfedelve a bekapcsolt mikrofonról –, elszólta magát, mire másnap szemrehányó levelek tömege érkezett a PKÁ-ra. Magyariek nem gondolták, hogy ennyien hallgatják őket...

1925. április 30-tól megkezdődtek a próbaadások a 2 kW-os adóval és a Magyar Rádió Újság arra biztatta az (orv)hallgatókat, hogy vételi megfigyeléseiket írják meg akár az újságnak, akár közvetlenül a Posta Kísérleti Állomásának. A megfigyelésekből néhány év alatt összeállt egy térkép, mely ha nem is a térerősség-megoszlást, de legalább a különösen kedvezőtlen vételi helyeket tartalmazta. Így derült ki, hogy Miskolc és Ózd környékén van egy olyan terület, ahol egyszerűen képtelenség fogni a budapesti adást. Valószínűleg ez a tapasztalat is közrejátszott abban, hogy a harmincas évek elején Miskolcra telepítették az egyik közvetítő adóállomást.

A nagyközönség és a rádió kapcsolatában ellentmondás alakult ki, mert a rádió egy tudományos színvonalon álló eszköz volt, a közönség pedig fizikában és elektrotechnikában meglehetősen képzetlen. Minden képzettség nélkül amatőrök ezrei álltak neki a vágyott készülékek megépítésének, azután



Zakariás János a stúdióban



30 W-os adó 240 m-re

vagy sikerült befejezniük egy használható vevőt, vagy elakadtak. A Kísérleti Állomás munkatársai komolyan gondolták a rádiós közönség képzését, könyveket, újságcikkeket írtak, előadásokat tartottak. *Molnár János* könyve: „A rádiótelefon” 1924-ben, *Zakariás János* könyve „A rádió vezérfonala” 1929-ben jelent meg. Paskay, Molnár és Laszgalner közösen írtak könyvet A rádió kincsestára címmel, amely 1935-ben került kiadásra. A sort még folytathatnánk...

A rádióhallgatók toborzásának egyik hatásos módszere volt a bemutatókon kívül a rádió-kiállítások szervezése. Az első, 1925-ös rádió-kiállításokról a PKÁ munkatársainak elítélő véleménye volt. A tavaszi Nemzetközi Vásár kapcsán rendezett kiállításon első sorban a rádiógyárak szerepeltek; minden információ csak az üzletről szólt, alig valami a rádióról. 1926 novemberében aztán a PKÁ szakemberei szinte kisajátították a Vigadóban tartott kiállítást. Egy különteremben igyekeztek bemutatni mindent, ami a korai magyar szikratávíros kísérletekkel összefüggött, az első kísérleti berendezéseket, fényképeket, a csepeli szikratávíró állomás első berendezéseit és a Posta rádióállomásainak (Székesfehérvár és Csepel) makettjeit. Azonban a közönséget nem a rádiótávíró érdekelt, ez csak a műszaki háttér egy része volt. Az aktuális újdonságot a műsorszórás, a „Broadcasting” képezte.

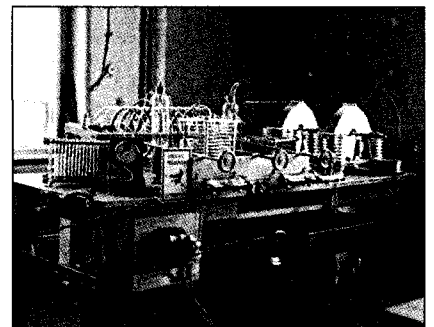
Egy üvegfallal elkerített kis helyiségben a PKÁ munkatársai által összeállított 30 W-os fónia-adó sugárzott, melyet a kiállítás céljára Magyar Endre

tervezett, mellette másik helyiségben stúdió működött. A berendezéseket a PKÁ egyik embere kezelte. Ennek a stúdiónak az adását a megfigyelőfülkében, 240 m-es hullámhosszra hangolt vevőkészüléken, illetve a kiállítás nagytermében elhelyezett vevőn és hangszórókon lehetett meghallgatni. A potenciális rádióhallgatók száza itt ismerkedtek meg a rádió gyakorlati működésével, itt határozták el magukat arra, hogy készüléket vásárolnak és előfizetővé válnak.

Külön említést érdemel, hogy a PKÁ bemutatót egy rövidhullámú vevőkészüléket is. A mellette elhelyezett tabló tanúsága szerint a készülékkel 170 állomást vettek a 100 m alatti hullámhosszakon, pl. a Jáva-szigeti Malabardot (AND) és Washington (F9C). (Ez akkor hihetetlenül nagy szám volt, egy átlagos készülékkel legfeljebb 10...15 állomást lehetett fogni közép-hullámon, de sokan örültek, ha Budapesten kívül még Bécset tudták venni...)

A rövidhullámú műsoradások megkezdésére a PKÁ mérnökkara 1930 körül tett először javaslatot, ezt megelőzően azonban 1928-ban összeállítottak egy 1 kW-os rövidhullámú fónia-távíró adót és azzal nagy ritkán műsort is sugároztak. A kísérletek többsége azonban a táviróüzem hatótávolságát és megbízhatóságát kutatta. Ez volt a nevezetes EWHB hívójelű adó, mindössze két csővel, egy munkaszatlon ideiglenesen összeállítva. (Itt ismét megemlítjük, hogy az adónak a táviróüzemi teljesítménye volt 1 kW, fónián ennek legfeljebb az egynegyedét, 250 W-ot sugározhatta.) Az adó tápfeszültségeit, köztük a 4000 V-os anódfeszültséget, még motorgenerátor gépcsoport szolgáltatta.

A korabeli rádióamatőr-újság szerkesztője 1929-ben szemrehányó hangvételű cikkben sürgette a Magyar Kirá-



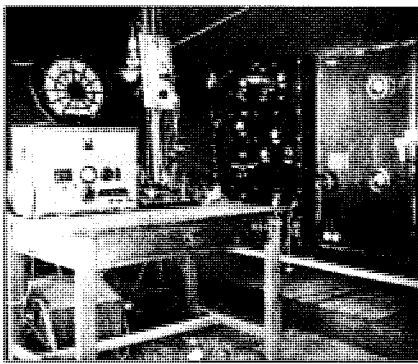
Az EWHB rövidhullámú adó

lyi Postát a rövidhullámú műsoradások megindítására: „...Ezek a nagy lehetőségek nagyon felfokozták a rövidhullámú broadcasting-adók iránt az érdeklődést, és ezért azt hisszük, itt volna az ideje egy magyar rövidhullámú állomás felállításának is. Első pillanatra ugyan nagyon látszik ez a kívánság a vele járó költségek miatt. A rövidhullámú adóállomás azonban összehasonlíthatatlanul kisebb költséggel létesíthető, mert a rendes állomások energiájának századrésze is elegendő arra, hogy azokat felülmúló eredményeket érjünk el. A lengyel postaigazgatóság jelenleg 40 W-tal ad, míg a Posta Kísérleti Állomásunk már csaknem egy éve 1000 W-os kísérleti adót tart úzomben, igaz, hogy nagyobb részt csak táviróforgalomra. Kérésünk tehát csak arra zsugorodik össze, használják fel ezt az 1 kW-os adót telefóniaadásra is, és közvetítsék vele, ha nem is mindennap, de a hét egyes napjain a budapesti műsort.” (Rádió Amatőr 1928. 10. szám.)

A kérés nem valósult meg, legalábbis tartósan nem adták RH-n a budapesti műsort. Ellenben az egy érdekesség, hogy kikkel is folytatták a rövidhullámú távirókísérleteket a PKÁ-n! Ismét idézzük az amatőrújság szerkesztőjét: „...a kísérleti adásokat, mint az általunk közvetített QSL-kártyák mutatják, kitűnően hallották a legtávolabbi földrészen, még Tanzániában is, nem is szólva Amerikáról.”

Érdeklőség és jellemző a korszakra, hogy hazánk legjobb és igazán profinak nevezhető mérnökei az amatőrök hullámhosszán, amatőr hívójellel és távoli országok amatöreinek közreműködésével győztek meg a rövidhullámok használhatóságáról! Ennek az összetételek berendezésnek a kísérleti üzeme nyomán – a szerzett kedvező tapasztalatok alapján – rendelték meg pár évvel később a Posta részére a székesfehérvári rövidhullámú adókat.

Azt több forrásból is tudjuk, hogy Magyar mérnök volt az első rádióbelemző, a 2 kW-os adó kísérleti üzeme alatt minden adás elején és végén három nyelven is bejelentkezett. Viszont semmi adatunk nem maradt arról, hogy ki volt az operátora a PKÁ 1 kW-os rövidhullámú adójának. Az 1928–33. évek engedélyezett adóamatőrei között Magyar Endrét és Molnár Jánost nem találtuk, így kizárásos alapon maradt a PKÁ rádióműszerésze, Kiss Lajos, mint szóba jöhető operátor. Ő, 1927-ben, H-019 számmal, a H-tábor alapítói



**Az EWHB adóállomás 1933-ban a gödöllői Cserkész Világ-Jamborin**

között található és 1930-ban már engedélyes adóamatőr.

1930-ban az EWHB-adót egy végleges állványba építették és 1933-ban, a Cserkész Világ-Jamborin a PKÁ munkatársai üzemeltették a rendezvény ideje alatt. Szabályos kis műsoradóként, több nyelven, rendszeresen közvetített híreket a jambori eseményeiről, de ami fontosabb volt a résztvevőknek, saját hangjukon üzenhettek haza. Ekkor már 300 W-os adónak nevezték a berendezést, mivel táviróüzemben nem vették igénybe. Ennek a berendezésnek a további sorsáról nem tudunk. A Székesfehérvárról beindult rövidhullámú műsoradások végül is szükségtelenné tették ezt a kisteljesítményű berendezést.

1928-tól, a 20 kW-os Telefunken nagyadó üzembeállításától kezdve, a lakihegyi rádióállomásra rendszeresen szerveztek kirándulásokat elvileg olyan csoportok, mint a Műegytemi Rádió Club tagjai vagy a „Rádióamatőr-posta” hallgatói részére. Gyakorlatilag azonban egy-egy csoporthoz bárki csatlakozhatott. Autóbusszal és nagyobb motorcsónakon érkeztek az érdeklődők Lakihegyre, ahol általában Zakariás János, ritkábban Magyar Endre vagy egy harmadik mérnök kísérte a látogatókat. A Standard 120 kW-os nagyadó megépítése után a nagyközönség érdeklődése tovább fokozódott. 1934-ben Zakariás János a „Rádióélet” hetilapnak – a Magyar Rádió hivatalos műsorújságjának – adott interjúban így nyilatkozott:

„Minden második vasárnap autóval vagy motorcsónakkal rándultunk ki Lakihegyre. Legalább is száz csoportot vezettem és a csoportok átlag ötven tagot számláltak. A rádióhéttal a kirándulásokat nem én vezettem, mert a posta kiállításának rendezésével és

szaktanácsadással voltam elfoglalva. Akkor körülbelül háromezren tekintették meg Lakihegyet. Ezidén ismét megkezdjük a kirándulásokat és természetint március 25-én indul az első csoport.” (Nyolcezer látogató egy év alatt!)

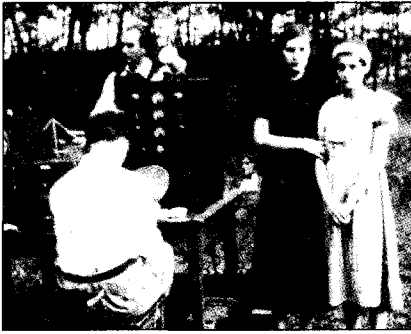
Az adóállomás megtekintése után nem maradhatott el (az előre megrendelt) közös ebéd Varsányi bácsi közeli, Duna-parti vendéglőjében. A vendéglő olyan híres lett, hogy 1933 után cégért csináltatott a híres „szivarantenna” képpel és díszes vendégkönyvet nyitottak. A vendéglőből mára csak a vendégkönyv maradt meg, a Magyar Rádió székházában egy folyosói üvegvitrinben őrzik...

A harmincas években a rádiózás profi tevékenységgé vált, a PKÁ korábbi romantikus feladatai megszűntek, a rádióhálózat megtervezése és kiépítése lett a mérnökgárda fő feladata. Azonban továbbra sem hanyagolták el a kapcsolatot a rádióhallgatósággal és az amatőrökkel. Molnár János, Zakariás János, Magyar Endre és Kiss Lajos rendszeresen publikáltak a szaporodó szakfolyóiratokban, nevüket gyakran megtaláljuk az amatőröket vizsgáztató bizottságokban is.

A Rádió Technika folyóiratban Magyar Endre a távolbalátásról közölt folytatólagos cikksorozatot, Molnár János ugyanebben a folyóiratban a „Szerviz” rovatot vezette, de nem maradt ki Kiss Lajos sem, ő gyakorlati készülékíráásokat közölt. *Collier Marconi* életéről írt könyvének magyar kiadásához Zakariás János írta – függelékként – a magyar rádiózás történetét. Ugyancsak Zakariás János az, aki tizenkét éven át rendszeresen, hetenként, a budapesti stúdióból, a rádióon keresztül beszélt a rádióőröknek. Műsorában, a „Rádióamatőrpostá”-ban, az egyre terebélyesedő amatőrtábor ezernyi kérdéséből a legtöbbször érdeklőről beszélt, de felesége segítségével, hagyományos levélben, mindenkinek válaszoltak. Az 1926 szeptemberétől 1932 októberéig terjedő hat évben 16 000 (!) levélre válaszoltak.

A PKÁ munkatársai úgy tűnik, továbbra is részt vettek több amatőrrádiós eseményen. Amikor a hivatalos fórumok jóindulatú támogatásával, de gyakorlatilag magánkezdeményezésre létrejönnek az első rádióíránymérő versenyek, a másodikon (Fóton), már Zakariás Jánost is ott találjuk. Csak az érdekesség kedvéért említjük meg,





**Kép a fóti rádiós rókavadásatról**

hogyan az iránymérő-versenyeket *Zelenka László* szervezte. Egy 50 W-os közhullámú adót kellett megtalálni és a verseny névadója, a fődíjak kitűzője a „Rádióélet” hetilap, valamint a Remix elődje, az Always volt. A fóti versenyen a jelenlévőkről készült fényképen azonban feltűnik egy katonatiszt is. Pár évvel a háború előtt a HM nyilván érdeklődött...

Az 1934–35. évi országos télerősségmérések kapcsán a PKÁ négy mérnöke, négy rádióriporter kíséretében, felváltva járta az országot a mérőkoocsival és közben minden mérőhelyen a magukkal vitt vevőkészülékekkel bemutatókat rögtönöztek. A városi embereknek az alkalmi rádiókiállítások (Budapesten kívül Pécsen, Szegeden és Miskolcon) már bemutatták a rádiót, de az ezernyi falu soha ki nem mozduló népének helybe kellett vinni az élményt...

A Posta Kísérleti Állomás mérnökeinek másik fontos kapcsolata már nem az amatőrök, hanem a rádiózó nagyközönség kiszolgálására és a zavarelhárító szolgálat működtetésére irányult. A rádiózás terjedését szinte végigkísérte a vételi zavarokról szóló panaszbejelentések áradata. Ezekkel a panaszokkal pedig foglalkozni kellett, hiszen az előfizetők fizettek egy szolgáltatásért, amit azután nem tudtak használni.

Vételi panaszok, az adóállomástól távoli helyeken. Ezek a panaszok az egyre nagyobb teljesítményű adóberendezések üzembeállításával fokozatosan megszűntek. Mint említettük, pl. Miskolc környékén volt egy terület, ahol egyáltalán nem lehetett a budapesti adást venni. A Miskolci rádióállomás átadásával a környéken vehetővé vált a budapesti rádióműsor. A panaszok három főcsoportba tartoztak:

1. Erőssármú zavarokból (pl. motorok szikrázásából) származó zúgá-

sok, zörejek a műsorban. Ezek elhárítására a Posta Rádió Zavarelhárító szervezetet hozott létre, mely még az 1950-es években is dolgozott a zavarelhárításon.

2. Szomszédos vevőkészülékektől származó fűtülések a vevőkészülékekben, melyek élvezhetetlenné tették a műsort. Ezek a zavarok az úgynevezett visszacsatolt készülékektől származtak és nagyon nehéz volt ellenük valamit tenni, hiszen a készülékek nagy része ilyen volt. Zakariás János írt cikket és tartott előadásokat erről a témáról, igyekezvén felvilágosítani a vevőkészülékek tulajdonosait a visszacsatolt készülékek helyes használatáról.

3. Amikor a vidéki rádióállomások elkészültek, a rádióhallgatók arról kezdtek panaszkodni, hogy a helyi adó elnyomja a többi rádióállomás hangját, minden hullámhosszon csak a helyi adót lehetett fogni. Ezek a panaszok különösen Nyíregyházán jelentkeztek, mert ott egy viszonylag nagy teljesítményű, 6,25 kW-os adó kezdett üzemelni. Magyarai Endre és Zakariás János több alkalommal leutazott oda és a Főposta épületében tartott előadásokon ismertette a panaszok ellenszerét. Zakariás János néhány odavitt vevőkészüléket meg is javított, mire elterjedt a városban, hogy a Postán „Rádióklinika” üzemel...

4. Győrben is hasonló problémák jelentkeztek, mert a közeli magyaróvári adó a sokak által hallgatott Bécsset nyomta el. Erről a problémáról Magyarai és Zakariás közös cikket írt a Magyar Posta című szaklapban és hullámcsapdák alkalmazását javasolták a készülék-tulajdonosoknak. Valószínűleg ezek az események ösztönözték a rádiógyárakat arra, hogy az egyenes készülékekbe a hullámcsapdát már gyárilag beépítsék. A jobb készülékekbe tették is...

A Kísérleti Állomás munkatársai 1939-ben meg egyszer igénybe vették a rádióamatőrök segítőkészségét. A Székesfehérvárról akkor már heti négy órában rendszeresen sugárzott magyar nyelvű adásokat mindössze 5 kW energiával adták, egy idegen adók által zavarított frekvencián. Ugyanekkor pl. az angolok tíz darab 25...50 kW-os műsoradóval dolgoztak, a Szovjetunióban pedig körzetenként egy-egy 10 kW-os adó relézte a moszkvai műsort. A Kísérleti Állomás munkatársai hivatalos úton jelezték, hogy a rövidhullámú adásoknak csak akkor van értelme, ha

megfelelő erősséggel, naponta sugárzott és színvonalas műsorral célozzák meg pl. a kétmillió magyar anyanyelvű amerikai közönséget. Hivatalosan 1939-ig nem történt semmi. Ekkor a PKÁ munkatársai Kiss Lajos ötlete alapján ismét építettek egy 500 W-os rövidhullámú adót és használni kezdték az amatőrsávokban, most már főleg külföldi kapcsolatok céljára. A hívójelük HA1K volt. Az adó operátora vélhetően ismét Kiss Lajos volt, kivéve, ha fónia üzemmódban adtak. A megcélzott amerikai rádióamatőrök (elsősorban a keleti partvidékről) visszaigazolták a PKÁ munkatársainak azt a feltételezését, hogy a székesfehérvári adások alig vehetőek az Egyesült Államokban.

A Gyáli útról az amatőradó segítségével arra kérték az amerikai rádióamatőröket, hogy írjanak levelet a Magyar Postának és követeljék az adások megjavítását. A beérkezett pár száz levéllel annyit sikerült elérni, hogy 1939. november 1-jétől a székesfehérvári rövidhullámú adókon naponta sugározott műsort, majd évekkel később sor került a diósi rövidhullámú műsorszóró állomás tervezésére is. (Sugár Gusztáv: Megszólal a rádió.)

Az a közvetlen természetesség, amellyel a Posta Kísérleti Állomás mérnökei az amatőrtáborhoz fordultak, sajnos soha többé nem ismétlődött meg. A rádióhírközlés minden ága professzionálisra vált, sem az ipar, sem a Posta nem igényelte többé a nagyközönség, illetve az amatőrök segítségét. Külföldi, például I. világháborús USA és II. világháborús német, angol stb. tapasztalatok alapján a magyar adóamatőrök segítségére a továbbiakban a Honvédelmi Minisztérium tartott igényt és nem mindig az amatőrök szája íze szerint. A háborús évek (1941–



**Csömérő szolgálat**

1944) amatőrlistaiból több névvel is találkozhattunk a Magyar Honvédség állományában híradótisztként, állomás- vagy műhelyparancsnokként, esetleg műszerészként...

A háború utáni években a Magyar Posta még üzemeltetett egy rádiócsővizsgáló kirendeltséget Budapesten, a Pctőfi Sándor utcai Főposta épületében és a zavarelhárító szolgálat is működött. A Posta Kísérleti Állomás (jogutódja 1954-től a Posta Kísérleti Intézet) Rádióosztálya azonban új feladatot kapott: a hazai televíziózás elindítását...

*Segítségükért köszönettel tartozom a Postamúzeum munkatársainak, valamint Párisné Zakariás Klára asszonynak, Végh Tibor és Zentai Mihály uraknak.*

**Irodalom:**

Kiss Lajos: Vezeték nélküli kutatás története. A postai kutatás története 1891-1971. Budapest, KÖZDOK Kiadó, 1971.

Ersek János: Rövidhullámú amatőr rádiózás. A kezdetektől 1944-ig. Budapest, Ajtósi Dürer Kiadó, 1993.

Magyar Endre – Zakariás János: Vételnehézségek adóállomások közelében. Budapest, Magyar Posta, Műszaki közlemények. 1933.

Sugár Guszláv: Megszólal a rádió. Budapest, Ajtósi Dürer Kiadó, 1993.

Zakariás János: A magyar kir. posta a rádiókiállításon. Budapest, Magyar Rádió Újság 1926. dec. 18. és dec. 25.

Zakariás János: A visszacsatoló készülékekről. Budapest, Magyar Rádió Újság, 1926. 16. szám

A rádióamatőrség alkonya. Beszélgetés Zakariás Jánossal Budapest, Rádióélet, 1932. okt. 28.

Beszélgetés az amatőrposta vezetőjével. Budapest, Rádióélet, 1934. márc. 14.

Beszámoló a második rádióvádaszversenyéről. Budapest, Rádióélet, 1935. jún. 21.

Zentai Mihály: Az Életói Középhullámú rádió adóállomás története. Nyiregyháza, Antenna Hungaria Rt.

**PMR446**

a Megoldás

- ☑ mezőgazdaságban
- ☑ karbantartóknál
- ☑ rendezvényeken
- ☑ irodaházakban
- ☑ őrző-védőknél
- ☑ építkezéseken
- ☑ kiránduláson
- ☑ vitorlázásnál
- ☑ autók között
- ☑ raktárakban
- ☑ vadászaton
- ☑ repülésnél
- ☑ ház körül
- ☑ sportban
- ☑ hobbira

**Közös jellemzők:**

446 MHz, 8 csatorna,  
NBFM, 0,5 W ERP,  
0,3...3 km-ig,  
3 db ceruzaelem/-akku,  
automatikus zajzár,  
kézi monitor lehetőség,  
elemkímélő vételüzem,  
LCD-/LED-kijelző

**Rendelhető tartozékok:**

tokok, fejbeszélő-készletek,  
akkuk, akkutöltők

**DÍJ-, ENGEDÉLY- és BEJELENTÉSMENTES  
kézi rádió ADÓ-VEVŐK MINDENKINEK!**

**Nem tévedés: Megveszi és azonnal használhatja!**

Ezen, ún. „PMR446-os szabványú” rádiók nemcsak itthon, hanem Ausztria, Belgium, Csehország, Dánia, Egyesült Királyság, Észt-, Finn-, Francia-, Görögország, Hollandia, Horvát-, Írország, Izland, Lengyelország, Litvánia, Németország, Portugália, Spanyolország, Svájc és Törökország területén is használhatók. (A lista csak bővíthet.)



**Aktuális választék és  
árak a legfrissebb**

**RÁDIÓTECHNIKA**

**lapszámban**

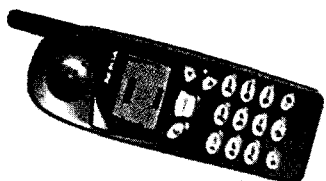
**és az interneten:**

**www.radiovilag.hu**

A PMR446-os kézi adó-vevők és tartozékaik megrendelhetők, illetve megvásárolhatók a szerkesztőség HAM-bazárjában:

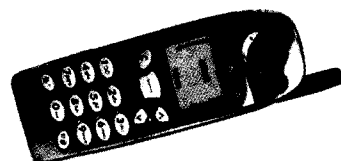
**Bp. XIII., Dagály u. 11. I. em., H-P: 9-14<sup>h</sup>**  
**Postacím: 1374 Budapest, Pf. 603.**  
**Tel./fax: 239-4932/36 m., 239-4933/36 m.**  
**E-mail: hambazar@radiovilag.hu**





# GSM-tippek, -trükkök

Vörös Tamás tanár, [adlerson@freemail.hu](mailto:adlerson@freemail.hu)



*A rádiótelefonok varázsa bizonyára sok embert megfog. Az elsőre igen egyszerűnek tűnő készülékek hatalmas technikai apparátust rejtenek a háttérben. A cikk elsődleges célja, hogy segítségével a Kedves Olvasó belekóstolhasson a GSM világába úgy, hogy az ne merüljön ki a telefonok kezelési útmutatójának lapozgatásában. Áttekintjük a GSM-rendszer főbb vonásait, rokonságát, majd egy ugyan réginek mondható, de jól bevált mobiltelefon, a Nokia 5110-es kerül terítékre. Ezután kerül be a képbe a PC és a szükséges hardverelem, az adatkábel. Egy rendkívül hasznos Nokia-opció, a netmonitor következik, majd bemutatunk néhány bevált PC-s szoftvert a GSM világából.*

A mobil távközlés gyorsan fejlődő technológia. A mobiltelefon-szolgáltatás kezdetén drága, járműbe szerelt készülékeket használtak. A mobilrádió-szolgáltatás a kevesek számára elérhető luxust jelentett. Napjainkra ez a technológia tömegtermékké vált, sokak számára olyan megszokott, mint a vezetékes telefonszolgáltatás. Számos mobil távközlési rendszert fejlesztettek ki különféle szolgáltatásokat nyújtására. Ezek a mobil rádiórendszerek az alábbi kategóriákba sorolhatóak.

1. Nyilvános Földi Mobil Hálózatok (PLMN-ek). A PLMN-ek architektúrája a cellás ellátáson alapszik. A szolgáltatási terület cellákból áll, amelyeket oly módon alakítanak, hogy a föld feletti hullámterjedés tulajdonságait figyelembe veszik. Ezek a rendszerek fejlett távközlési szolgáltatásokat nyújtanak, ugyanakkor hozzáférést adnak a Nyilvános Kapcsolt Telefonhálózathoz (PSTN) is. Úgy is tekinthetők, mint a vezetékes telefon hálózat rádiófrekvenciás meghosszabbításai. Ilyen rendszerek az AMPS, TACS, NMT, GSM, DCS stb. A DECT és a zsinór nélküli telefonrendszerek ugyancsak ebbe a kategóriába számítanak, habár ezek tulajdonképpen olyan globális rendszerekhez szolgáltatnak helyi hozzáférést, mint a PSTN vagy PLMN.

2. A Diszpécser (zártcélú) Földi Mobil Hálózatok (DLMN) főként magán há-

lózatok, amelyek üzleti felhasználóknak nyújtanak szolgáltatást. A kommunikáció a bázisállomások és a mobilok vagy mobilok csoportjai között történik. Mind beszéd-, mind adatszolgáltatás lehetséges, bár az előbbi általában szimplex átvitelre korlátozódik. A zártcélú diszpécserrendszerek gyakran különálló rendszerek és tipikusan egy vállalat távközlési igényeit elégítik ki. A diszpécserrendszerek hozzáféréssel rendelkezhetnek a PSTN vagy PLMN-ek irányában. A fejlett, nyalábolt cellás diszpécserrendszerek tulajdonképpen az alközpontokhoz hasonló szolgáltatásokat nyújtanak. A különbség a kapcsolási időben, a tarifákban és a szolgáltatások típusában van. A legismertebb DLMN-ek az MDTs, az MPT1327, a TETRA és a különféle zárt célú és nyilvános mobil adathálózatok.

3. A személyhívó-rendszerek egyirányú kommunikációt biztosítanak a hívott személy felé szelektív hívás révén. Az átvitt információ tipikusan valamilyen adat. A rendszer fejlettségi fokától függően a személyhívók egyszerű hang- vagy fényjelzést adnak, illetve numerikus vagy alfanumerikus információt jeleznek ki egy kisméretű kijelzőn. Olyan intelligens értéknövelt szolgáltatásokra is lehetőség van, mint az üzenetek tárolása, átirányítása vagy ismétlése. Az üzenetek kezelőn keresztül vagy közvetlenül a telefonhálózathoz (vagy más telekommunikációs hálózathoz, pl. az internetről) juttathatók el a címzetthez. Személyhívó-hálózatok üzemeltethetők önállóan, vagy egy másik, létező szolgáltatás kiegészítéseként. Fizikailag önálló személyhívó-szolgáltatást nyújt a POCSAG vagy a páneurópai ERMES rendszer. A személyhívó-szolgáltatások ugyanakkor megvalósíthatóak URH-FM-műsorszóró rendszerek, rádiós adathálózatok, DECT-, GSM- vagy DCS-rendszerek segítségével is.

4. A műholdas távközlési rendszerek ugyanazokat a távközlési szolgáltatásokat tudják nyújtani, mint a földi hálózatok: telefonszolgáltatás, a PSTN vezeték nélküli meghosszabbítása,

adatátvitel, rádió- és televízió-műsorszórás, helymeghatározás stb. A felhasznált műholdak pályájától függően LEO-, MEO- illetve GEO-rendszerekről beszélünk. A GEO-műholdakat telefon- és adatátvitelre, rádió- és televízió-műsorszórára, üzleti célokra, valamint VSAT- és GPS-rendszerek megvalósítására használják.

## Cellás rendszerek

A korai mobilrádió-rendszerek egyetlen, kedvező földrajzi helyen kialakított adó-vevő állomáson alapultak. A mobil végberendezések a központi adó-vevőn keresztül kommunikáltak, így tehát a rendszer szolgáltatási területe a bázisállomás ellátási területére korlátozódott. E konfiguráció hátránya, hogy a mobil végberendezések hatótávolsága korlátozott. Emellett a földreflexiók és az átviteli út mentén lévő akadályok jelentős járulékos csillapítást okoznak, ami tovább csökkenti a szolgáltatási területet. Ugyancsak jelentős probléma a spektrumhiány, a rendelkezésre álló frekvenciatartomány korlátozottsága.

Az előbbieken említett nehézségeket az ún. cellás (más néven: celluláris) rendszerek nagy számú adó-vevő készülék (bázisállomás) telepítésével hidalják át. Ez a hálózatstruktúra nagy forgalomsűrűség elérését teszi lehetővé nagy kiterjedésű területen. A nagy számú bázisállomás használata lehetővé teszi a kis teljesítményű mobil állomásoknak, hogy bárhol elérhessék a rendszert. A spektrumhiány ily módon megkerülhető a rádió-erőforrások újra felhasználásával. Bármely cellában felhasznált frekvenciák újra felhasználhatók néhány cellával távolabb, olyan távolságban, ahol az interferencia egy meghatározott szint alá csökken. A rádiós összeköttetés fennmaradását a cellahatárokon az ún. hívásátadás (handover) biztosítja.

A cellás rendszereket a spektrumfelhasználási hatékonyságukkal jellemzik. A spektrumfelhasználási hatékonyságot a rendszerben használt modulációs és diversity technikák, továbbá a frekvencia-újr felhasználási tényező határozzák meg. Ezt a mutatót a

megfelelő rendszerarchitektúra használatával, teljesítményszabályzással, frekvenciaugráttással (hopping) és szakszkas adással (DTX) lehet javítani. E technikák csökkentik, illetve optimalisan elosztják az interferenciaszintet és ezáltal lerövidítik a frekvencia-újrafelhasználás minimális távolságát.

## A GSM-rendszer, -hálózat felépítése

A GSM-hálózat felépítése vázlatosan az 1. ábrán látható. A hálózat négy alrendszerből áll: a Mobil Állomás (MS), a Bázisállomás Alrendszer (BSS), a Hálózati és Kapcsoló Alrendszer (NSS) és az Üzemeltetési Alrendszer (OSS). A rendszer funkcionális egységeit interfészek választják el. Ezek az interfészek a rádió interfész (MS – BBS), az Abis interfész (BTS – BSC) és az A interfész (BSC – MSC).

### A mobil állomások

A teljes rendszerből a mobil állomás az egyetlen berendezés, amivel a hétköznapi felhasználó valaha is közvetlen kapcsolatba kerül. Mobil végződés lévén, a mobil készülékek a rádió-inter-

fészen történő adás-vétellel kapcsolatos valamennyi funkciót ellátják. A mobil állomás egyben szolgáltatáspecifikus funkciókat végrehajtó végberendezés is, például faxkészülék. A mobil berendezések végberendezés-adapterként is működhetnek, ekkor összekötő funkciót valósítanak meg a végberendezés és a mobil végződés között. Más szavakkal ez azt jelenti, hogy a mobil állomások a rádiós és a hálózati hozzáféréshez szükséges feldolgozási funkciókon kívül interfészt szolgáltatnak a felhasználó (pl. mikrofon, hangszóró, képernyő, billentyűzet) vagy valamely más végberendezés felé (mint pl. számítógép vagy faxkészülék).

A mobil állomásoknak két üzemállapota van. Az úgynevezett idle módban hallgatja a szóró csatornákat, de nincsen saját forgalmi csatornája. Tárított (dedicated) üzemmódban egy kétirányú forgalmi csatorna van a mobilhoz rendelve a kommunikációs szükségletei számára.

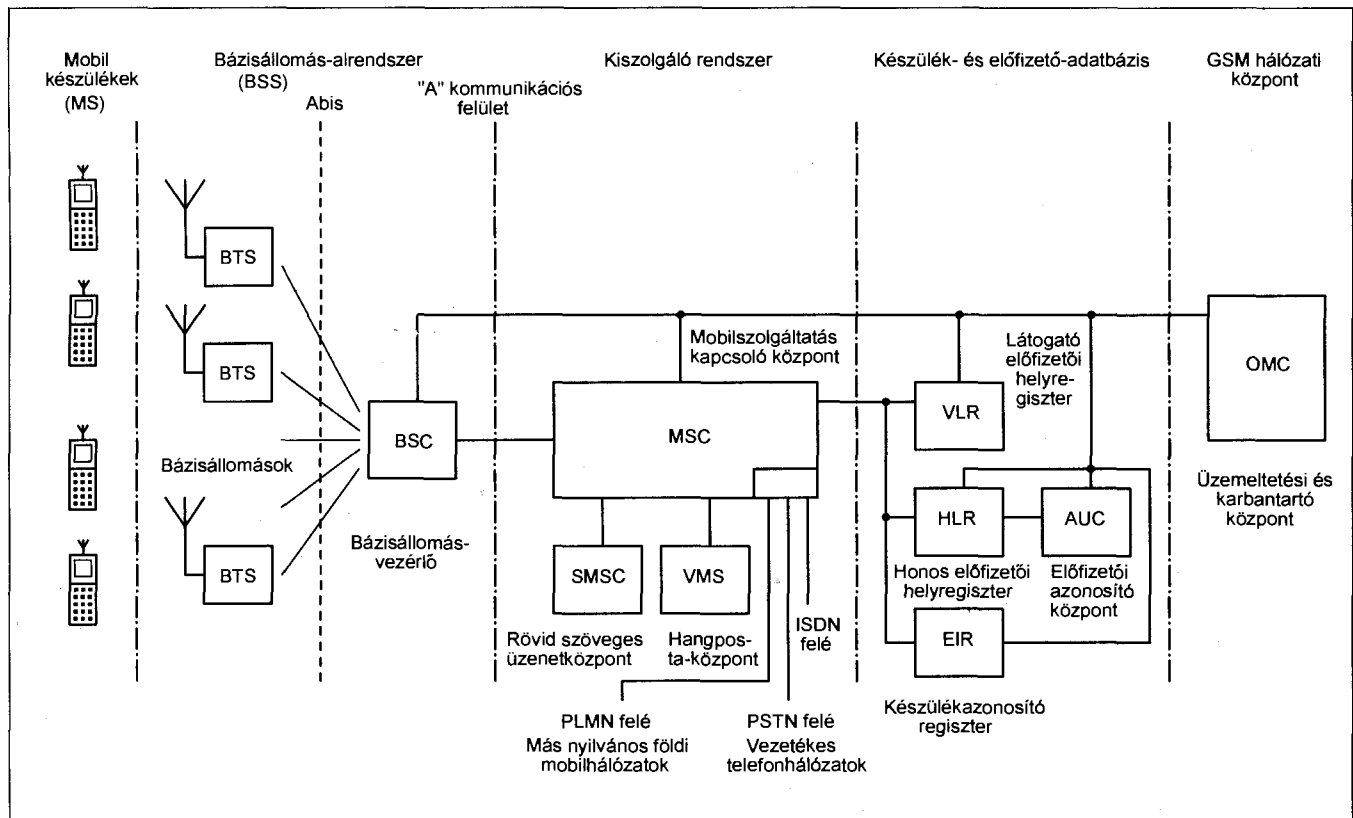
A mobil állomás kifejezés a mobil készülék mellett általában magába foglal egy intelligens kártyát is, az úgynevezett SIM-kártyát. Az Előfizetői Azonosító Modul (SIM) egyfajta kulcs a mobil állomáshoz; eltávolítása esetén a

mobil csak segélyhívásokra használható. A kártya előfizetőspecifikus információkat tartalmaz az előfizetőnek nyújtott szolgáltatásokról. Emellett telefonszámok és rövid üzenetek (SMS) tárolására is szolgál, valamint tartalmazza a preferált hálózatok listáját.

A SIM-kártya közreműködik minden biztonsági funkció megvalósításában is, mint pl. az előfizetőazonosítás, az információtovábbítás titkosítása és az előfizető azonosító adatainak védelme. A SIM fontos szerepet játszik a bolyongásban (roaming) is. Az ún. SIM-roaming lehetővé teszi a különböző rádió interfészszel rendelkező rendszerek használatát. Az előfizetők nem kell, hogy magukkal vigyék mobil készüléküket, a SIM-kártyájuk segítségével más mobil állomásokat is használhatnak, akár más rendszerek szolgáltatásainak igénybevételére is. Végül, érdemes megjegyezni, hogy a SIM-kártya a felhasználó által választott jelszóval (számmal) védhető.

### A bázisállomás-alrendszer

A bázisállomás-alrendszer tartalmazza a cellás hálózat kialakításához szükséges adó-vevő és vezérlő berendezése-



1. ábra



ket. Három fő funkcionális elemet foglal magában: a Bázis Adóvevő Állomást (BTS), a Bázisállomás Vezérlőt (BSC) és a Transzkódot (TC).

A bázisállomások a rádió-interfészen keresztül közvetlen kapcsolatban vannak a mobil állomásokkal. Elvégzik a csatornakódolást és -dekódolást, megvalósítják az ún. interleaving és de-interleaving funkciókat, a titkosítást és a titkosított jel visszaalakítását, a beszéd- és adatsebesség adaptálását, a modulációt, teljesítményerősítést és RF-jelek egyesítését, fenntartják a szinkronizációt a BTS és az MS között, valamint vezérlik a logikai csatornák időzítését és továbbítják a BSC felé az MS és a BTS méréseit. A BTS-ek rádióadókból és -vevőkből, antennákból és duplexerekből, esetenként splitte-rekből állnak. A BSC-khez tipikusan 2 Mbit/s-os PCM (impulzuskód-modulált) vonalakon keresztül csatlakoznak, amelyeket mikrohullámú összeköttetésekkel valósítanak meg. A lehetséges BTS-BSC átviteli megoldások pont-pont, többleágazású-lánc és többleágazású-hurok összeköttetések lehetnek.

A BSC feladata, hogy konfigurálja és vezérelje a rádió-interfészt, továbbá a transzkódereken keresztül kapcsolatot tartson a hálózat és kapcsoló alrendszer központjaival. Távezérlő a hozzá tartozó bázisállomásokat, ezáltal vezérli a forgalmi és jelzésátviteli csatornák lefoglalását, a forgalmi csatornák minőségét és térerősségét, a BTS-ek és MS-ek teljesítményszintjét, az előfizetők megtalálását (paging) és a frekvenciaugratást. Emellett részt vesz a BSC és az MSC közti földi átviteli vonal vezérlésében.

A transzkóder funkcionálisan a bázisállomás része. GSM-specifikus kódolást és dekódolást, valamint – adatátvitel esetén – sebességadaptálást végez. Feladatai közé tartozik a downlink (BTS-MS irányú) beszédintenzitás érzékelése is. A transzkóderek telepíthetők a BTS-ekben vagy tőlük távol is, így pl. a BSC-ben vagy akár az MSC-ben.

## Hálózat és kapcsoló alrendszer

Fő feladata, hogy irányítsa a GSM-felhasználók és az egyéb távközlési hálózati rendszerek felhasználói közötti kommunikációt. Két funkcionális része van: a kapcsolórendszer, valamint az előfizetői és végberendezés adatbázisok. A kapcsoló rendszer a Mobil Szolgálati Kapcsolóközpontból (MSC), esetleg egyéb szolgálati központokból, mint pl. a Rövid Üzenet Szolgálati Központ (SMSC) áll. Az előfizetői és végberendezés adatbázisok tartalmazzák a Látogató Előfizetői Helyregisztert (VLR), a Honos Előfizetői Helyregisztert (HLR), az Előfizetői Azonosító Központot (AUC) és a Berendezés Azonosító Regisztert. Az Hálózati és Kapcsoló Alrendszer további funkcionális egysége a Hangposta Rendszer (VMS), amely tulajdonképpen nem illik bele a GSM-specifikációk által definiált fenti funkcionális egységek egyikébe sem.

A Mobil Szolgálati Kapcsolóközpont alapvető kapcsolási és irányítási funkciókat hajt végre az NSS-en belül. Legfontosabb feladata, hogy a szolgáltatási területén található mobil állomások mobil kezdeményezésű, illetve mobil végződésű hívásainak felépülését koordinálja.

Az MSC és egy szokványos telefontközpont között az a különbség, hogy az MSC olyan többletfunkciókkal rendelkezik, amelyek segítségével követni képes a rádió erőforrások lefoglalását és kezelni tudja az előfizetők mobilitását. Ezek a funkciók magukba foglalják a helyregisztrálást, az előfizető hívását, a hívásátadást, a titkosítási paraméterek átvitelét és a DTMF jelzésátvitelt.

Az MSC egyben átlépő központ is az olyan hálózatokkal való kommunikáció vonatkozásában, amelyek adaptálást igényelnek. Ezt az együttműködési funkciók (IWF-ek) végzik. Az IWF egy átviteli protokollt adaptáló berendezés, amely a GSM adatátvitel sajátosságait illeszti a partnerhálózatok protokolljaihoz.

A Hálózat és Kapcsoló Alrendszer általában egynél több MSC-t tartalmaz. Ez esetben egy vagy több MSC-t átlépő központnak jelölnék ki, amelyek feladata az előfizető helyének megállapítása és a hívás továbbítása azon MSC, ill. külső hálózat (pl. PSTN) felé, amely a felhasználót kiszolgálja.

A Rövid Üzenet Szolgálati Kapcsolóközpontnak ugyanaz a szerepe az írott üzenetek továbbításában, mint az MSC-nek a bejövő beszéd- és adathívások lekezelésében. A GSM-specifikációk nem definiálják pontosan az SMSC-re vonatkozó összes protokollt, ezáltal némi szabadságot hagynak a gyártónak. Mindazonáltal minden SMSC-nek tartalmaznia kell az alacsony szintű protokollokat, amelyek lehetővé teszik a rövid üzenetek továbbítását a mobil állomás és az SMSC között, továbbá olyan protokollokat, amelyek lekérdezik a HLR-t és kikeresik az előfizető címét, amikor az elérhető, illetve értesítik az SMSC-t, ha a felhasználó ismét elérhetővé válik. Érdeemes megemlíteni, hogy a rövid üzenetek átvitele az egyetlen olyan szolgáltatás a GSM-rendszerben, amely nem követeli az átviteli vonal két végpont közti felépítését. A rövid üzenetek, tehát az SMS-ek a jelzésátviteli csatornákat veszik igénybe, ezért akkor is átvihetők, amikor a mobil állomás beszédüzemű forgalmat bonyolít le.

A Honos Előfizetői Helyregiszter egy olyan adatbázis, amely az előfizető helyére és a számára nyújtható távközlési szolgáltatásokra vonatkozó információt tartalmaz. A HLR azonosítja, hogy a felhasználó megkaphatja-e az adott táv- vagy hordozó szolgáltatást. A kiegészítő szolgáltatásokra vonatkozó információkat nem feltétlenül tárolja.

A Honos Előfizetői Regiszterben két szám tartozik minden felhasználóhoz: a Mobil Állomás Nemzetközi ISDN Száma (MSISDN) és a Nemzetközi Mobil Állomás Azonosító (IMSI). Az MSISDN az előfizető telefonszáma, amelyet a mobil állomás hívásakor tárcsáznak. Szemben a hagyományos



**AGeta**  
a megoldásszállító.

## AMI AZ ELEKTRONIKÁHOZ KELL....



















MÉRŐMŰSZEREK, OSZCILLOSZKÓPOK, ANALIZÁTOROK, JELGENERÁTOROK, TARTOZÉKOK .....

Ageta Kft. <http://www.ageta.hu> ; e-mail: [ageta@ageta.hu](mailto:ageta@ageta.hu) ; Tel.: 30/256-4288 ; Fax: 96/214-342

telefonhálózatban megszokottakkal, az MSISDN az előfizető szolgáltatását definiálja, nem pedig az előfizető telefonkészülékét. Ez azt jelenti, hogy az előfizetők a különböző szolgáltatásokhoz különböző MSISDN-t kapnak. Az IMSI a SIM-kártya hálózaton belül használt egyedi azonosító száma. Ezt a számot az előfizető aktiválásakor definiálják és összekapcsolják az MSISDN-nel. Az IMSI-t a HLR az AUC-ban és a SIM-kártya is tárolja.

A HLR lehetővé teszi a hívások átirányítását azon MSC/VLR szolgáltatási területére, amelyben a mozgó felhasználó éppen elhelyezkedik. Az előfizető helyére vonatkozó információkat tárol, beleértve legalább a látogatott MSC/VLR címét, azonosítani képes a mobil állomásokat, valamint megkéri a látogatott MSC/VLR-től a Mobil Állomás Roaming Számot (MSRN).

A HLR-en kívül egy másik adatbázis funkciót is megvalósítanak a GSM-ben: a Látogató Előfizetői Helyregiszter (VLR). A VLR-ek egy vagy több MSC-hez kapcsolódnak. Mindegyikük több cellát vezérel, feladatuk az MSC(-k) szolgáltatási területén tartózkodó előfizetők adatainak átmeneti tárolása, valamint az előfizető helyének a HLR-nél pontosabb ismerete.

A GSM-cellák egy-egy csoportja forgalmi területet képez. Valahányszor a mobil állomás átlépi egy-egy forgalmi terület határát vagy más helyen kapcsolják be, mint ahol legutóbb sikeresen regisztrálásra került, a VLR megkísérel végrehajtani a helyregisztrációs eljárást (location updating). A legutóbbi helyregisztrációs kísérlet eredményét a SIM is tárolja. A helyregisztráció során az előfizető adatai áttöltődnek a HLR-ből a VLR-be. Ezáltal a VLR részt vesz az előfizető azonosításában, a hívásátadásban, támogatja a titkosítást és a rövid üzenetek továbbítását.

Az előfizetők azonosítására szolgáló biztonsági adatokat az Előfizetői Azonosító Központ (AUC) kezeli. A hálózat illetéktelen használata elleni védelme céljából lehetőség van a GSM-előfizetők azonosítására minden regisztráláskor, minden hívás-felépítési kísérlet alkalmával és a kiegészítő szolgáltatások aktiválása, deaktiválása, regisztrálása vagy törlése alkalmával. A hitelesítés lényege a hálózati oldalon lévő előfizetői azonosító kulcs (az úgynevezett Ki szám összehasonlítása) a SIM-en tárolt Ki számmal anél-

kül, hogy az valaha is kiküldésre kerülne. A hálózati oldalon az AUC tárolja a Ki számot. Emellett tárol rejtjelezési paramétereket és tartalmaz egy véletlenszám-generátort is. Az AUC lényegében a HLR funkcionális alosztálya, de különálló hálózat elem is lehet.

A GSM-specifikáció definiál egy, a mobil állomások azonosítására szolgáló hálózati elemet, a Készülék Azonosító Regisztert (EIR). Ez egy adatbázis, amely a mobil készülékek főbb adatait tárolja. Az EIR-ben az MS-ekre a Nemzetközi Mobil Készülék Azonosítóval (IMEI) hivatkoznak. Az EIR három különböző listán tárolja az IMEI-eket. A fehér lista a típusengedélyezett berendezések IMEI számait tartalmazza, a szürke listán a megfigyelés alatt álló készülékek vannak. A fekete lista azon mobil állomások IMEI számait tartalmazza, amelyeket le kell tiltani; vagy azért, mert ellopták azokat, vagy netán súlyos működési zavarok miatt.

A hangpostarendszer lehetővé teszi hangüzenetek tárolását és visszajátszását. A bejövő hívások a saját hangpostaládába irányíthatók, ha pl. az előfizető foglalt, az ellátási körzeten kívül tartózkodik, ki van kapcsolva, nem válaszol vagy aktivizálja a hangpostaládájába történő feltétel nélküli hívásátírányítást. Bizonyos VMS-ek intelligens kiértéslő rendszert is tartalmaznak. Ismételt hívásokkal értesíthetik az előfizetőt, hogy új üzenet van a hangpostaládájában. Ezen hívások időzítése egy időzítő mátrixot követ, amelynek sorai azokhoz a lehetséges okokhoz tartoznak, amelyek a hívás hangpostaládába történt átirányítását eredményezték. Amennyiben a GSM SMSC-vel van kombinálva, a kiértéslő hívások rövid üzenetekkel kombinálhatók: a rövid üzenetet a hangpostaládába érkezett hívás rögzítése után kézbesítik az előfizetőnek és a kiértéslő hívásokat csak akkor aktiválják, ha a rövid üzenet kézbesítése sikertelen volt.

Felépítését tekintve a VMS üzenettároló egységekre és hívás-, üzenet- és figyelmeztetés-menedzselő egységekre osztható.

### *Üzemeltetési alrendszer*

Az üzemeltetési alrendszer lehetővé teszi, hogy a hálózat fenntartó nyomon követhesse és vezérelje a GSM-hálózatot. A TMN alapelveinek megfelelően egyrészt az OSS olyan főbb hálózati elemekhez csatlakozik, mint az MSC,

a BSC, a HLR és egyebek (a BTS-eket a BSC-ken keresztül lehet elérni), másrészt ember-gép interfészt biztosít az üzemeltető személyzet számára. A BSS valamint a Hálózati és Kapcsoló Alrendszer gépeivel kapcsolatban levő hálózati elem az Üzemeltetési és Karbantartó Központ (OMC). Egy OMC tipikusan a hálózati adatbázisból és egy néhány munkaállomásból áll, amelyek az OMC adatbázist menedzselik és egyéb hálózati elemekkel vannak kapcsolatban. A GSM-hálózat több OMC-t tartalmazhat, ez esetben az OMC-k össze vannak kapcsolva.

Az OSS lehetővé teszi, hogy az üzemeltető folyamatosan ellenőrizze a felhasználónak nyújtott szolgáltatás minőségét olyan paraméterek mérésével, mint a forgalom, a torlódás, a hívásátadások, az eldobott hívások, az interferencia stb. Ez a lehetőség segít a rendszer szűk keresztmetszeteinek és matematikus területeinek feltárásában. Úgyancsak lehetőséget biztosít a rendszerbe történő beavatkozásra egy-egy probléma megoldása során. Az OMC-nek fontos szerepe van a napi karbantartásban is. Összegyűjti és kijelzi a hálózatelemek által kibocsátott riasztásokat és ezáltal lehetővé teszi az operátor számára, hogy feltárja, behatárolja és korrigálja a rendszerben fellépő hibákat és leállásokat.

### **A beszéd-től a modulált jelig**

Rádiós interfészen fellépő problémák elkerülése érdekében a GSM-ben a beszéd többszörös jelfeldolgozáson megy át az átviteli út mentén. A **2. ábrán** feltüntetett tömbvázlat mutatja azt a műveletssorozatot, amelyet az MS és a BTS végrehajt a beszéd rádióhullámokká való konvertálására, majd ezek a beszédre való visszaalakítása során.

Az átalakítás folyamán az analóg beszédjelet szegmentálják és a 20 ms-os szegmenseket 13 kbit/s-os digitális információfolyammá konvertálják (1 szegmenset 260 biten kódolnak). Tekintettel a rendelkezésre álló korlátozott RF-spektrumra, egy speciális beszéd-kódolási algoritmust használnak, amelynek neve LPC-LTP-RPE. Ez az algoritmus három szűrőt alkalmaz egymás után: egy pre-emphasis, egy lineáris predikciós kódoló (LPC) és egy inverz hosszú távú predikciós (LTP) szűrőt. Az LPC és az LTP szűrőket úgy választották meg, hogy a bemenőjelük energiája minimalizálva legyen; a pa-

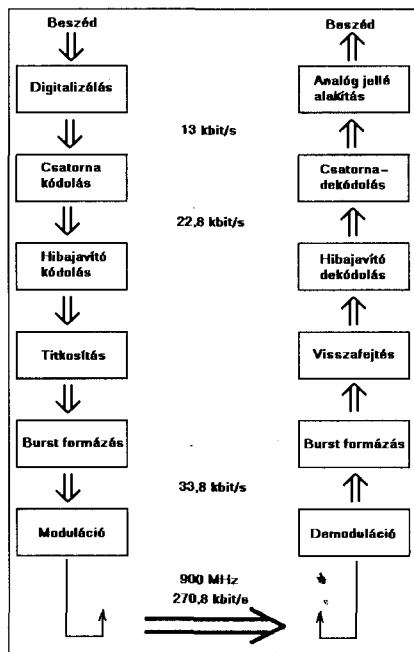


ramétereik a beszédkeretben átvitelre kerülnek. Megemlítendő, hogy a GSM-beszédkódolás beszédre optimalizált, így nem alkalmas pl. zene kódolására. (A \*.g726, illetve a \*.726 fájl típusokkal már bizonyára találkozott a Kedves Olvasó.)

A csatornakódolás redundanciát visz be az adatfolyamba, amiáltal lehetővé teszi az átvitel folyamán fellépő hibák felismerését és javítását. A folyamat két lépésből áll: először a blokk-kódolás paritásbiteket (kontrol szumrát) ad az információbitekhez, amelyek lehetővé teszik a hiba detektálását, majd a konvolúciós kódolás minden bejövő bitből két bitet generál, ami lehetővé teszi a blokkon belül felismert hibák korrigálását. Az utóbbi kódoló elve az, hogy a kimenet nemcsak egyetlen bit állapotától függ, hanem a megelőző bitektől is.

A csatornakódolás akkor képes felismerni és korrigálni a hibákat, ha az információnak kevesebb, mint 12,5% veszett el és ha a veszteség egy burst-ön belül szóródott. A rádiós interfész azonban változik az időben (pl. a flat féding és a szelektív féding miatt), így elkerülhetetlen, hogy időnként az információ nagyobb hányada vesszen el. Általában feltételezhető, hogy a rádiós interfész változatlan marad egy burst idejére (mintegy 577  $\mu$ s) és az egy burstperiódusnál hosszabb ideig tartó zavarok valószínűsége viszonylag alacsony. Következésképpen, ha úgy tudjuk keverni az információbitek, hogy egy teljes burst kiesése 12,5%-nál kisebb információvesztést eredményezzen, akkor lényegesen lecsökkenthető az átvitel folyamán fellépő hiba valószínűsége. Ennek érdekében az első szintű interleaving során a biteket a burston belül összekeverik. Ezt követi az interleaving második szintje, amely felcseréli az egymást követő fél burstok sorrendjét. Ily' módon az átvitel folyamán fellépő információvesztéget minimalizáltuk azon az áron, hogy mintegy 40 ms időkésleltetést iktattunk be az átviteli útba.

A titkosítás úgy módosítja a bitfolyamot, hogy kizáró-vagy műveletet hajt végre a normál burst információs bitei és egy pseudo-véletlen bitsorozat között, amit a TDMA keretszámból és az úgynevezett titkosító kulcsból (Kc) származtatunk. A titkosító kulcs előzetesen jelzésátvitel révén kerül megállapításra. A titkosítás célja a felhasználói adatok védelme a rádiós interfészen. A



2. ábra

burst formázása bináris információt ad a titkosított bitfolyamhoz, ezáltal segíti a vett jel szinkronizálását és kiegyenlítését.

Végül a moduláció a bináris információt egy nagyfrekvenciás rádióhullám fázistolásával alakítja át. A GSM-ben alkalmazott modulációs eljárás az ún. Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK). A modulált jelet ezután rádióhullámok formájában kisugározzák. A vevő oldalon a fenti műveletek inverzét hajtják végre a vett jel beszédé alakítása során.

## A rádiós út

A GSM-szolgáltatás számára egy 900 MHz-es sávot, az úgynevezett primer sávot foglalták le. Az 1. fázisú GSM-rendszerek esetén a primer sáv két 25 MHz széles részsávból áll.

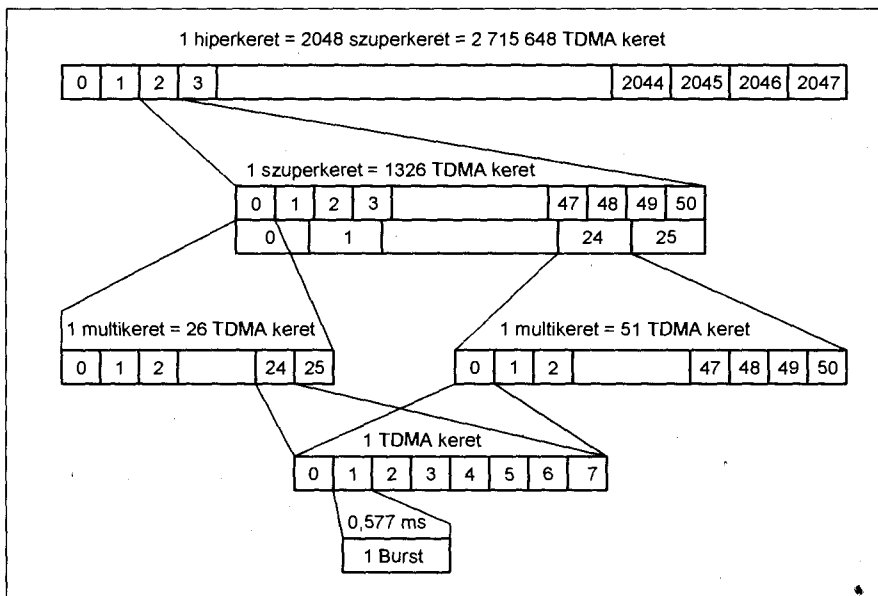
A 890–915 MHz-es sáv az uplink irány számára (MS-től a BTS felé), a 935–960 MHz-es sáv a downlink irány számára (BTS-től az MS felé). E két sávon belül, 200 kHz-enként 124 csatornát definiáltak, a sávhatártól 200 kHz-cel eltolva kezdődően.

A GSM-rádió interfész kombinált FDMA- és TDMA-technikát használ. Az átvitel alapegysége a burst. A burst modulált bitek sorozata. Egy burst hosszúsága 577  $\mu$ s, kiterjedése a frekvenciatartományban 270 kHz. Azt az idő- és frekvenciatartományt, amelybe egy burst befér, résnek nevezzük. A

burstök nem azonosak időbeli lefolyásuk alapján. Megkülönböztetünk normál hozzáférési, szinkronizáló, frekvenciajavító és üres burstöket. Az időtengely leírása rendkívül bonyolult a GSM-ben. A leírás során általában TDMA-kereteket, azaz nyolc egymást követő időrést, vesznek alapul. A TDMA-időrekeket fizikai csatornáknak nevezik. A fizikai csatornákra logikai csatornákat képeznek le. A logikai csatornákat úgy szervezik, hogy a szolgáltatás fenntartása minimális mennyiségű jelzésátvitel igényeljen. Ez lehetővé teszi, hogy a fennmaradó csatornákat forgalom lebonyolítására használják.

A logikai csatornák szervezése az alkalmazástól és az információáramlás irányától függ (uplink, downlink vagy kétirányú forgalom). A logikai csatornákat az alábbi négy kategóriába sorolhatók:

1. A Forgalmi Csatornák (TCH-k) célja beszéd vagy adat átvitele (korlátozott adatátviteli sebességgel). A GSM 1. fázisában csak teljes sebességű forgalmi csatornákat használnak, amelyek 13 kbit/s-on kódolt beszédet visznek át. A 2. fázisban bevezetésre kerülnek a fél sebességű csatornák is, amelyek 6,5 kbit/s-os sebességen kódolt beszédet továbbítanak. Az információs bitek átviteli sebessége alacsonyabb a forgalmi csatorna adatátviteli sebességénél: 9,6 kbit/s a teljes sebességű kódolás esetén és 4,8 kbit/s fél sebességű TCH használatkor.
2. A Szórá Csatornák a downlink irányban továbbítanak információt. Ezek közé tartozik a Frekvenciajavító Csatorna, (FCCH) a Szinkronizáló Csatorna (SCH) és a Szóróvezérlő Csatorna (BCCH). Az FCCH és SCH által szállított információ teszi lehetővé, hogy a mobil állomás szinkronban maradjon egy cellával. A BCCH a bázisállomások általános adatait továbbítja. A mobil állomások idle módban a BCCH csatornát hallgatják.
3. A Közös Vezérlő Csatornákat (CCCH-kat) a BTS vagy MS elérésére használják és mint ilyenek, egy adott MS-hez vannak társítva. A Hívó Csatorna (PCH) olyan downlink csatorna, amelyet a mobil hívására használ a rendszer, amikor hívás érkezik az előfizető részére. A Véletlen Hozzáférés Csatornán (RACH) az MS a hívásra



3. ábra

válaszol, hívásfelépítést kezdeményez és kér egy SDCCH csatornát. Az SDCCH Csatorna hozzárendelését az MS-hez, a Hozzáférés Engedélyező Csatorna (AGC) jelzi.

4. A Dedikált Csatornák közé három logikai csatorna tartozik. Az egyik ilyen a kétirányú Önálló Dedikált Vezérlő Csatorna (SDCCH), amelyet a hívás felépítésében (előfizető-azonosítás, TCH-hozzárendelés) és a helyregisztrálás során használunk. A második a Lassú Társított Vezérlő Csatorna (SACCH), amely minden SDCCH-hoz és TCH-hoz hozzá van rendelve. Feladata mérési adatok továbbítására a teljesítményszabályzás és a mobilok helyes időzítésének fenntartása.

Végül a Gyors Társított Vezérlő Csatorna (FACCH) segítségével jóval gyorsabb információcsere érhető el, mint a SACCH használatával (pl. amikor hívásátadás szükséges). Ún. időlopásos módban használják: 20 ms-nyi beszédet helyettesít. A logikai csatornákat rendszerint olyan módon szervezik, hogy a jelzésátviteli csatornák egy időrest használjanak fel a TDMA 8 keretéből.

A fennmaradó 7 csatorna forgalmi csatornákat hordoz. Az egy adó-vevővel (TRX) rendelkező cella logikai csatornáinak optimális szervezése tehát a következő:

TS0: FCCH, SCH, BCCH, CCCH

TS1 – TS7: mindegyik 1 TCH/F

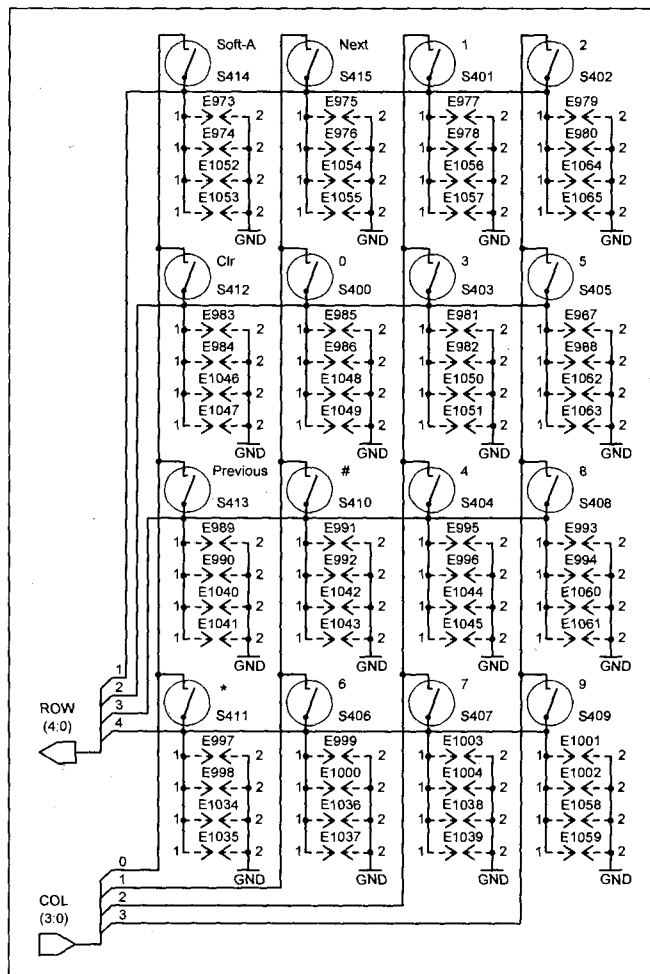
A rádiós interfészen átvitt kereteket multikeretekbe, szuperkeretekbe és hiperkeretekbe rendezik. A keretszerkezetet a 3. ábra szemlélteti. A T C H - k , FACCH-k és SACCH-k 26 TDMA keretből álló multikereteket használnak, a fennmaradó logikai csatornákat 51 TDMA keretből álló multikeretekbe szervezik.

### A Nokia cég 5110 típusú mobilkészüléke

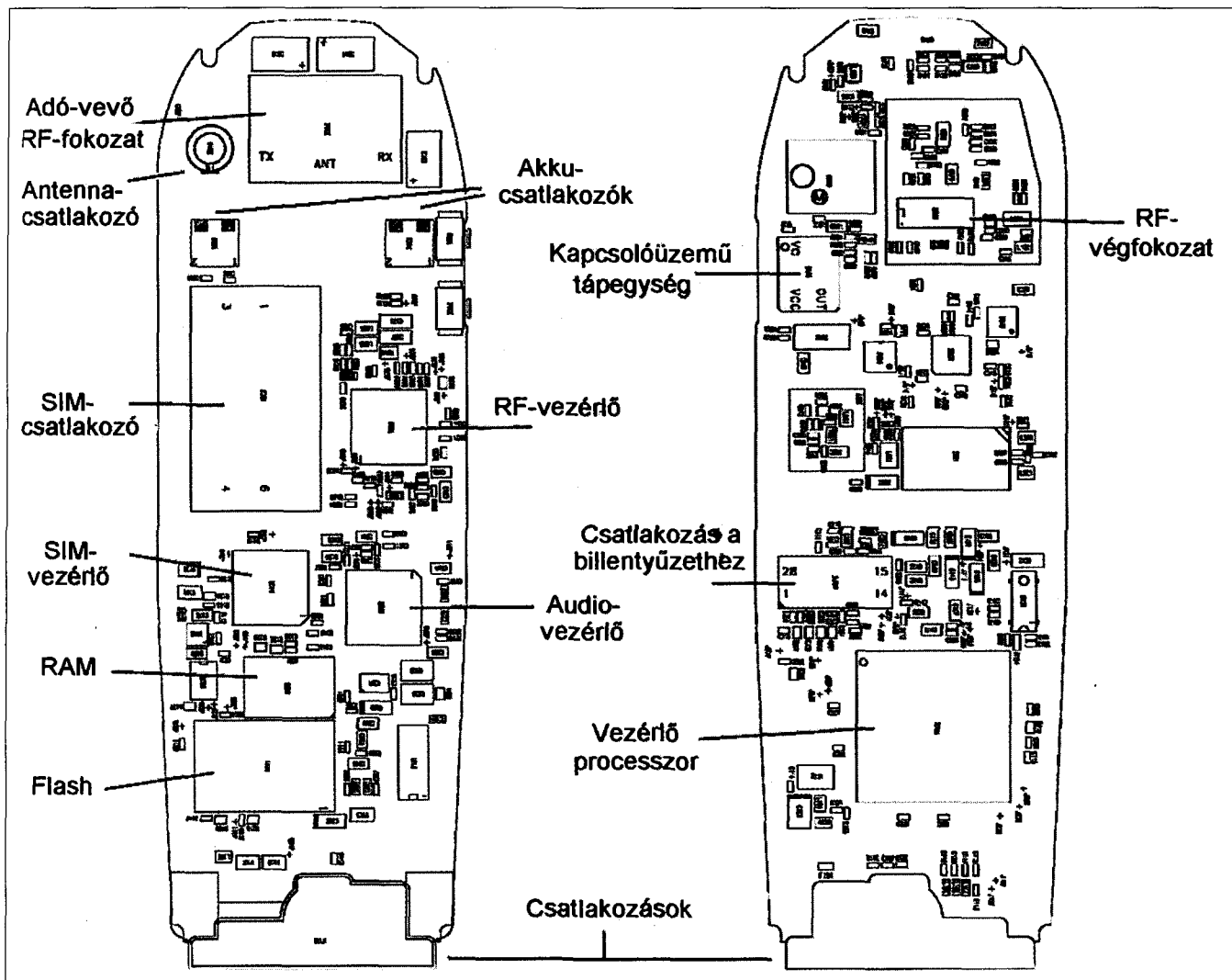
A GSM szélesebb körű megismeréséhez vezető út kezdő állomása lehet egy klasszikusnak mondható telefon, a Nokia 5110-es. Ez a készülék a rádiótelefonia első korszakának reprezentatív modellje volt, fénykora az ezredforduló környékére tehe-

tő. Egyszerűségével, ugyanakkor viszonylag nagy tudásával emelkedik ki a többi telefon közül. Külleme kifejezetten szépre sikerült, nem az a klaszszikus „tégla”, mint a Nokia 2xxx sorozat régi tagjai voltak. Kis tömege és gyárilag megfelelő nagyságúra méretezett akkuja (ezáltal akár 6 napos készenléti ideje) ideálissá teszi a kísérletezésre.

Néhány szó a telefon funkcióiról: külsőre a szokványos grafikus, monokrom kijelzős készülék látszatát kelti. A „\*” és a „#” gomb is a telefonoknál megszokott helyen található. Egyetlen menügombbal rendelkeznek, ez – mint a későbbiekben látjuk majd – az illesztőhardver-elemek számát csökkenti, de a hozzá írt felhasználói szoftverek bonyolultságát nagymértékben megnöveli. Rendelkezik „c”, azaz törlés gombbal, továbbá egy fel-le navigáló billentyűpárossal. Ha ezeket összeszámoljuk (feltételezve azt, hogy a menüpontok végtelenítettek, azaz mindig egy irányba navigálva, az utolsó menüpont után



4. ábra



5. ábra

ismét az első érhető el) és hozzáadjuk a be-ki „kapcsoló” gombot, akkor pontosan tizenhatot kapunk. Ez egy kreatív értő számára azonnal a  $4 \times 4$ -es mátrixot juttatja észbe. Ha valaki rászánja azt a néhány percet, s kiméri egy kéziműszerrel, tényleg az említett kapcsolással találkozhat. Megérzésünket alátámasztja az eredeti, gyári kapcsolási rajz, amelyből szépen látszik a nyomógombmátrix: **4. ábra**.

A készülék rendelkezik külső antenna-csatlakozóval, ez esetleg a hatótávolság növelése irányában végzett kísérleteknél jöhet jól. A telefon antennája természetesen cserélhető, kipattintható helyéről. Kétféle hőérzékelőt építettek be, ez ritkaság abból a korból: az egyik a rádiófrekvenciás végfok, a másik az akkuba építve annak hőmérsékletét detektálja. Ha komolyabban szemügyre vesszük az akkut, megfi-

gyelhetjük, hogy négy érintkezőcsík foglal helyet rajta. Ezek közül kettő adja a telefon tápfeszültségét, ami 3,6 V, az egyik tápláló és a harmadik csík közötti félvezetőátmenet hőfokfüggése adja a hőmérsékletadatot. A negyedik csík szerepét nem sikerült kideríteni, valószínűleg nincs bekötve, azaz nc.

A kártyacsatlakozó az akku hasa alatt foglal helyet. Meglehetősen jó, könnyen hozzáférhető helyen, esetleges SIM-klónozás esetére. A kijelző igen szokatlan, különleges, de a régebbi típusokban előszeretettel alkalmazott  $84 \times 48$ -as soros vezérlésű monokrom grafikus kijelző. Bár vezérlése nem egyszerű, de némi programozói tudás ismeretében megvalósítható (lásd a „Mikrokontrollerek a gyakorlatban” című írásomat a Rádiótechnika Évkönyve 2005 kiadványban és a Rá-

diótechnika 2004/12. számában). Aki nek mindenképp a kijelzőre fáj a fogas, nos pl. a Nokia 3310-esből termelhet ki egyet, azzal a különbséggel, hogy annak már réz érintkezőléce is van. Az 5110-es kijelzője sajnos csak az LCD-s kvarcórákban megszokott hajlékony, gumisávval csatlakozik a panelhoz.

A kezdő kísérletezők számára mindenképp a Nokia-gyártmányokat ajánlom (bár ez itt nem a reklám helye), mert a menürendszerük igen jól szervezett, átgondolt, csatlakozóik lábkiosztása praktikus, egyes típusokhoz kifejezetten könnyű csatlakozókat beszerezni; eme készülékekhez kedvező áron is hozzá lehet jutni. Tehát, ha valami malőr következtében (ami bizony előfordulhat, hiszen a rádiótelefon érzékeny jószág) sikerül a belvilágukban kárt okozni, nem bánja esetleg többször tízezer forintunk...



## Az 5110 belső felépítése, röviden

Aki már be is szerzett egy példányt, az a szétszedést az akku és a SIM kivétele után a hátlapi rögzítőcsavarok kiszerelésével kezdje. Ezek a csavarok sajnos nem mozdíthatók a szabványos imbuszkulccsal. Vagy valamilyen kisméretű, vékony csavarhúzóval reszelünk, köszöriülünk ki, vagy a 2 mm átmérőjű imbuszkulcsot alakíthatjuk át, de néha láthat az ember százasszögből köszöriült „kulcsot” is ☺. A leleményesség határtalan. A sikeres csavarozás után kiemelhető a telefon lelke, az alaplap. A kis távtartó kivétele után a be- és kiviteli modul nyákja is kiemelhető. Ezen a lapon foglal helyet a billentyűzet, a kijelző, a jelzőzümmer, ide kapcsolódik a mikrofon (alul) és a hangszóró (felül), továbbá a be/kikapcsoló gomb is. Ez a modul az alaplaphoz egy 28 lábú csatlakozóval kapcsolódik. Az alaplap felépítését az 5. ábra szemlélteti.

A telefont egy processzor vezérli, amely az MCU-ból, a RAM-ból és a FLASH-ból épül fel. Ehhez a központi részhez kapcsolódnak a perifériák: a SIM-vezérlő, az audiovezérlő és az RF-egység. A SIM-vezérlő biztosítja a hálózati azonosítást szolgáló SIM-kártya vezérlését, a telefonkönyv és az SMS-szekció írását-olvasását. Ez az egység olvassa ki, hasonlítja össze adott esetben a kártyában található azonosítási információt, az ún. PIN-kódot, annak többszöri hibás beírása esetén pedig a PUK-kódot.

Néhány éve a kártya ún. SIM-CLOCK funkcióját is kihasználták a szolgáltatók: a számlázást is a kártya vezérelte. A telefonokat használók dolga egyszerű volt: ki kellett kapcsolni ezt az „órát”, és a telefonszámla nem növekedett tovább. Ehhez a

„\*#746025625#” kódot kellett beütni a főképernyőn. Ezt a kis „bug”-ot persze a szolgáltatók szakemberei igen gyorsan észrevették és letiltották.

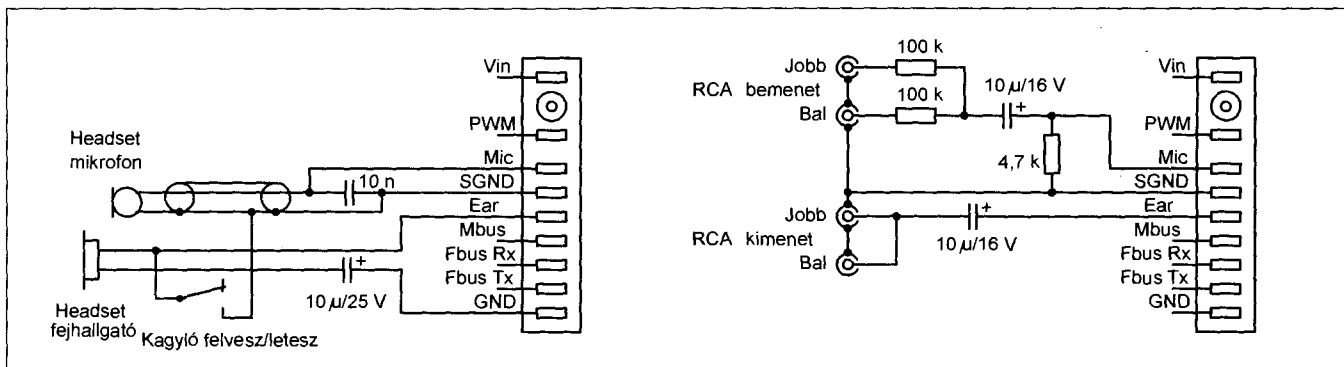
Az audiovezérlő felügyeli a hangfrekvenciás jeláramlást, illetve az analóg jel digitalizálását és visszaalakítását. Ebből következően két eszköz, a mikrofon és a hangszóró kapcsolódik ehhez a csiphez. Természetesen itt is van lehetőség a paraméterek módosítására: a billentyűzetről négy féle kód beütésével változtathatunk a hangminőségen, ezzel együtt – a leírások szerint – az akku merülésének gyorsaságán. Kétféle hangminőséget, az EFR-t és a EHR-t, azaz jót, ill. kevésbé jót állíthatunk be. Az EFR – enhanced full rate codec – aktiválásához a „\*3370#”, kikapcsolásához pedig a „#3370#” kódot kell beütni a főképernyőn. Hasonlóképp a „\*4370#” és a „#4370#” a EHR – half rate codec – állításához szükséges. Az EFR az ún. ACELP – Algebraic Code Excitation Linear Prediction – technológiát használja a rendkívül jó hangminőség elérésére. A 13 kbit-en működő üzemmód bekapcsolása a tapasztalatok szerint 5...10%-kal csökkenti az objektív beszélgetési időt, azaz ugyanolyan körülmények (időjárás, adótoronytávolság, hálózatkihasználtság) esetén majdnem félóránnyit különbözhet a két érték.

A telefonhoz csatlakoztathatunk külső mikrofonos fejhallgatót, ún. headsetet is. Többféle eszköz kapható. A legegyszerűbbek csak egy parányi elektrétmikrofont és egy dinamikus minihallgatót tartalmaznak. Ezeknél a típusoknál a hívásvezérlést manuálisan kell megoldanunk. Érdekesebb azonban a felvevőgombos headset, amelynél a hívásvezérlést a mikrofon burkolatába épített miniatűr nyomógomb segítségével végezhetjük el. Ebben az

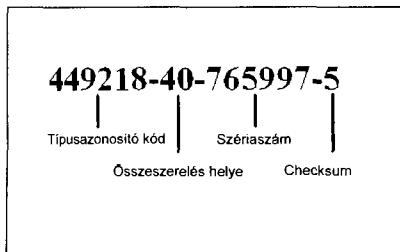
esetben a telefonunk akár egy hátitás-kában is helyet foglalhat. Az ilyen típusú fejhallgató kapcsolási rajzát láthatjuk a 6. ábra bal oldali részén. A telefon „Mic” és „Ear” kivezetéseit használja, illetve a kétféle GND-t. Az „SGND” az ún. jelföld, a hangfrekvenciás szekció közös pontja, a „GND” pedig az ún. rendszerföld. A hívásvezérlés, mint látható a jelföld és a hallgató kivezetéseinek összeérintésével lehetséges. A 10 nF-os kondenzátor a zajszűrés és gerjedésgátlást, a 10 µF-os pedig egyenfeszültségű leválasztást biztosít.

Az ábra jobb oldali részén látható kapcsolási rajz segítségével komplett hangfrekvenciás be-kimeneti egységgé alakíthatjuk az 5110-est. Ez sokszor jól jöhet, pl. ha üzenetrögzítőt szeretnénk hozzákapcsolni, vagy csupán rögzíteni a beszélgetést, esetleg egy kalózádió üzemeltetésénél, ahol néha adásba kell kapcsolni a telefonálót, ugyanakkor az adó kimenőjelét a telefonba is vissza kell juttatni, hiszen a telefonáló a telefon hallgatja. A 10 µF-os kondenzátorok szerepe itt igen jelentős, hiszen a telefon galvanikusan kapcsolódik egy külső rendszerhez, ezért az egyenfeszültségű leválasztást feltétlenül biztosítani kell. A 4,7 kΩ-os ellenállás a határozott potenciál érdekében szükséges. A 100 kΩ-os ellenállások a bemeneti jelszint csökkentése érdekében kerülnek beépítésre. A mikrofon ugyanis 100 mV nagyságrendű jelekkel dolgozik, egy keverőpult kimenőszintje pedig a volt nagyságrendet is elérheti.

Ha megépítésre kerülne a sor és nem szeretnénk „barkács” kivitel, szükség lesz egy eredeti, vagy utángyártott headset-re, amelyet szétszedve, annak rézcsatlakozóira forrasztva a kapcsolást elkészíthetjük. A headset szétszerelése igen egyszerű, csupán két apró csillagcsavar fogja. Az érintke-



6. ábra



7. ábra

zökkel azonban óvatosan kell bánni, mert túl nagy hőbevitel esetén a műanyag tartó elveszti eredeti alakját és használhatatlan lesz, többé nem csatlakoztatható a telefonhoz.

Az RF-egység feladata a rádiófrekvenciás kommunikáció fizikai megvalósítása. A működést az RF-vezérlő fogja össze. Ez az egység alakítja át a processzor által szolgáltatott digitális jeleket az RF-kimenőfokozat által is fogadható jellé, és fordítva a vevő-rész jeleivel. Az 5110-es csupán a 900 MHz-es GSM-sávot képes használni, nem építettek bele 1800 MHz-es egységeket.

A tápellátást az akku biztosítja, de a részegységek működéséhez különféle tápfeszültségek szükségesek. Ezeket a feszültségeket kapcsolóüzemű tápegység szolgáltatja.

### További kódok

A telefon gyártási adatait egy ún. szervizmenüből érhetjük el. A „\*#92702689#” kód beütésével egy olyan ablakba kerülünk, amelyből csak a telefon kikapcsolásával lehet kilépni. A menüpontok a következők:

- Gyártási szám vagy szériaszám (IMEI-szám). Ez a telefon legfontosabb adata. Elvesztés vagy lopás esetén ez a szám azonosítja a készüléket, így akár a feketelistára is kerülhet, ha letiltatjuk. Ezért nem érdemes az utcán talált telefont megtartani, esetleg bekapcsolni, helyzete megállapítható, persze csak bekapcsolt állapotban. A legcélszerűbb egy közeli rendőrsőn leadni a készüléket.

- Gyártási dátum. Megtudhatjuk, hogy mennyi idős a telefonunk. A formátum hónap-év szerkezetű, azaz pl. a 0299 szám 1999 februárját jelöli.

- Eladási dátum. Az első eladás dátumát tartalmazza, ha a boltban beállították. A tapasztalat szerint nem hordozható használható információt. Formátuma szintén hónap-év szerkezetű.

- Az utolsó szervizelés dátuma kerül ide, ha a szerviz beállítja.

- A telefon adófokozatának bekapcsolt állapotban eltöltött idejét mutatja órában.

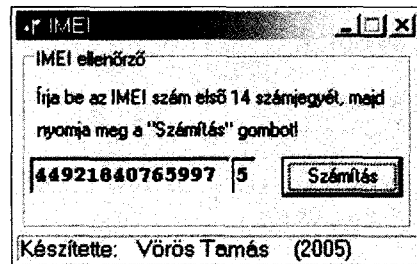
A készülék szoftverének verziószámát a „\*#0000#” kóddal hívhatjuk elő. A verziószámon kívül a szoftver készítésének idejét is megtudhatjuk a kiírt adatokból.

A készülék IMEI azonosítóját nemcsak a szervizmenü aktiválásával tudhatjuk meg, hanem a „\*#06#” kód beütésével is. Ekkor egy 15 jegyű szám jelenik meg a kijelzőn. Ez a szám telefontípusra, összeszerelési hely kódjára és a tényleges szériaszámra bontható, no meg tartalmaz egy ellenőrző, ún. checksum számot is. A 15 szám szerveződése a 7. ábrán látható. Az első hatos csoport az ún. TAC (type approval code), azaz típusazonosító kód. Ennek első két jegye megadja a gyártót, NOKIA esetében 35, 44, 49 valamelyike. A következő négy szám a telefontípusra jellemző, az 5110-es esetében a 9218, 0520, 0542, 0546, 0547, 0549, 0550 számcsoportok valamelyike fordul elő. Az IMEI-szám következő két számjegye az ún. FAC (final assembly code), azaz az összeszerelés helyét azonosítja. Az érték-hely megfeleltetés a következő:

07, 08, 20	Németország
10, 70	Finnország
19, 40	Anglia
30	Korea
67	USA
80	Kína

Az utolsó szám egyfajta ellenőrzésre szolgál.

Az IMEI-számok tesztelésére, generálására elkészítettem egy Borland Delphi6-os fejlesztőrendszer alatt írt windowsos programocskát. A Delphi6 próbaverziója egyébként letölthető a Borland weboldaláról, egyetlen hátránya, hogy 150–200 Mbyte; főablaka a 8. ábrán látható. A bal oldali szerkesztőmezőbe 14 számjegyet írva, majd megnyomva a „Számítás” gombot, a program az IMEI-checksum-algoritmus segítségével kiszámítja és a jobb oldali szerkesztőmezőbe írja az ellenőrző számot. A program forráskódját – amely tartalmazza az algoritmust is – a kísérletezni kívánók kedvéért **programtábla** néven, a 18. oldalon közreadjuk. A generáló algoritmus egyébként rendkívül egyszerű, ugyanis sorra



8. ábra

kiolvassa az IMEI-szám első 14 számát és az eredetileg 0-ról induló checksumot a kiolvasott számoknak megfelelően alakítja tovább. A módszernek köszönhetően két szám felcserélése a checksum megváltozását eredményezi, szemben pl. az egyszerű XOR-checksummal. Pl.: a 44921840765997 számú telefonnak 5 az ellenőrző értéke, a 44921840765979-es számúnak pedig 3. Az első számok ugyanúgy 5110-est határoznak meg, viszont a tényleges IMEI-számban már jelentős eltérés látható.

### A telefon szolgáltatófüggése

A telefonkészülékek teljesértékű működéséhez szükség van a SIM-kártyára. Amennyiben ezt a kártyát nem csatlakoztatjuk, akkor csak segélyhívásra van lehetőségünk, hívást fogadni pedig egyáltalán nem tudunk. A gyártó a készülékeket úgy állítja elő, hogy bármelyik szolgáltató SIM-kártyáját fogadni tudják. Amikor egy mobilszolgáltató megvásárolja a gyártótól a telefonokat, aktiválnak rajta egyfajta szolgáltatózárát, ún. SIMLOCK-ot. Ez azt eredményezi, hogy a telefon onnantól kezdve csak az adott szolgáltató kártyáját fogadja el, más próbálkozásokat elutasít. Azokat a telefonokat, amelyeken a zárat nem aktiválják, jóval nagyobb pénzüsszegért értékesítik.

A telefonok fejlődése lehetővé tette azok „tudás” szerinti csoportosítását. Ennek köszönhetően beszélhetünk a DCT-sorozat készülékeiről. A legelső a DCT1 és a DCT2 csoportba tartoztak. Ezek voltak a klasszikusan nagyméretű, nehézkes „ösmobilok”. Legtöbbjük még csak alfanumerikus kijelzővel rendelkezett.

A DCT3-as csoport megjelenése hozta meg az igazi sikert, mivel a technika fejlődése lehetővé tette a sok funkció és a „dizájn” megfelelő egyesítését. Nem tartalmaznak semmiféle extra szolgáltatásokat (pl. fényképező stb.),



```

unit Unit1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Button1: TButton;
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    GroupBox1: TGroupBox;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;
  i, flag, cksum: integer;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  flag:=0;
  cksum:=0;

  for i:=1 to 14 do
  begin
    if edit1.text[i]='0' then
      begin
        if flag=0 then flag:=1
        else flag:=0;
      end;

    if edit1.text[i]='1' then
      begin
        if flag=0 then
          begin
            flag:=1;
            cksum:=cksum+9;
          end
        else
          begin
            flag:=0;
            cksum:=cksum+8;
          end;
        end;

    if edit1.text[i]='2' then
      begin
        if flag=0 then
          begin
            flag:=1;
            cksum:=cksum+8;
          end
        else
          begin
            flag:=0;
            cksum:=cksum+6;
          end;
        end;

    if edit1.text[i]='3' then
      begin
        if flag=0 then
          begin
            flag:=1;
            cksum:=cksum+7;
          end
        else
          begin
            flag:=0;
            cksum:=cksum+4;
          end;
        end;

    if edit1.text[i]='4' then
      begin
        if flag=0 then
          begin
            flag:=1;
            cksum:=cksum+6;
          end
        else
          begin
            flag:=0;
            cksum:=cksum+2;
          end;
        end;

    if edit1.text[i]='5' then
      begin
        if flag=0 then
          begin
            flag:=1;
            cksum:=cksum+5;
          end
        else
          begin
            flag:=0;
            cksum:=cksum+9;
          end;
        end;

    if edit1.text[i]='6' then
      begin
        if flag=0 then
          begin
            flag:=1;
            cksum:=cksum+8;
          end
        else
          begin
            flag:=0;
            cksum:=cksum+6;
          end;
        end;

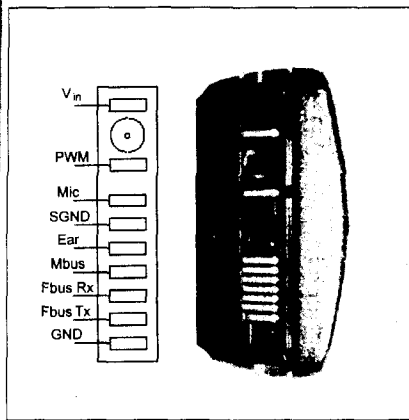
    if edit1.text[i]='7' then
      begin
        if flag=0 then
          begin
            flag:=1;
            cksum:=cksum+3;
          end
        else
          begin
            flag:=0;
            cksum:=cksum+5;
          end;
        end;

    if edit1.text[i]='8' then
      begin
        if flag=0 then
          begin
            flag:=1;
            cksum:=cksum+2;
          end
        else
          begin
            flag:=0;
            cksum:=cksum+3;
          end;
        end;

    if edit1.text[i]='9' then
      begin
        if flag=0 then
          begin
            flag:=1;
            cksum:=cksum+1;
          end
        else
          begin
            flag:=0;
            cksum:=cksum+1;
          end;
        end;
      while cksum=10 do cksum:=cksum-10;
      edit2.Text:=inttostr(cksum);
    end;

  end;
end.

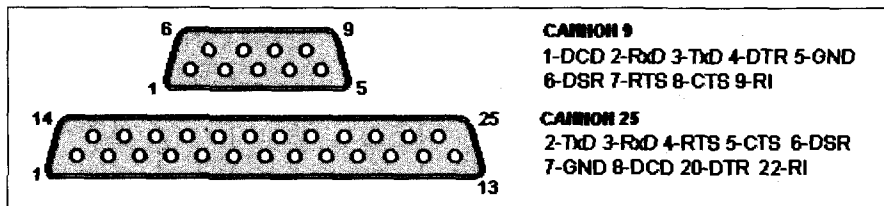
```



9. ábra

viszont az egyszerű kezelhetőségük és grafikus kijelzőjük alkalmassá tette azokat a mindennapi használatra. Megbízhatóak és szépek voltak, ugyanakkor már az SMS-funkció mellett tartalmaztak néhány hasznos szolgáltatást is: csengőhangok sokszínűsége, operátorlogók, képzünetek és a netmonitor menüpont. Ebbe a csoportba tartozik többek között az 5110-es is. Csak a szélesebb látókör érdekében: szintén itt találjuk a 32xx-es és a 33xx-es széria elemeit is, sőt még a közkedvelt 3410-es is ide tartozik. A DCT4-es családba tartoznak a 35xx, a 36xx, a 63xx és a 72xx-es telefonok (a felsorolás a teljesség igénye nélkül történt). Ezek már többnyire színes kijelzővel készülnek, továbbá tartalmaznak valamilyen operációs rendszert, azaz alkalmazásokat is fejleszthetünk hozzájuk különféle nyelveken. A DCT5-ös csoport tagjai pedig már kész miniszámítógépek, beépített fényképezővel, MP3-lejátszóval, FM-rádióvevővel stb.

Térjünk vissza a kártyafüggőségre! Előre bocsátom, hogy a most leírtak a DCT3-tól felfelé léteznek, s bonyolódnak. A DCT3-as telefonokon négy féle zár létezik, ezek közül az elsőt nevezik szolgáltatónak. Ha vásárolunk egy használt telefont és kíváncsiak vagyunk, hogy független-e, vagy sem, üsük be a főképernyőn a következő kódot: „#pw+1234567890+1#” (a „p” és a „w” betűt a „\*” gomb többszöri megnyomásával írhatjuk be). A készülék erre ad egy választ, amelyből megtudhatjuk, hogy a szolgáltatózár be van-e kapcsolva. Amennyiben a „SIM was not restricted” üzenetet kapjuk, megnyugodhatunk, a telefon tényleg független. A többi zárat is ellenőrizhetjük, bár sok értelme nincs, mert azok csak speciális felhasználás esetén zárandók



10. ábra

le. Egyébként a „#” előtti 1-est 2-re, 3-ra, 4-re cserélve a többi zár állapota is megváltozhat.

Ezekkel a kódokkal a telefon üzemképessége ugyan nem szüntethető meg, de felhívom mindenki figyelmét arra, hogy eme kódokat beírni csak saját felelősségre szabad; a beírás esetleges következményeiért jelen írás szerzője semmilyen felelősséget nem vállal!

### Adatkábelek

A DCT3-as telefonok, ezáltal a Nokia 5110-es is, rendelkeznek soros illesztővel, amely a készüléket képes a külvilággal összekapcsolni. Az összekötő vezeték másik oldalán természetesen bármely, RS232-es kommunikációra képes eszköz lehet: pl. PC, mikroszámítógép vagy akár egy saját fejlesztésű áramkör is. A helyes összekapcsolásnak két igen fontos feltétele van: az egyik hardveres, a másik pedig szoftveres természetű.

Az első megoldandó probléma az, hogy a telefon, illetve a PC nem azonos feszültség szinteken üzemel. A telefon, mint láttuk 3,6 V-os logikai 1, s kb. 0 V-os logikai 0 szintet képes adni és venni. Az RS232-es áramkörök pedig ettől jelentősen eltérő, 12 V-os, de legalább 8 V-os feszültség szinten üzemelnek. A fentebb elmondottakból következik, hogy csupán két-három szál vezeték nem elegendő a készülékek összekapcsolására.

A másik feltétel már kissé keményebb dió, ugyanis a helyes kommunikáció érdekében tudni kell, hogyan bírjuk szóra a telefont. A dolgot tovább bonyolítja, hogy kétféle protokollt fejlesztettek a Nokia-készülékekhez: az egyiket FBUS-ra, a másikat pedig MBUS-ra keresztelték el. Az FBUS egy nagysebességű, 112 500 bit/s-os kommunikációs vonal, amely az átlagfelhasználók számára készült. Segítségével a telefon felhasználói szintű opcióit érhetjük el, azaz hívást kezdeményezhetünk, fogadhatunk, ugyanígy az SMS-műveletekkel. Gyakorlatilag az összes, billentyűzetről elérhető funkció

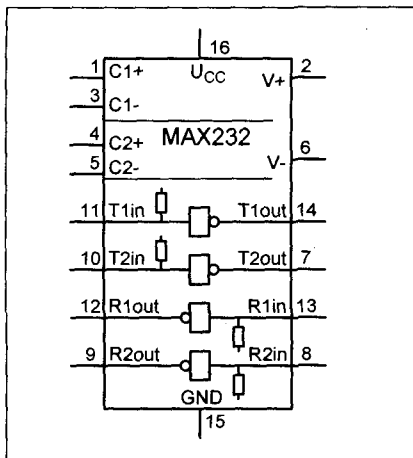
ót kívülről is vezérelhetjük. A nagy sebesség velejárója, hogy 3 vezeték igényel, egy közös szálat és egy adás, ill. vételi szálat.

A másik protokoll, az MBUS egy kis sebességű (9600 bit/s) adatátviteli sebességű vonal. MBUS-módban leginkább a szervizfunkciók elérése lehetséges, bár – ha lassabban is, de – használható a telefonkönyv és az SMS elérésére is. A lassabb adatáramlás lehetővé teszi, hogy az összekötő vezetéket kétszeresen – oda-visza – kihasználjuk, így csupán egy vezeték pár szükséges a kapcsolat felépítéséhez. Míg az FBUS-módban jól definiált a be- és a kimenet funkciója, MBUS-módban ez folyamatosan változik, ezért csak felhúzóellenállással ellátott, nyitott kollektoros kimenetekkel találkozhatunk. Ebből következik, hogy külön MBUS-csatlakozás van kiépítve a telefonon. Az adatkommunikációra összességében 4 kivezetést használunk fel: egy GND-t, azaz közös pontot, egy MBUS-csatlakozást, egy FBUSRX vételi vezetékét és egy FBUSTX adáslábat.

Az 5110-es csatlakozóbekötése a 9. ábrán látható. A biztos csatlakoztatás érdekében használjunk headsetből kitermelt csatlakozót! A vásárlásnál feltétlenül ügyeljünk az érintkezőlábak vizsgálatára, ugyanis a tapasztalatok szerint néhány távolkeleti gyártó az FBUS és az MBUS csatlakozótüskéit nem építi be, mivel a headset nem használja azokat, ezáltal képes meglepetést okozni. Az ábrán látható „Vin” és „PWM” lábat az autós szetteknel használja a telefon, most nem lesz rá szükségünk.

A teljesség érdekében szót kell ejteni a PC felőli csatlakozásokról is. Mivel a telefon RS232-vel kapcsolódik a számítógéphez, így a szabványos CANNON „mama” csatlakozót használjuk. Ebből kétféle terjedt el: egy 9 pólusú és egy 25 pólusú változat. A 10. ábrán a kétféle csatlakozó lábkiosztását szemlélhetjük. A kommunikáció során a 9 vezeték közül csak 5-öt használunk ki.





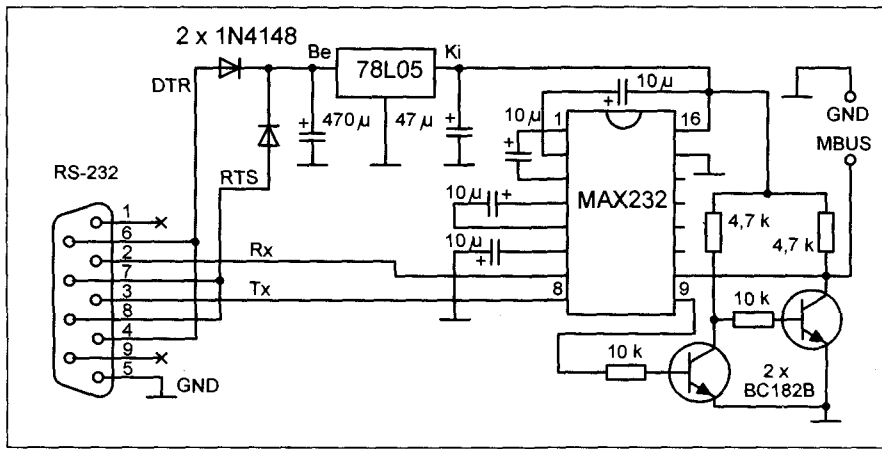
11. ábra

### Szintillesztő egységek

Lássuk az adatkábelek legfontosabb részét, a szintillesztő egységet! A következőkben négy féle különböző kapcsolást mutatunk be. Egy dolog azonban közös bennük: bár tartalmaznak aktív elemeket, mégsem igényelnek külső tápfeszültséget. Az aktív elemek működéséhez szükséges áramot a soros port modemvezérlő jeleiből állítjuk elő. A modemvezérlő jelek is 12 V körüliek, 20...40 mA-ral terhelhetőek.

A kábelnek egyik csoportja céláramkört használ a szintillesztésre: ez az IC a MAX232 típusjelzésre hallgat (11. ábra), amely képes a soros port és a szabványos TTL-logikai alkatrészek összekapcsolására, teljes duplex üzemmódban. Az IC tartalmaz egy kapcsolóüzemű feszültségkonvertert, amely képes a +5 V-os tápfeszültséget 12 V-os szintre alakítani. Ehhez még mindössze 4 db külső kondenzátor szükséges, mivel az összes többi alkatétel megtalálható az IC-ben. A kondenzátorok értéke nem kritikus, 100 nF-tól 10 µF-ig bármilyen érték megfelel. Arra azonban – a szimmetria érdekében – ügyeljünk, hogy a kondenzátorok azonos kapacitásúak legyenek. Két-két illesztőt integráltak az áramkörbe, így akár lehetőség nyílik modemvezérlő jel átvitelére is.

A 12. ábrán egy MBUS-adatkábelt mutatunk be. Az IC tápfeszültségét a két 1N4148-as dióda és a 7805-ös háromlábú stabilizátor állítja elő. A két dióda a vezérlőjelek negatív oldalát vágja le, az ugyanis nem tenne jót a stabkockának. A stabilizátorból a kis méret és áramfelvétel miatt akár az „L”-es változatot is beépíthetjük, hi-



12. ábra

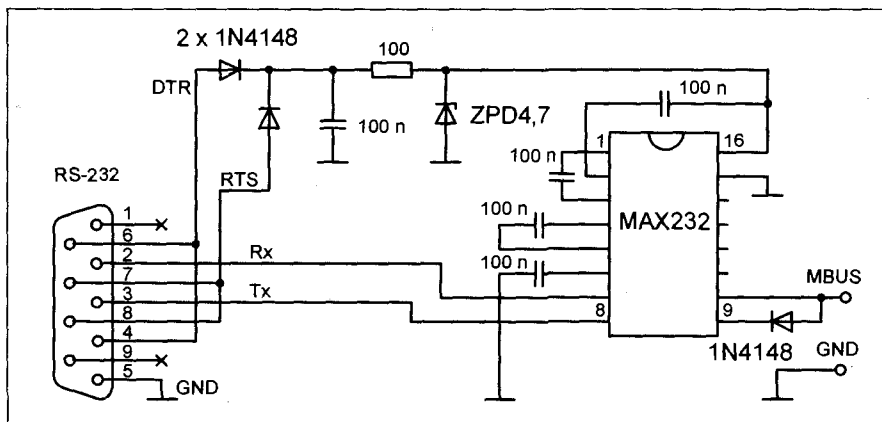
szen az áramot elsősorban a soros port limitálja. A stabkocka két kondenzátorra rendkívüli fontossággal bír, ugyanis a modemvezérlő jelek általában impulzusszerűek, így a kondenzátorok feladata, hogy tárolják a soros port által adott töltést és adott esetben energia-pótlóként működjenek. Az IC után kapcsolt tranzisztorok feladata, hogy a telefon irányába egyesítsék a soros port jeleit, visszafelé pedig szétválasszák azt. Itt is látható a nyitott kollektoros kimenet a 4,7 kΩ-os felhúzóellenállással.

A kábelillesztő beszerelése a 9 pólusú csatlakozóba bizony nem kis kéz ügyességet igényel, de éppen megoldható, ha miniatűr elkókat használunk. A kapcsolás bemérése annyiból áll, hogy az IC feszültségeit ellenőrizzük. A 2-es lábán +10 V nagyságrendű feszültséget kell mérni, a 6-oson pedig -10 V-ot. Amennyiben a két feszültségérték rendben van, a kábel működésre kész.

A 13. ábrán látható kapcsolás már jelentősen egyszerűbb. A 7805-öst egy

Z-diódás stabilizátorral váltottuk ki. A mérések szerint az ellenállás helyére 47 Ω-tól 330 Ω-ig bármilyen érték akár negyedwattos terhelhetőségű is megfelel. A MAX232-eshez alkalmazott 100 nF-ok lehetővé teszik a 100 nF-os szűrőkondenzátor alkalmazását. A kapcsolás külön érdekessége, hogy az előbbieken látott tranzisztorok helyett egyetlen diódát használ a jelek keverésére. Az igazi egy Schottky-dióda beépítése lenne, de a tapasztalatok szerint hibamentesen működik egy hagyományos 1N4148-assal is. Bemérése megegyezik az előzővel, csupán a MAX feszültségeit kell megmérni.

A MAX232-t ugyan könnyű használni, modulszerűen szerelhető az áramkörbe, megbízható is, de meglehetősen nehéz a csatlakozóba beépíteni, SMD-kivitelben pedig nehéz forrasztani; ezenkívül kétségtelen, hogy ez a legdrágább alkatrész a kapcsolásban. A kísérletek során kiderült, hogy a soros port +12 V helyett „megelégszik” a +5 V-tal is, negatív feszültségre pedig



13. ábra



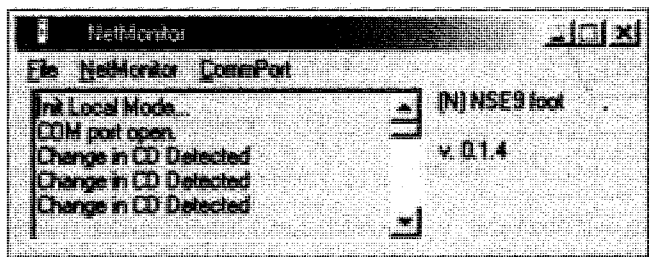
17. ábra

„gyári” kinézetű kábelt is gyárthatunk magunknak. Aki hosszabb távra tervez a kábellel kapcsolatban, feltétlenül a legutóbbi verziót építse meg, aki pedig esetleg más típusú – nem Nokia – telefonhoz szeretné illeszteni a kábelét, az valamelyik MAX232 vezérelt kábelt építse meg, ugyanis azt könnyebb átalakítani a későbbiekben.

Azok kedvéért, akik esetleg más DCT3-as telefonnal szeretnének kísérletezni, a 16. ábrán közreadjuk a csatlakozók lábkiosztásait. Bár némi különbség azért található a különféle Nokia-telefonok működésében, összességében elmondható, hogy az MBUS-FBUS kommunikáció mindegyiknél megtalálható. Egy apróság a kábelépítéshez: ha nem az 5110-est választjuk kísérleti alanyként, akkor az építés előtt feltétlenül ellenőrizzük az aktuális készülék akkufeszültségét, mert a kábel tápfeszültségét (a Z-diódák értékét) esetleg módosítani kell.

### Netmonitor

A DCT3-as Nokia-telefonok tartalmaznak egy rejtett szervizmenüpontot, amely természetesen az átlagfelhasználók számára nem érhető el. Ebben a menüpontban lehetőség nyílik a telefon minden fontos adatának lekérdezésére, módosítására. Az aktuális GSM-cella-információktól kezdve az akku feszültségadatain keresztül a telefonnal eddig kezdeményezett és fogadott hívásokon



18. ábra

át nem marad rejtett információ a netmonitor felhasználója előtt.

Már itt ki kell hangsúlyozni, hogy a netmonitor segítségével ugyan rengeteg információt szerezhetünk a telefonról, ami önmagában nem veszélyes, viszont a szervizbeállításokat ne változtassuk meg, mert könnyen lehet, hogy a telefon nem talál majd hálózatot.

A netmonitor aktiválás után új menüpontként jelentkezik a telefon menüjében. Általában nem a hangbeállítások utáni 10-es pontot, hanem a 11-est vagy a 12-est kapja meg. Ez többek között annak köszönhető, hogy egyes szolgáltatók a hangbeállítások-menü után elhelyeznek egy szolgáltató-menüpontot, amelyet a megfelelő SIM-kártya behelyezése hoz létre a készülékben. Azért, hogy ennek fix helye lehessen, a netmonitor hátrébb került, mint ahogy azt a 17. ábra mutatja.

A monitormód aktiválása a Nokia gyártmányú telefonokon kétféleképpen lehetséges. Az egyik, amelyet nem ajánlok, hardveres beavatkozást igényel, mert a készülék belső EEPROM-ját közvetlenül kell felprogramozni. Maga az IC egyébként a 24C sorozat egyik tagja, amely I<sup>2</sup>C vezérléssel kommunikál. Ha valakinek esetleg van kedve ezt a módot választani, annak meg kell szereznie a betöltendő bináris fájlt, továbbá építenie kell egy betöltőhardvert is. A másik mód sokkal „felhasználóbarátabb”, ugyanis egy MBUS-adatkábel – pont olyan, amelyeket fentebb tárgyaltunk – és egy PC-s szoftver szükséges hozzá. Aki ezt a módot választja, gyakorlatilag 2 perc alatt végezni fog az aktiválással. A tartózkodóbbak kedvéért érdemes megjegyezni, hogy a netmonitor eredetileg is benne van a telefonban, az aktiválással csupán láthatóvá és módosíthatóvá tesszük.

Az aktiválás módja a következő. Építünk egy MBUS-kábelt, majd letöltjük a netmonitor.exe nevű programot a <http://winsoft.ini.hu> weboldalról. A szoftver win2000 vagy winXP operációs rendszer alatt problémamentesen működik, win98 vagy win95 alatt szükség lehet egy mscomm32.ocx nevű ActiveX vezérlőre, amelynek a System mappában kell lennie. Ez a fájl is megtalálható az említett webszájon. Elindejtjük a letöltött programot bármely mappából. Amennyiben ez a művelet sikeres volt, a 18. ábrán látható ablak nyílik meg. A többsoros szövegkomponens természetesen üres kell, hogy legyen. Az első teendő a megfelelő soros port beállítása. A „CommPort” menüpontot lenyitva állítsuk be azt a portot, ahová az adatkábel csatlakoztattuk. Ha ez kész, a „Netmonitor” menüpont alatt lehet aktiválni, kikapcsolni, módosítani a netmonitort. Az „RD test On” menüpontra kattintva néhány másodpercen belül már készen is vagyunk. A programot állítsuk le, majd a kábelt húzzuk ki mind a PC-ből, mind a telefonból. Már kereshetjük is az új telefonmenüt; a 17. ábrához hasonló képet kell kapnunk.

A használattal kapcsolatban feltétlenül tartuk szem előtt, hogy kétféle, ún. teszt létezik a netmonitorban! Vannak tesztek, amelyek csak adatokat jelenítenek meg; vannak olyanok, amelyek beállítást változtatnak meg. Eleinte érdemes a 01-es vagy a 02-es tesztbe belépni (adatmegjelenítő tesztek), majd innen a fel-le nyilakkal lépkedni a tesztek között. Ezt követve – kezdőként – biztosan nem teszünk kárt a telefonban. Akkor most lépünk be a netmonitor menübe! Azonnal egy „dobozzal” találkozunk, amely egy számot kér tőlünk. Ide beírjuk az előbb említett 01-et vagy 02-t. Lapozással bármelyik

1 CH Bel TxPer TS TA RO BLT C1 C2 CRT	2 FM EAP Ro BC Sear QLF CRO TO PenT H MAIO HSM	3 S CH C1 rx C2 1 CH C1 rx C2 2 CH C1 rx C2 S 1N 2N B	4 SCH C1 rx C2 4CH C1 rx C2 5CH C1 rx C2 3N 4N 5N	5 6CH C1 rx C2 7CH C1 rx C2 8CH C1 rx C2 6N 7N 8N
6 Léveg 1 For 1 Pre 2 For 2 Pre 3 For 3 Pre 4 For	7 Serving Cell system info bits	11 MCC MNC LocAreaCode ServChannel CellId	12 CipherValue HoppingValue DTFValue IMSIAttach	20 BatVol ChMod BTeap ChTime ChrgVol Pva BTvp RFDC
23 TxOn TxOff ChCur Stdbv Age CAP Curr Tap CalhTarg	39 CC CauseValu MN CauseValu ER CauseValu	51 FSeI Bau SAll SCand CStop PIN1Z PUK1Z ATR FE/PE	63 CalRel RelDi MOCAp MOOK ALLNT NTOK	65 SEFai SO MOOK RFai NT NTOK Sched Msgs SMS counters
75 ExtAndStatus AudioRequest AccAndMode	82 PerOn InServ NSPE TxOM Timers Status	88 MCUSW PPA MCUSW Date MCU Checksum DSP Version		

19. ábra

teszt elérhető, a teszt értékeim, adataim nem változtat. A kilépés a „dobozba” történő 00 beírásával lehetséges, így a telefon normál – a megszkott – üzemmódban használható. A kikapcsolás általában nem jelent kilépést, így nem érdemes azt követni.

Az 5110-esben 88 menüpont található, míg pl. a 3210-esben már 96. A léptetés során feltűnhet, hogy néha ki maradnak tesztek, pl. 14-es nincs. Ezek a tesztek nem érhetők el egyszerű módszerekkel.

A tesztek között lépkedve tapasztalhatjuk, hogy rengeteg szám és betű található az egyes ablakokban. Némi magyarázatot, azaz csak angol rövidítéseket a „\*” gomb hosszabb megnyomásával kaphatunk, visszalépés szintén e gombbal történhet. Azért, hogy a kiírt értékek használhatóak legyenek, a fontosabb tesztek részletesen bemutatjuk.

A 19. ábrán a legfontosabb tesztek „\*” gomb által adott rövidítései láthatók. Ezek alapján követjük végig a net-monitor működését.

Az első teszt első sorának elején a pillanatnyilag használt GSM-csatorna

1. táblázat

Vivőfrekvencia [MHz]	GSM 900-as rendszer	GSM 1800-as rendszer
Telefontól bázisállomásig	890 + CH · 0,2	1710 + (CH - 511) · 0,2
Bázisállomástól telefonig	935 + CH · 0,2	1805 + (CH - 511) · 0,2

számát láthatjuk. Ebből közvetlenül meghatározható az éppen használt frekvencia, ugyanis a cellán belüli frekvenciasávok 200 kHz széles szeletekből állnak. Ezekből a telefon a „hopping” frekvenciaugratás segítségével mindig a legerősebbre próbál ráfogni, mert itt kell a legkisebb adóteljesítményt igénybe venni, ezáltal a frekvenciasáv relatív interferencia mentes lesz, kihasználtsága és gazdaságossága növekszik. Az 1. táblázat alapján jól értelmezhető a csatorna-frekvencia hozzárendelés.

Az első teszt első sorának második értéke a pillanatnyi vételi térrerőt adja meg dBm egységben. A -99 dBm alatti értékek előjelét a 3 karakter miatt nem jelzi ki a telefon.

Az átlag térrerő -60...-80 dBm körüli, bázisállomás közelében viszont

nem ritka a -50 dBm érték sem. A vonal általában -110 dBm-nél szokott biztosan megszakadni. Az első sor harmadik értéke a telefon adófokozatának teljesítményét jelzi ki. Amennyiben az adófokozat aktív, egy \*-ot és egy 0-tól 5-ig terjedő számot látunk itt. A 0 a legkedvezőbb, ugyanis ekkor ad a legkisebb teljesítménnyel a telefon. A minimális adóteljesítmény a 900 MHz-es rendszerben 20 mW, az 1800 MHz-es rendszerben pedig 2,5 mW.

A második sor második értéke igen érdekes információt hordoz. Ebből az értékből megállapítható az adótorony és a rádiótelefon távolsága 550 m-es felbontással. A telefon tehát a BTS TA · 550 m és (TA + 1) · 550 m sugarú környezetében helyezkedik el.

Az RQ érték az átvitelben keletkezett hibák mennyiségét azonosítja. Az



# GLOBAL FOCUS Kft.

1119 Budapest, Etele u. 59-61.

E-mail: info@globalfocus.hu Honlap: www.globalfocus.hu

## Műszerek, mérés-technikai eszközök forgalmazása

**METEX** asztali- és kéziműszerek

**PICO** PC-s alapú mérés-technikai megoldások

**GOODWILL** oszcilloszkópok

**Szervizműszerek:**

- funkciógenerátorok
- frekvenciaszámlálók
- tápegységek

**TES** környezeti jellemzőket vizsgáló műszerek:

hőmérséklet-, fény-, hangszint-, páratartalom-, fordulatszám- és légsebességmérők

**PROTEK, HC** oszcilloszkópok

A teljes termékskála megtekinthető

[www.globalfocus.hu](http://www.globalfocus.hu) című honlapunkon.

### Rendelés - Információ

Telefon: 481-1233, 481-1161; Fax: 203-4355

E-mail: gmark@mta.mmsz.hu; bvarga@mta.mmsz.hu

### Ajánlatunkból



DG-20 Kétsatornás oszcilloszkóp

DS-8706/8710 100 MHz-es oszcilloszkóp

LCR-814 Nagyfelbontású LCR-mérő

IWATSU Brings Tárolós digit. szköpök

M3800 Digitális multiméter

Protek 305 True RMS lakatfogó

TES-1326 Lázercélzás infrahőmérő

ME 6000 4 digitos multiméter

Megrendelésüket - kérésükre - csomagküldő szolgálattal, szállítási költség fejében házhoz szállítjuk!



érték 0-tól 7-ig mozoghat; a 0 érték 0,2% alatti átviteli hibát jelöl. Az érték eggyel való növelése kétszeres hibát jelez, így a végére megkaphatjuk az elméleti bevezetőben említett 12,5% körüli hibát.

A gyakorlatban 3-ig nem vehető észre semmi, a hibajavító algoritmusok igen jól korrigálnak; 4 körül már kezdődik a „bugyborékolás”, 7 esetén pedig a vonal szakadozni kezd. Ha beszélgetés közben rossz vonalat tapasztalunk, de ez az érték a mi telefonunkon 0 és 3 közötti, akkor a másik fél oldalán van probléma az adás-vétellel.

Az RLT az átviteli hibák gyakoriságát jelzi, a hibás átviteli csomagokat számolja, vagyis: ha van egy hibás csomag, akkor növekszik az érték, ha jó, akkor csökken egészen nulláig. Ha emelkedve elér egy értéket, akkor megszakad a hívás.

A 2-es teszt az éppen használt cella legfontosabb információit jeleníti meg. A PM a lapozási módot jelzi ki, általában NO, azaz normál módban van a telefon. RO felirat a roaming során fordulhat elő. Szintén a roaming funkciót jelzi ki az első sor harmadik értéke, normál üzemmódban üres ez a hely. A BC alatt szerepel az éppen használt BTS adó-vevő azonosítója, ez az érték 0 és 63 közötti szám. A második sorban 0-tól 7-ig a fennálló kapcsolat vételi jellemzői láthatók.

A 3, 4, 5-ös tesztek a környező cellák fontos jellemzőit tárolják, adott esetben ezekből választhat a telefon egy frekvenciaugrás során. Az alsó sorban található betűk jelentése a következő: az F tiltott, az N normál, a B lezárt, az L pedig alacsony fontosságú csatornát jelöl. (A lezárt csatornákra a telefon magától nem lép fel, de kényszeríteni lehet rá.)

A 6-os teszt alatt a preferált és tiltott hálózatok listája található. Minden hálózatnak van egy MCC- és egy MNC-kódja. Az MCC-kód azonosítja az országot, esetünkben ez 216, az MNC pedig a szolgáltató kódja. A Pannon esetében 01, a T-Mobile 30, a Vodafone pedig 70. A tiltott hálózatok listája azokat tartalmazza, amelyekre az adott SIM-kártyával nem lehet bejelentkezni.

A 7-es tesztértékei rendszerinformációs biteket tartalmaznak. Az első bit a segélyhívások engedélyezettségét jelöli: 0 a tiltást, 1 az engedélyezettséget mutatja. A harmadik a felsávészélességgel működő csatornák állapotát mutatja.

A következő, igen sokatmondó teszt a 11-es. Itt nyílik lehetőség a telefon helyzetének körül-belüli megállapítására, ugyanis a pillanatnyi cellahelyzet-értékek ebben a tesztben kerülnek kijelzésre. Az első sorban az éppen használt hálózat MCC- és MNC-kódja látható. A második sorban az ún. LAC (local area code), azaz az aktuális cella területi kódja látható. A harmadik sorban a pillanatnyilag használt csatorna száma látható, amely egyébként az első tesztben is előfordul. Az utolsó sorban a cellaazonosító, a „cellaID” olvasható. A LAC- és a CID-értékekből térképet készítve, az országban bárhol baráncolva meg tudjuk mondani, hogy cellaszinten hol vagyunk éppen. Mivel ilyen térkép publikusan nem hozzáférhető, de esetleg a kedves olvasók szeretnének ilyenhez jutni, kérem jelezzék, kellő számú kísérletező egyén összegyűlése esetén közösen készíthetnénk egy *Magyarország LAC- és CID-térképet*. Ehhez természetesen az szükséges, hogy az ország különböző területein élők jelentkezzenek a szerzőnél!

A 12-es teszt a kódolási, frekvenciaugratási információk megjelenítésére alkalmas. Az első sorban a kódolás állapota látható (on/off). A második sor a frekvenciaugrás lehetőségét jelzi ki. A harmadik sor a DTX-információt hordozza. A DTX bekapcsolásával elérhető, hogy a beszéd közti szünetekben a telefon alacsonyabb teljesítményszinten üzemeljen, ezáltal a fogyasztása mérséklődjön. Természetesen a BTS-ek, azaz az adótoronyok nem mindegyike támogatja ezt az energiakímélő üzemmódot, így néha OFF állásban találjuk ezt a kapcsolót.

Az eddigi tesztek csak adatot hordoztak, a 17-es, a 18-as és a 19-es teszt azonban képes beállítást is változtatni. Ezek közül a 18-ast mutatjuk be, majd a 17-est és a 19-est, de vigyázzunk, mert az utóbbi két teszt átkapcsolásával a telefont üzemmódtelenné is lehet tenni nem szakértő kezek által.

A beállítást eszközölő teszteket következő állapotukba állítani úgy lehet, hogy megegyeszer belépünk ugyanabba a tesztbe. A következő állapot elérésére ismét belépünk, és így tovább. Egy tanács: mielőtt egy tesztet elállítunk, feltétlenül írjuk fel papírra az eredeti értékét, mert esetleg elfelejtjük, hogy mi volt a kezdőérték.

A 18-as teszt alkalmas arra, hogy zseblámpává varázsoljuk telefonunkat. A „Lights On” és a „Lights Off” lehe-

tőségek közül választhatunk. A menüpont akár az akku kisütésére is használható, mert a bekapcsolt világítás eléggé sokat fogyaszt. Beszélgetés közben nem véletlen, hogy bő 10 másodperc elteltével kikapcsol a világítás.

A 17-es teszt bekapcsolásával egy adott csatorna használatára kényszeríthetjük telefonunkat. A csatornaszámot – ki tudja, miért – a SIM kártya 33. helyére kell elmenteni telefonszámként. Pl. ha csak az 52-es csatornát szeretnénk használni, akkor az 52-es számot kell telefonszámként megadni a 33. helyre. A 33. hely megállapítása igen egyszerű, főleg, ha a SIM-kártya telefonkönyve eléggé telített. A netmonitorból kilépve a főképernyőn be kell ütni a „33#” kódot, így megtudhatjuk, hogy melyik telefonszám foglalja el a 33. helyet a SIM-kártyán. Ezt a számot vissza kell keresni a telefonkönyvben, majd pedig módosítani a számot a kívánt csatornára. Ha ezek után a 17-es tesztet ON-ra állítjuk, a dolgot élesben is kipróbálhatjuk. Figyeljünk arra, hogy amennyiben a megadott csatorna elérhetetlen, a telefon nem fog a hálózatra kapcsolódni. A teszt bekapcsolása tulajdonképpen azt jelenti, hogy tiltjuk a handovert, azaz kikapcsoljuk az automatikus frekvenciaugrást. Ennek gyakorlatilag haszna nincs, mert a telefon mindig a legjobb térorösségű csatornára áll rá. Egy esetben viszont mégis jól jöhet ez a funkció: ha valamelyik erősebben vehető csatorna interferenciásabb, mint esetleg egy gyengébben vehető, hiszen a telefon ebben az esetben az erősebb, de rosszabb csatornát választja.

A 19-es tesztel még ennél is óvatosabban bánjunk, mert esetleg a szolgáltató haragját vívhatjuk ki magunknak. Minden csatorna hordoz ún. „Cell Barr” információt, amely megmondja a telefonnak, hogy az adott sáv használható-e számára, vagy sem. „ACCEPTED” állásban a telefon figyelembe veszi a flag-et, így a tiltott frekvenciákat nem tudja a telefon igénybe venni. „REVERSED” módban csak a tiltott cellákon próbál böngészni a telefon. A harmadik állásban, a „DISCHARD”-ban pedig a készülék nem veszi figyelembe a flag állapotát, azaz bármelyik sávot használni fogja. A tiltott csatornák rövid idejű használata esetleg akkor jöhet szóba, ha a hálózat rendkívül telített és nem tudunk hívást kezdeményezni. Mivel a tiltott csatornákat nem sokan ismerik, azok biztosan szabadok

## 2. táblázat

Kijelzett érték	Magyarázat
xxxxx	Nincs töltő csatlakoztatva
BatCk	Akku ellenőrzése
ChaCk	Töltő ellenőrzése
Charg	Töltés
CelBr	Az akku legalább egy cellája rossz
CurFa	A töltő hibásan működik
Faile	Hiba
LithC	Li-ion-akku töltése folyamatban
LiTxO	Li-ion töltése közben működik az adófokozat
TmpFa	A hőérzékelő hibás
TxOnC	NiMH töltése, miközben az adó működik
VolFa	A töltő feszültségmérése hibás

lesznek, már ha vannak éppen ilyenek...

Ismételten s nyomatékosan felhívom az olvasók figyelmét, hogy a 17-es és a 19-es teszt használatával legyenek óvatosak, továbbá azokat csak a saját felelősségükre állígtassák!

A 20-as teszt adatokat jelez ki: az akku állapotát, feszültségét, hőmérsékletét, töltését lehet vele figyelemmel kísérni. Az első sor első száma századvoltonban adja meg az aktuális akkufeszültséget: pl. a 261-es érték 2,61 V-ot jelent. Az első sor második fele csak töltés idejére aktiválódik; a 2. táblázat mutatja a kijelzett információ jelentését. A teszt második sora az akku hőmérsékletét mutatja Celsius-fokban. A CHTIME alatt az akku feltöltéséhez szükséges időtartamot láthatjuk óraperc felbontásban. A harmadik sor elején a töltőfeszültség értéke látható tizedvoltonként. A negyedik sor eleje az éppen csatlakoztatott akku névleges kapacitását írja ki, mAh-ban. Az utolsó érték pedig a töltés befejezéséig várható időt jelzi ki, persze csak töltés esetén mutat helyes értéket.

A 23-as teszt is az akkuról ad információt, itt viszont az üzemi adatokat kísérhetjük figyelemmel. Az első sor bal oldalán az akkufeszültség értéke szerepel, miközben az adófokozat aktív. A jobb oldalon pedig kikapcsolt adó melletti érték olvasható millivolt mértékegységben. Alatta a várható

standby feszültség látható. Ebből a három értékből lehet egyértelműen kiolvasni az akku állapotát, ugyanis: ha a standby feszültség és a terhelés alatti, bekapcsolt adófokozat melletti feszültség lényegesen eltér egymástól, akkor bizony az akku már meglehetősen használt. A második sor elején a töltés közbeni töltőáramot vizsgálhatjuk meg. A harmadik sor elején az akku életkora látható, a 0 az új, a 100 pedig az elhasznált értéket jelzi. A tapasztalatok szerint csak a Li-ion-akkuknál használható ez az adat, NiMH-akkuknál mindig 33-as érték látható. A harmadik sor közepe az akku százalékos töltöttségét mutatja; sajnos nem mond többet, mint a térerőjelző-csík, mert csak 0-25-50-75-100 értékeket tud kijelezni. A harmadik sor végén egy igen érdekes funkciót találunk. Itt lehet megtudni a pillanatnyi áramfelhasználást, tizedmilliamperben. A TMP pont alatt az akku hőmérséklete olvasható le, amennyiben Li-ion akkut használunk. A negyedik sor második értéke a töltés esetén már feltöltött kapacitást mutatja, míg az utolsó értékből meg tudhatjuk, hogy a töltöttségi indikátor következő „pálcikája” mekkora kapacitásnál villan fel.

A 35-ös menüpontban azt az okot tudhatjuk meg, ami miatt a telefon szoftvere a legutóbb újraindult. A következők szerint azonosíthatjuk a kiírt adatokat:

## 3. táblázat

CC felület		MM felület		RR felület	
1	Ismeretlen szám	2	IMSI ismeretlen a HLR-ben	0	Normál bontás
16	Normál hívás vége	3	Tiltott (lopott)	1	Ismeretlen
17	Foglalt	4	IMSI ismeretlen a VLR-ben	2	Csatorna nem megfelelő
18	Nincs válasz	5	IMEI nincs elfogadva	3	Időzítő lejárt
19	Használónál jelez, nincs válasz	6	Tiltott	4	Nincs adásban a rádiócsatorna
21	Hívás elvetve	11	PLMN nem megengedett	5	Előző üres kioldás
27	Hívott nem működik	12	Nem engedélyezett terület	8	Átadás nem lehetséges
34	Nincs elérhető csatorna	13	Roaming nem megengedett	9	Csatorna módja elfogadhatatlan
38	Hálózati hiba / hálózat nem működik	17	Hálózati hiba	10	Frekvencia nem tejesíthető
41	Átmeneti hiba	22	Torlódás	65	Hívás készenlét törölve

## SW reset

Norm  
Unkno  
Swsim  
Swdsp

## Oka

Normál ki-/bekapcsolás  
Ismeretlen  
SIM kontakthiba  
DSP felépülés törlése

A 39-es teszt igen hasznos lehet, ha az utolsó kapcsolat megszakadásának okát keressük a CC hívásvezérlő felületen, az MM nyilvántartó felületen, vagy az RR a rádióerőforrás felületen. A kódokat összefoglalva a 3. táblázat mutatja.

A 45-ös tesztben a Nokia 5110-es különleges funkcióját lehet előhívni. A „transmitter”, azaz a telefonkagyló engedélyezését, ill. tiltását lehet itt eszközölni. A lényeg, hogy az adófokozat állapotát ezzel a teszttel lehet befolyásolni. Eredménye: a kikapcsolt állapotban is működnek a telefon funkciói, de a külső szemlélő számára elérhetetlenek maradunk. Bár eddig nem sikerült praktikusságát bizonyítani, de érdekes.

Az 51-es teszt a SIM-kártyával kapcsolatos információkat hordoz. Az első sor első értéke a SIM-kártya feszültségét írja ki. Itt 3, 3,5, illetve 5 V szerepelhet. A SIM feszültségét a belső kapcsolóüzemű tápegység állítja elő a stabilitás érdekében. A második szám a SIM átviteli sebességét mutatja. A sor utolsó információja SIM-clock állapotát adja meg. A 3. sorban a biztonsági kódok, PIN- és PUK-kódok még lehet-





20. ábra

séges próbálkozásainak számát tudhatjuk meg: sorrendben a PIN1, a PIN2, a PUK1 és a PUK2-ét.

A telefon nyilvántartja a készülék által forgalmazott hívások és SMS-ek számát. A 63-as tesztben a fogadott és a kezdeményezett hívások nyilvántartása történik. Az első sorban az utolsó kapcsolatmegszakadás iránya látható: az UN ismeretlen, az MO a telefonról indult, az MT a hálózatról indult, az IN pedig belső okot jelöl. Ha beszélgetésünket a másik fél szakítja meg, akkor MT felíratot kapunk, ha mi, akkor MO-t. A második sor első része, a MO-CATmp az összes, készülékünkéről indított hívást számolja, függetlenül attól, hogy sikeres volt-e vagy sem. Az MO-OK a telefonról indult sikeres, azaz a másik oldalon felvett hívásokat regisztrálja. A harmadik sor teljesen hasonlóan működik, csak a kívülről hálózatról beérkezett hívásokat tartja nyilván.

Az SMS-ek nyilvántartása a 65-ös menüpont alatt érhető el. Az első sorban található MO alatt a telefonról küldött, az MOOK alatt a sikeresen elküldött és meg is érkezett SMS-ek száma látható.

A második sor hasonló a kívülről jövő, nekünk küldött, illetve fogadott üzenetek tekintetében. A 63-as és 65-ös menükkel kapcsolatban csak az a probléma, hogy háromszámjegyű a kijelzés, tehát legfeljebb 999 lehet a számlálók értéke. Ez azért gond, mert nem lehetséges hosszabb időtartam megfigyelése, főleg komolyabb telefonhasználat esetén.

Az SMS- és a hívásszámlálást a 60-as tesztbe lépéssel resetelhetjük, ill. nullázhatjuk.

A 75-ös teszt a telefonhoz csatlakoztatható interfészek állapotát felügyeli. A netmonitor képes azonosítani a telefonhoz kapcsolt perifériákat, így az első sorban kaphatunk HP eredményt, ami a normál üzemmódot azonosítja. A HEADSET felírat a fejhallgató csatlakoztatását jelenti, a telefon onnan képes ezt felismerni, hogy a csatlakozó 1-es és 2-es lába gyakorlatilag rövidzárat kap a dinamikus hangszórón keresztül. HF felírat az autós szett rákapsolását jelzi. Ekkor a 2-es és a 3-as láb kap rövidzárat, így a telefon tudja, hogy a gépkocsiban használjuk.

Az 5110-es netmonitora tartalmaz időmérő számlálókat is. Ezek a számlálók a 82-es teszten keresztül érhetők el. Óra-perc kijelzésűek, de fontos tudni, hogy csak addig adnak pontos értéket, ameddig a teszt aktív. Tehát a netmonitorból való kilépés esetén már nem számolnak helyesen. Az első sorban a PwrOn megmutatja, hogy mennyi ideje kapcsoltuk be a telefont, mellette az InServ a hálózati lefedettségben eltöltött időt mutatja. A második sor NSPS része a lefedettség nélküli eltöltött időt számlálja, míg a TxOn pedig a telefon adófokozatának bekapcsolt állapotában eltöltött idejét méri. A harmadik sorban látható a számlálók állapota, azaz, hogy aktívak-e vagy sem. A 82-es teszt számlálót a 81-es beállító menüponttal lehet működésre bírni, vagy leállítani, a 80-as teszt lefut-

tatása pedig számlálónullázást eredményez.

A 88-as teszt szintén egy adatmegjelenítő menüpont, amelyben a telefon szoftverének verziószámáról, kiadásának dátumáról, továbbá az MCU-checksumról programellenőrző érték tájékozódhatunk.

A netmonitor tartalmaz nem látható teszteket is, ezek a következők. A 241-es teszt indítása után már billentyűzetről nem tudjuk visszakapcsolni a netmonitort, deaktiválódik. Kábellel természetesen újra visszakapcsolható. A 242-es teszt az ún. kis netmonitort aktiválja, ezáltal csak az 1...19 tesztek érhetők el lapozással. A 243-as beírása újra láthatóvá teszi a teljes rendszert.

## Programismertető

A Nokia gyártmányú telefonokhoz igen sok felhasználói programot fejlesztettek. Ez a típus egyébként a programok tekintetében a legjobban ellátottak közé tartozik. Köszönhető ez többek között annak is, hogy a Nokia szemlélete alapvetően felhasználóbarát és grafikus. E telefonok rendelkeznek operátorlogóval, némelyek kép-üzenet-küldési lehetőséggel, bekapcsolási animációval (startup logo), csengőhangcsere-lehetőséggel. A telefonok ún. hálózati függetlenítése szoftverek segítségével lehetséges.

A továbbiakban négy, igen érdekes funkciókat tartalmazó programot mutatunk be. Az egyik, a *Logomanager* az átlagfelhasználó igényeit maximálisan ki tudja szolgálni, ugyanis képes a telefonkönyv és az SMS-ek teljes körű kezelésére. Kezeli az operátorlogót, a képüzeneteket, az indítólogót, valamint a netmonitort aktiválását is támogatja. Az FBUS- és az MBUS-kommunikációt is támogatja. Meglepő funkciója, hogy felismeri a csatlakoztatott telefont, annak képét is megjeleníti. Magyar nyelven is kezelhető (persze nem minden funkció jelenik meg magyarul, azaz nem teljes a honosítás, de a főbb opciók magyar nyelvűek).

A program demó változata ingyenes, mindenki számára hozzáférhető a <http://winsoft.ini.hu> weblapon. A másik program a *Nokia Profile* névre hallgat, funkciói függetlenek a Logomanagerétől, de futtatásához szükség van rá, mert annak kommunikációs modulját használja. Segítségével finombeállításokat végezhetünk a telefonunkon. Ezek a beállítások veszélytelenek, nem



befolyásolják a telefon alapvető működését. A harmadik program egy MBUS-os szoftver, a *Nokia tool*, amely már óvatosabb kezelést igényel. Fő haszna, hogy a régebbi DCT3-as telefonokat függetleníteni lehet segítségével. A negyedik szoftver egy adatkábel nélküli függetleníítő program, amely az összes DCT3-as telefont képes kezelni.

### Logomanager

E program főablaka a 20. ábrán látható. A szoftvert a nevéből adódóan elsősorban logók és egyéb grafikus finomságok elkészítésére alkották. Tervezhetünk operátorlogót, Nokia group graphicot (azaz csoportlogót), 3210-es képüzenetet és startup (bekapcsolási) logót. A kiválasztó ikonok a toolbar közepén foglalnak helyet. A program nagyon jól használható grafikus szerkesztő képességekkel rendelkezik, amelyek a jobb oldalon függőlegesen foglalnak helyet.

A toolbar bal oldala a szokásos fájl és vágólapkezelő gombokkal telik meg, jobb oldalon pedig a telefontól végezhető műveletek ikonjai láthatók. Tud magyarul, valamint felismeri a csatlakoztatott telefont; itt egy 3210-es operátorlogója áll szerkesztés alatt. Felismeri az éppen aktuális hálózatot, de hálózatba jelentkezés nélkül is kezeli a telefon elérhető funkcióit. A program ezen verziójának érdekessége, hogy képes a Windows-asztról fényképezni, a kapott részletet pedig a logószerkesztésnél beilleszteni.

A program további funkcióit: kezeli a telefonkönyvet, az SMS-tárat, vala-

mint lehetséges vele csengőhangot is készíteni, illetve feltölteni. A kapcsolódási lehetőségei igen széleskörűek, az MBUS- és az FBUS-módon kívül még a kétféle infrát is ismeri. Az egyik az alaplap infraport, ekkor az IrDA-drívvert használja, a másik pedig valamely soros porton (COM1, COM2) infrafénnyel megvalósított kommunikáció; ez lényegében a vezeték helyett fényt használó adatkábelt jelenti.

### Nokia profile

A 21. ábrán látható programmal a telefon finombeállításait végezhetjük el. Némely telefonok megengedik a kijelző kontrasztjának szoftveres beállítását, amely egy pontatlan szervizbeállítás után igen jól jöhet. Alkalmazhatjuk az eredeti gyári beállításokat, ekkor azonban legyünk óvatosak, mert elveszik minden személyes beállításunk. A netmonitort engedélyezhetjük, illetve újraindíthatjuk a telefon mikroprocesszorában futó szoftvert. Egyes telefonok támogatják a 14400 bit/s-os adatátviteli sebességet – pl. internetezésre (nem wap!) –, amelyet itt lehet bekapcsolni. A tapasztalat viszont azt mutatja, hogy nem lesz jelentős változás a 9600-hoz képest, mivel a nagyobb sebesség több hibát, ezzel együtt gyakoribb hibajavítást igényel, így az effektív sebesség nem növekszik jelentősen. Bizonyos telefonokban „elrejtettek” játékokat, ezeket is itt lehet elővarázsolni. Összeségében igen hasznos programocska, sajnos csak angol nyelvű. Ez is letölthető a fentebb említett honlapról.

### Nokia tool

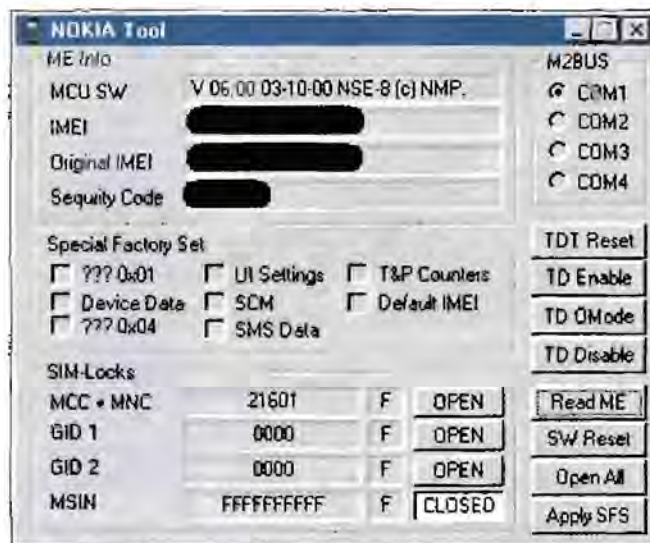
Egy igazi szervizprogram(ocska), amelynek segítségével a legfontosabb felhasználói információk megtudhatók a telefonról. A főablak a 22. ábrán látható. Csak MBUS-protokoll segítségével kapcsolódik a telefonhoz, de a soros portot a felhasználó választhatja ki. A „ME info” groupboxban a telefon szoftverének verziószáma, a készülék IMEI-száma és biztonsági kódja olvasható helyes csatlakozás és a „Read me” gomb megnyomása után. A „SIM-locks” keretben az egyes záruk állapota tekinthető meg, illetve régebbi verziójú telefonoknál módosítható (a régebbi verzió az 5110-esnél a <5.28-ast jelenti). Itt lehet kísérletezni a különféle záruk hatásaival, egyre azonban figyeljünk: feltétlenül győződjünk meg arról, hogy a telefonunk régebbi verziós legyen, mert ellenkező esetben csak lezárni tudjuk a telefont, kinyitni nem. (Ez a cikk szerzője e-mailben készséggel segít az ilyen jellegű problémák megoldásában.) A „Special factory set” keretben különféle beállításokat eszközölhetünk, javasolt azonban ezeket békén hagyni, mert kárt okozhatunk vele a telefonban.

### Függetleníítő program

Bár a kezdeti időktől fogva letezett az adatkábel nélküli függetlenítés, de csak kevés, eléggé beavatott személy kiváltsága volt. Az internet jóvoltából mostanában már nincs szükség adatkábelre, ha hálózatfüggetleníteni szeretnénk a telefonunkat.

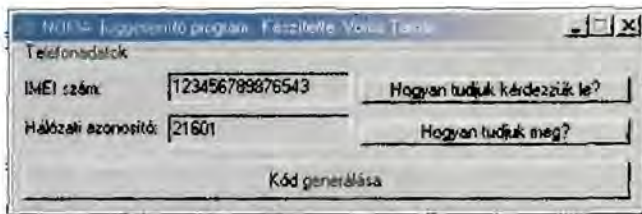


21. ábra



22. ábra





23. ábra

Az adott zárat a telefonban egyértelműen azonosítani lehet az IMEI-szám és a szolgáltatókód (network provider, NetProv) segítségével. A szolgáltatókód is egyértelmű, mivel az öt szám első három számjegye az országot, a másik kettő pedig azon belül a GSM-szolgáltatót azonosítja (lásd fentebb: Netmonitor, 6-os teszt). Ebből a két értékből generálható egy kód, amely képes a telefon megfelelő zárját kinyitni.

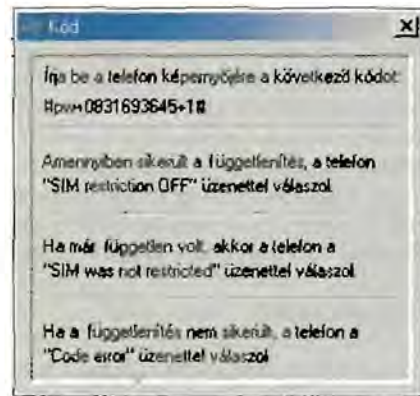
A generáló algoritmus természetesen fellelhető az interneten, viszont csak megfelelő programozói tudással rendelkezők veszik hasznát, mivel Visual C++-ban írták. Az alpprogramot lefordítva és elindítva, egy rendkívül nehezen kezelhető DOS-ablakot kapunk, amely kiírja ugyan a helyes kódot, de minden egyes kódgenerálásnál újra kell fordítani a programot. A felhasználók ugyanis joggal várhatnak el egy könnyen kezelhető, tetszetős, grafikus felületet. A probléma megoldására két lehetőség kínálkozik: vagy átírjuk egy magasabb szintű programnyelvre az algoritmust, vagy megtartva a C nyelvet a Borland cég C++-Builder nevű platformját használva készítjük el a programot. Az utóbbit választva kaphatjuk a 23. ábrán látható programot. Használata igen egyszerű, mivel csupán a két – az előzőekben említett – kódot kell megadni, a „Kód generálása” gomb megnyomása után pedig kiadja a telefon billentyűzetével beírandó kódot.

Az IMEI-szám lekérdezését már tárgyaltuk, de emlékeztetés képpen: a „#06#” kódot kell a telefon főképernyőjén beírni, a szolgáltatókód pedig a szerkesztőmező melletti „Hogyan tudjuk meg?” feliratú gomb megnyomásával azonosítható (24. ábra).

A program által kiadott kód a 25. ábra szerint alakul. A kód szerkezete a következő: „#pw+...#” keret fogja össze a szerkezetet. A „+” jel utáni 10 jegyű kód keletkezik az algoritmus lefuttatása után. Ezután ismét egy „+” jön, majd egy egyjegyű szám, amely a felnyitandó zárat azonosítja. Szolgáltatózár esetén ez a szám „1”. Amennyiben sikerült a procedura, a telefon néhány másodpercig látható „SIM restriction off”, vagy ha magyar nyelvű, akkor „SIM korlátozás kikapcsolva”



24. ábra



25. ábra

üzenettel nyugtazza ténykedésünket, majd újraindul. A kódbeírás próbálkozások nem teszik tönkre a telefont, csak azt eredményezik, hogy a harmadik sikertelen kód után már csak kábellaal lehet függetleníteni!

Tekintve, hogy a függetlenítés a billentyűzetről bevitt karaktersorozattal történik, akárcsak egy telefonszám vagy egy SMS bevitelle, biztosan a legális kategóriában marad. Legfeljebb a mobilszolgáltató bosszankodhat azért, hogy némi bevételkiesést okoztunk neki, mivel nem a jóval drágább, eredetileg szolgáltatófüggetlen telefont vásároltuk meg a kínálatából.

Az imént említett procedura csak DCT3-as telefonokra működik, de már a DCT4-es készülékekre is hozzáférhető a forráskód. Igaz, utóbbiak szerkezete és működése is jóval bonyolultabb, továbbá nem olyan egyszerű más nyelvre átfordítani.

*Reméljük, hogy e rövid ismertető felkeltette a Kedves Olvasó figyelmét, s kedvet adott a kísérletezéshez. Kívánunk mindenkinek eredményes fejlesztéssel eltöltött perceket, órákat.*

## Általános iskolák, közép- és felsőfokú oktatási intézmények, figyelem! itt a RIA, a RÁDIÓTECHNIKA Iskola Akciója!

Célunk a gyakorlati oktatás, a szakköri munka segítése, a kezdő elektronika-barátok gyakorlati készségének fejlesztése. A RIA keretében bármely oktatási intézmény 1 éves\* RÁDIÓTECHNIKA előfizetéssel a következő kedvezményeket nyeri el:

- tanáraik, tanulóik (diákigazolvánnyal) 10%-os árengedménnyel vásárolhatnak a HAM-bazárban,
- a soron következő RT évkönyvet ingyen megküldjük az iskolának,
- régebbi lapjainkból és évkönyveinkből alkalmanként díjmentesen vihetnek az iskolák.

\*bármely folyamatos, 12 hónapos

Tel./fax: 239-4932, 239-4933 1374 Budapest, Pf. 603 hambazar@radiovilag.hu



# Kompakt, GSM alapú távfelügyeleti állomás

Ferenczi Ödön és Kovács Tamás okl. villamosmérnökök

Egyre nagyobb igény jelenkezik az olyan riasztórendszerek megvalósítására, amely kisebb létesítmények (pl. lakások, üzlethelyiségek, hétfégi házak stb.) védelmét látja el oly módon, hogy a nem várt esemény bekövetkezőkor arról a lehető legrövidebb időn belül értesítse az illetékest (pl. lakásba történő behatolás, tűz, vízvízvárgás stb.), hogy az általa legjobbnak ítélt beavatkozás mielőbb megtörténhessen.

Erre legalkalmasabbnak tűnik a mobiltelefon használata. A cél olyan eszköz kifejlesztése volt, amellyel a felhasználó viszonylag kis költséggel megoldhatja, hogy nagy biztonsággal, kényelmes módon, mobiltelefonján értesüljön az esetleges riasztási eseményről, illetve mobiltelefonja segítségével be is tudjon avatkozni (akár külföldről is), amennyiben az szükséges. A költségek minimalizálása mellett fő szempontként jelentkezett az is, hogy a kommunikációhoz ne legyen szükség vezetékes telefonvonalra. Ez sok esetben nem is lenne megoldható (pl. gépjármű, tanyaépület, borospince, horgásztanya, úszóház vagy hajó stb.).

A következőkben ismertetésre kerülő rendszerrel, gazdaságosan és egyszerűen kialakítható távfelügyeleti állomást készíthetünk pl. lakásunkhoz, hétfégi házukhoz, vagy gépjárművünkhöz. A rendszer esetében a távjelzés és távvezérlés GSM-hálózaton keresztül történik. Így mobiltelefonunk révén értesülhetünk pl. a lakásunkban történő nem várt eseményekről és szükség esetén be is avatkozhatunk azok menetébe. Ez így eléggé általánosan és hivatalosan hangzik, ezért a működést egy konkrét példán keresztül mutatjuk be, amitől természetesen a szükségnek megfelelően eltérhetünk. A konkrét kialakítás mindenki saját igényei szerint, rugalmasan alakítható. Az itt bemutatásra szánt rendszer egy hétfégi ház távfelügyeleti és betöréscijelő riasztó funkcióját látja el. A rendszer alapját egy korábbi Rádiótechnika Évkönyvben (RT ÉK 2004. 146-149. old.) már bemutatott FlaShMS fantáziánévű GSM kommunikátormodul ké-

pezi (lásd 1. ábra.). E mikroprocesszoros vezérlésű kommunikátormodul egyaránt alkalmas – GSM-hálózaton keresztül – távjelzésre és távvezérlésre. A jelzés átvitele a hozzá csatlakoztatott mobiltelefon segítségével történik.

A modul részletes leírása a fent említett évkönyvben már ismertetésre került. E hazai fejlesztésű és -gyártású modul elérhető áron beszerezhető vagy utánépíthető, a gyártó által amatőr felhasználóknak biztosított egységcsomagból is. (F 1.). Részletes ismertetésére itt csak tömbvázlat szintjéig térünk ki. A modul tömbvázlatát a 2. ábrán láthatjuk.

A modul egy Nokia gyártmányú mobiltelefonhoz kapcsolódik, annak rendszerbuszján keresztül. A távfelügyelethez szükséges kommunikáció ezen, a modulhoz kapcsolódó mobiltelefonon keresztül történik. A modul ezen kívül természetesen rendelkezik bemeneti- és kimeneti interfészekkel. A modul négy bemeneti érintkezőt és négy kimeneti jelfogót tartalmaz. A be-

meneti érintkezők állapota távolról lekérdezhető, illetve a jelfogók állapota megváltoztatható. Mindezek parancs SMS-ek segítségével végezhető. A modulhoz RS-232 interfészen keresztül GPS (Globális műholdas helymeghatározó adapter) is csatlakoztatható, amelyen keresztül a modul pontos földrajzi helyzetét, is le tudjuk kérdezni, természetesen ennek leginkább mobil alkalmazásnál (gépjármű, hajó stb.) van jelentősége. Szót kell ejtenünk még az I2C interfészről is, amelyhez egy hőmérsékletérzékelő szenzor csatlakozik. A hőmérséklet távoli lekérdezésére a példánkban szereplő összeállítás kapcsán is kitérünk majd.

A GSM kommunikátormodul lelke egy 8 bites 4k flash típusú belső memóriát tartalmazó mikrokontroller. Ezen kívül tartalmaz egy 256 byte kapacitású I2C buszos EEPROM memóriát is a felhasználói adatok biztonságos tárolásához.

## Alkalmazási példa egy hétfégi ház távfelügyeletére

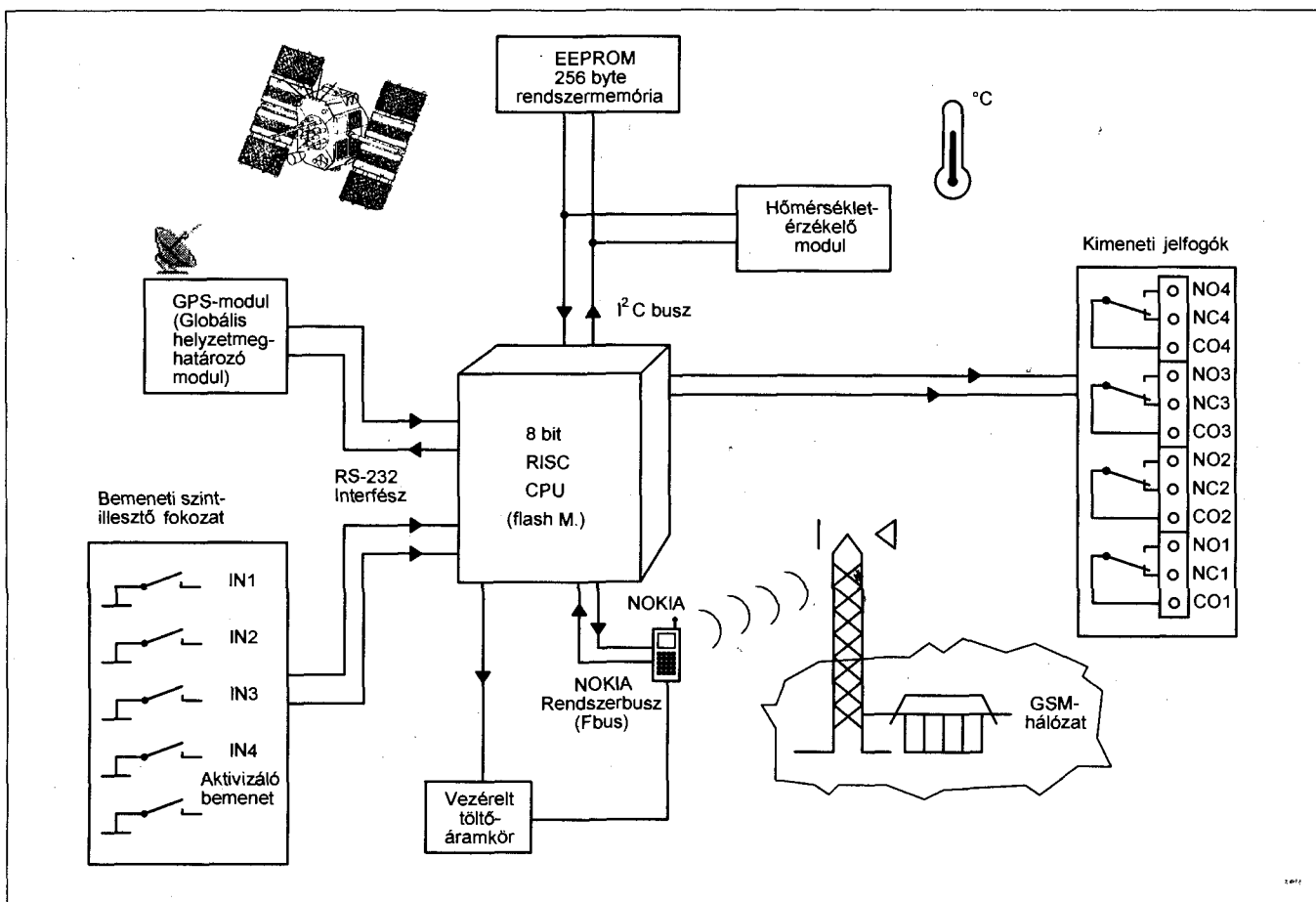
Alkalmazási példánkban egy hétfégi ház távfelügyeletét és betörésvédelmét egyaránt ellátó összeállítást mutatunk be. A rendszer vázlatos felépítését a 3. ábra szemlélteti. A GSM kommunikátormodult ebben az alkalmazásban lakásriasztónak konfiguráljuk, ezt a nyákpanelen található JP5 jumper „lehúzásával” tehetjük meg. Ilyenkor a modul bemeneteire közvetlenül ráköthetjük a lakásriasztókhöz általánosan használatos érzékelőket, amelyek aktív állapotokban (amikor az érzékelő jelez pl. riasztáskor) bontó érintkezőt tartalmaznak. Ebből adódóan nyugalmi állapotokban az érintkezőik zártak.

Az érzékelőket a modul bemeneteire úgy köthetjük, hogy az érzékelőben lévő kontaktus egyik pontja testhez, a másik pedig a modul megfelelő bemeneti pontjához csatlakozzon (lásd 2. ábra).

Példánkban bemutatott kialakításunkban (lásd a 3. ábrát) három érzékelőt alkalmazunk, nevezetesen a bejárati ajtón lévő „reed-relés” nyitáserzékelőt,



1. ábra



2. ábra

egy passzív infra mozgásérzékelőt, és egy akusztikus üvegtörés-érzékelőt. Az aktivizáló bemenetre egy „szokványos” kódzár csatlakozik, amely segítségével élesíteni, illetve kikapcsolni tudjuk a riasztórendszert. A kódzárát természetesen szükség esetén helyettesíthetjük kulcsos kapcsolóval vagy akár rejtett kapcsolóval is. A lényeg ugyanis, hogy az ún. „aktivizáló bemenetre” juttatott kb. 1 másodperces földelőimpulzus kapcsolja be-, illetve ki a riasztórendszert.

A riasztó élesített állapotba, a kódtaszatúrán beütött felhasználói kód hatására, kb. 1 perc kimeneti késleltetés után kerül. Élesített állapotban az érzékelők valamelyikének jelzése esetén a riasztómodul SMS-ben értesít minket erről az eseményről annak megfelelően, hogy melyik érzékelő jelzett, és 3 perces időtartamra meghúzza az 1-es számú jelfogót, amely esetünkben egy szirénát működtet.

A riasztó kikapcsolt állapotba a kódtaszatúrán beütött felhasználói kód hatására kerül. A bemeneti késleltetés az ajtó kinyitása indítja el, ezalatt a kb.

20 s időtartam alatt kell a kóddal a rendszert kikapcsolni, különben a fent leírt riasztási folyamat és SMS küldés fog bekövetkezni.

Megemlítjük még, hogy a 2-es és a 3-as bemenet ún. beléptető és követőzónát alkotnak. Ez azt jelenti, hogy a passzív infraérzékelő elhelyezhető abban a helyiségben is, ahol a bejárati ajtó van, kettős védelmet biztosítva így a helyiségnek.

Ez az elrendezés kisebb, vagy csak amúgy is egy fő helyiségből álló (pl. nyaraló, horgásztanya, kis üzlethelyiség stb.) számára előnyös az alábbiak miatt.

Abban az esetben, ha az ajtót nem nyitják ki, de az infra mégis bejelez (biztosan illegális behatolás pl. ha az ablakon mászott be valaki) a riasztás késleltetés nélkül bekövetkezik.

Ha azonban valaki az ajtón jön be, így az ajtónyitás érzékelővel egyidejűleg az infra mozgásérzékelő is jelez, a riasztás csak a bemeneti késleltetés után következik be, feltéve persze, hogy ez alatt nem ütük be a helyes felhasználói kódot.

Az akusztikus üvegtörés-érzékelő jelzése is azonnali riasztás vált ki, hiszen ilyenkor valószínűsíthető egy ablak betörése és az mindenképpen csak illegális lehet.

Megfigyelhetjük, hogy a 4-es bemenetre egy hőmérsékletérzékelőt (termosztát) csatlakoztattunk. A termosztát fagyveszélyre figyelmeztethet bennünket, ezért a fürdőszoba vagy más vizes helyiségben kerülhet elhelyezésre. A működés egyszerű, a termosztát akkor bontja belső érintkezőjét, amikor a környező hőmérséklet egy adott beállított érték, – esetünkben 5 °C – alá csökken. Ekkor erről a rendszer SMS-ben értesít minket, de természetesen ez nem vált ki riasztást, így a sziréna nem szólal meg.

A hőmérséklet-érzékelő segítségével lehetőség van a pontos hőmérséklet lekérdezésére is.

**Példa:** SMS küldése a modulhoz tartozó mobiltelefon számára a következő szöveggel:

**XTEabcdef**



# A RÁDIÓTECHNIKA Software Service ajánlata!

# EXOR

## EXOR V 1.0 digitálisáramkör-szimulátor program

Az áramkört a szimulátor kapcsolási rajz szerkesztőjével rajzolhatjuk meg. Kiprobált kapcsolásokat könnyen beültethetünk újakra. A rajz Epson mátrix-nyomatón 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 felhasznál-

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

Fogyasztói ára: 7500 Ft (1 db CD-n).

## RTC elektronikai méretező programcsomag

Különböző rádiótechnikai/elektrotechnikai számításokra készített, táblázatkezelő keretel 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).



## NIGHTPIC V 2.1 basic fordító PIC mikrokontrollerekhez + V 3.1 upgrade

A programrendszer az ún. PICBASIC-szerkesztő és -fordító funkciót valósítja meg (Rádiótechnika 2004/3.). E könnyen elsajátítható nyelv és a fordító birtokában igen egyszerűen, gyorsan készíthetünk PIC-mikrokontrolleres alkalmazásokat, egy égető (Rádiótechnika 2004/8.) segítségével pedig be is lökhetjük, illetve azonnal ki is próbálhatjuk azokat. A fordító kezelni tudja az I C

EEPROM-okat is, soros adatátvitel (RS-232) és egyszerű megszálláskezelés is megvalósítható vele. A mikrokontrolleres BASIC-fejlesztéshez szükség van természetesen a mikrokontrollere, a program fejlesztéséhez a BASIC-fordítóra, ill. a program betöltéséhez az égetőre.

Az alapprogram ára: 9500 Ft (CD-n), az upgrade: 4000 Ft (CD-n).

## PicProg V 1.0 mikrokontroller programozó

A Rádiótechnika 2004/6. számában bemutatott PIC-égetőkhöz készült betöltőprogram a NightPic szoftvercsomagnál is tapasztalható kellemesen és egyszerűen kezelhető windowsos felületet kínálja. A program 3-féle párhuzamos és 8-féle soros portot ismer. Alkalmas a kód, illetve amelyet PIC tartalmaz beépített, ún. on-chip EEPROM-ot,

annak olvasására, törlésére. Rengeteg kényelmi opcióval rendelkezik, a „PICinyek” (8 lábú kontrollerek) égetésére is alkalmas.

Az égetőprogram ára: 5000 Ft (1 db lemezen).



## 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 idáig megjelent számain, kiadásain

kívül 200-nál több szakkönyv adatait vittük be az adatbázisba. Intelligens - akár többszintes - keresés logikai függvény alapján! Saját, tetszőleges (műszaki) tárgyú adatbázisok is létrehozhatók! Rövid ismertetése a Rádiótechnika 2001/7. számában megtalálható.

F. ára: 4500 Ft (2 db 3,5"-os lemezen, öninstalláló). Upgrade: 2000 Ft.



## TTL, CMOS, MEMÓRIA, TRANZISZTOR, DIÓDA katalógusprogramok

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

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

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

## Assembly\_1 program

IBM PC-s tanfolyamunkhoz (RT 1993/3-16). Fogyasztói ára: 600 Ft (1 db lemezen).

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)

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



A modul néhány pillanat múlva visszaküldi nekünk a hőmérséklet értékét:

**T:+018,5C**

Egy további kényelmi funkcióra, a kimenetek távvezérelhetőségére mutatunk példát. A 2. számú relé vezérlésével példánkban egy melegvítárolót kapcsolunk be távolról, vezérlő SMS segítségével. Ez olyankor jöhet jól, ha például leutazunk nyaralónkba mire odaérünk a bojler már melegvízzel megtelve „várhat ránk”.

*Példa:* Melegvítároló bekapcsolása.

SMS-t küldünk a modulhoz tartozó mobiltelefon számára a következő szöveggel:

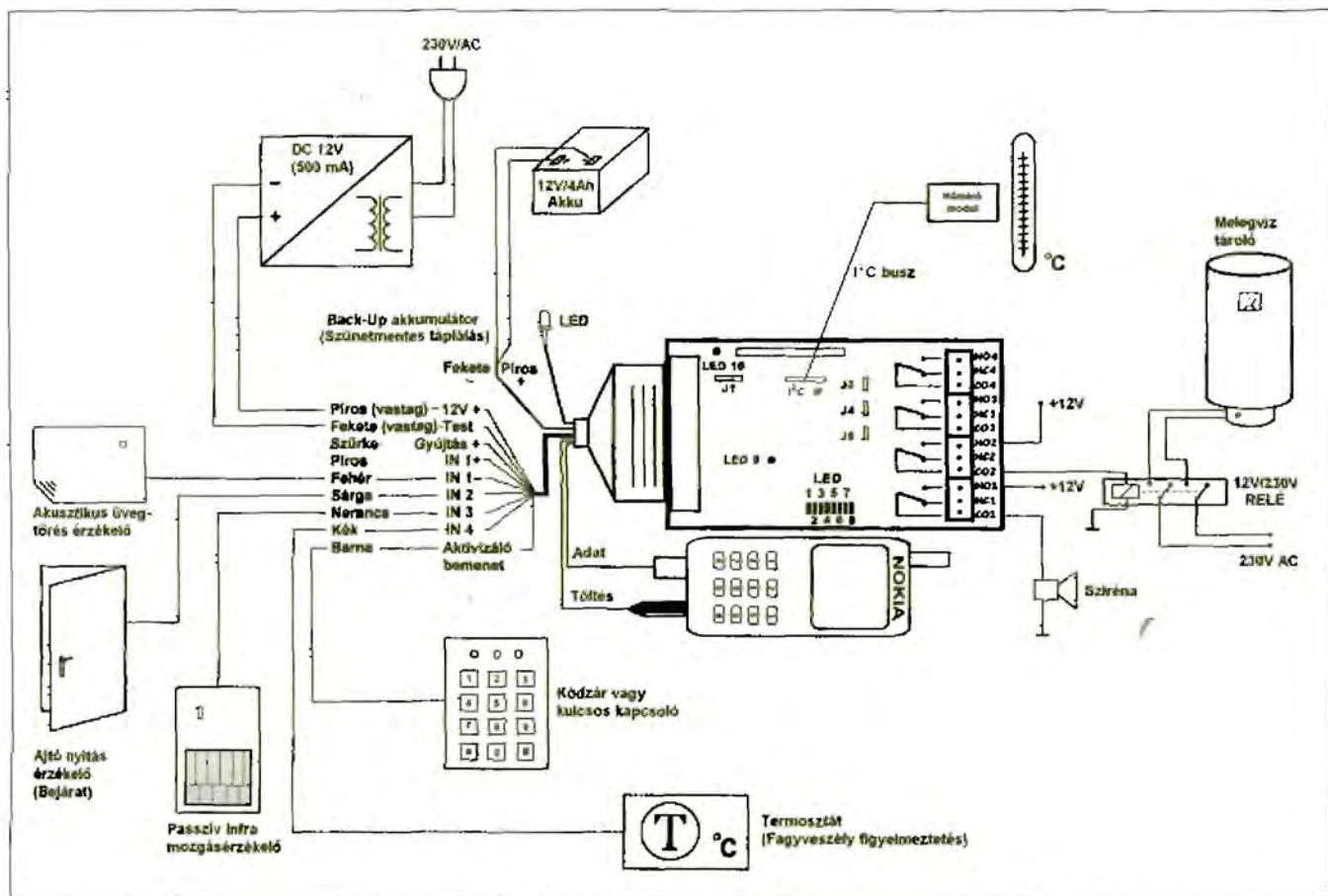
**O2Babdef**

A modul néhány pillanat múlva visszaküldi nekünk:

**INPs:III OUTs:IAH (!)  
FlaShMS!**



4. ábra



3. ábra



Bemeneti állapot:	INP:AI1	INP:AA1A
Jelentés:	Bemenetek.	
	1. Aktív	1. Aktív
	2. Inaktív	2. Aktív
	3. Aktív	3. Inaktív
	4. Inaktív	4. Aktív
Kimeneti állapot:	OUT:AA1A	
Jelentés:	Kimenetek.	
	1. Aktív (relé meghúzott)	
	2. Inaktív (relé elengedést)	
	3. Aktív (relé meghúzott)	
	4. Inaktív (relé elengedést)	

A riasztórendszer tápellátásáról külső 12 V-os egyenfeszültségű tápegység gondoskodik. Abban az esetben, ha szünetmentessé kívánjuk tenni a tápellátást, akkor a két jelölt vezetékre egy 4 Ah-s zselés ólomakkumulátort kell csatlakoztatni.

A megépített távfelügyeleti állomá-sunk központi egységének „deszkamodelljét” a 4. ábrán láthatjuk. Ebben a központi egységben foglal helyet a táp-

egység, a szünetmentes áramellátást biztosító akkumulátor, s a GSM SMS modul (lásd 1. ábra.) a hozzá csatlakoztatott mobiltelefonnal együtt.

### Tápfeszültség-figyelés

Amennyiben a tápfeszültség a kritikus határ alá (9V) csökkenne, a modul figyelmeztető SMS-t küld:

### DCoutage!

Csak a riasztó bekapcsolt állapotában küld ilyen SMS-t. Újból csak akkor aktivizálódik ez a funkció, ha táp ki-be kapcsolás, történik, vagy kiadjuk a reset parancsot (RESabcdef). Back-up akkumulátor használat esetén a bemenő tápfeszültség lecsökkenése, illetve

annak megszűnése esetén is a fenti figyelmeztető SMS-t küldi a modul.

A modulhoz csatlakoztatható NOKIA mobiltelefonok: 5110, 6110, 6150, 3210, 3310, 3330, 3410 (DCT-3-as sorozat).

Továbbá, másik szoftverrel csatlakoztatható: NOKIA 3510, 3510i, 6310, 6310i, 3100 (DCT-4-es sorozat).

### Forgalmazók, forrásirodalom:

- 1 FlaShMS GSM kommunikátor: O.K. Electronics Kft. Tel.: 06-70-316-3445, e-mail: info@okelectronics.hu
- 2 Távfelügyelet és távvezérlés GSM-el: RT ÉK 2004. 140...154. old.
- 3 GTRTA GSM távjelző és távvezérlő készülékek: Nirok Kft., 1098 Budapest, Dési Huber u. 2., tel.: 06-70-317-8307



**C+F Kft.**

**Angyalföldről az Angyalföldi útról**

1134 Bp.,  
Angyalföldi út 38.  
Telefon, fax:  
340-8456, 340-8476  
E-mail: cf@cf.hu  
www.cf.hu














## LOMEX KFT

**ELEKTRONIKAI  
ALKATRÉSZ KERESKEDELEM**

1134 Budapest, Lehel u. 17.

Honlapunkról **online rendelhet és letöltheti** naponta frissített ártisztánkat, amely jelenleg kb.: 13.000 féle alkatrészt tartalmaz.

**Tel. nagykereskedelem:** 06-1/349-5906  
**Tel. kisker. (szaküzlet):** 06-1/320-2610  
**Fax:** 06-1/320-3292  
**nyitva:** hetköznapi 9.00 - 17.00  
**honlap:** www.lomex.hu **e-mail:** info@lomex.hu



TUV Rheinland InterCert

Agilent Technologies

**Arcolectric**



**BOURNS**

**Displaytech Ltd**

**ELNA**

**FAIRCHILD**  
SEMICONDUCTOR

**freescale**  
SEMICONDUCTOR

**FUJITSU**

**Honeywell**

**Infineon**

**intersil**

**International Rectifier**

**Kingbright**

**Lattice**  
Semiconductor Corporation

**G-LUXON**

**MAKRAI** Elektronika

**National Semiconductor**

**OMRON**

**ON Semiconductor**

**OSRAM**  
Opto Semiconductors

**PHILIPS**

**PRECI-DIP**

**SAMSUNG**  
ELECTRONICS

**ST**

**SYFER**

**TEXAS INSTRUMENTS**

**TOSHIBA**

**Taiwan Semiconductor**

**VISHAY**

**WIMA**

**YAGEO**  
PRECISION COMPOSITION

**Z ZMD**

# Hangsugárzók építése

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök, sipos.gyula@hu.inter.net

Jelen cikkünkben folytatjuk a korábbi évkönyveinkben elkezdett, hangsugárzó-tervezéssel és építéssel kapcsolatos ismeretek tárgyalását. Körüljárunk egy meglehetősen mostohán kezelt témát, amely főleg az utóbbi években került az érdeklődés középpontjába. Ez a TL-doboz, amely részben igen hasznos, másrészt pedig igen kellemetlen tulajdonságokkal rendelkező hangsugárzó-féleség (TL = Transmission Line, akusztikai művonal). Ugyanekkor elkészítése alig nehezebb, mint egy zárt vagy reflexdobozé és képességei azokénál jobbak is lehetnek.

A szükséges elméleti megfontolásokon túl főleg a gyakorlati megoldásokra helyezzük a hangsúlyt, és válogatásunkban bemutatunk több, érdeklődésre számot tartó hangsugárzó-konstrukciót. Ezek egy része kifejezetten egyszerű felépítésű, így remélhetőleg házilag megépítésük még a kezdőknek sem okozhat gondot. Bemutatunk továbbá néhány, nem túlságosan bonyolult, bár különleges vagy összetett működésű típust, illetve igazi „nagyágyúkat” is.

Feltételezzük, hogy olvasóink a téma előzményét tartalmazó előző két írást olvasták. A korábban már taglalt kifejezéseket, az azokban bemutatott szimulációs tervezőprogramokat, azok kezelését, a kapcsolatos eljárásokat és az eredmények értelemszerű alkalmazását ismertnek tekintjük. Probléma esetén javasoljuk, hogy olvasóink lapozzanak vissza az előző két íráshoz (RT ÉK 2002. 93. old., illetve RT ÉK 2005. 13. old.).

A visszajelzések szerint számos olvasónknak problémát okozott az eddig ismertetett hangsugárzók megépítése során az ajánlott különféle hangsugárzó, továbbá a hangváltókhoz egyes villamos alkatrészek beszerzése. (Itt hívjuk fel Olvasóink figyelmét a HAM-bazár kínálatára!).

Sokan arról panaszkodtak, hogy egyes javasolt hangsugárzó típusokért változatlanul még mindig külföldre kellett utazniuk. A hazai szakkereskedők pedig továbbra is saját kínálatukat kívánják értékesíteni, és általában érzéketlenek egyedi kívánások teljesítésére.

iránt, még nagyobb tételszámú megrendelés reményében is.

A fanyalgó hazai hangszórókereskedők helyett – közkívánatra – most egy járhatóbb beszerzési utat választottunk. Jelen ismertetésünk, válogatásunk – a külföldre utaztatás nélküli beszerzést megkönnyítendő, az internetes vásárlás bonyolalmait és veszélyeit elkerülendő – egy hazai képviselővel rendelkező, jó hírű cég kínálatából indul ki. Választásunk a Monacor International cégre esett, annak rendkívül széles árukészletét veszi alapul. Az egyes cikkek kedvezően rövid átfutási idő alatt a cég hazai képviselőjénél, illetve kiskereskedelmi partnereinél könnyen beszerezhetők. A választék az interneten (www.monacor.com) megismerhető, az ajánlott kiskereskedelmi árlista zip formátumban letölthető. A Monacor hangszóróit a Hobby Elektronika katalógusrovata, 2003 márciusától kezdődően bemutatta.

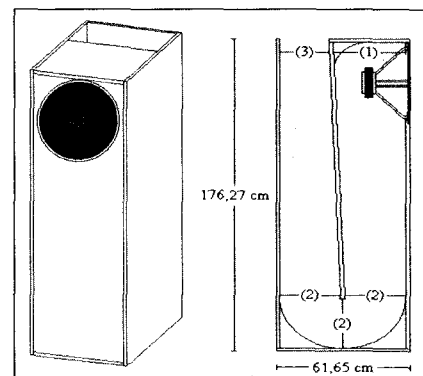
A megépítés során természetesen bármely más gyártótól származó, alkalmas hangszórókat és passzív alkatelemeket is használhatunk. Csupán arra ügyeljünk, hogy a bemutatott konstrukciók egységes egésznek képeznek. Az alkatélemek egymáshoz villamos és akusztikai paramétereikben, pl. sáv szélességben, teljesítményben, határfokban, egyéb tulajdonságaikban jól illeszkednek. Hasonló a helyzet a hangváltókkal, amelyek egyedi megoldásokat is tartalmaznak, így más körülmények, pl. más hangszórók esetén nem biztos, hogy megfelelőek lesznek. A keresztelési frekvenciákat, a belső teljesítményosztók osztásarányait és egyéb jellemzőit is ezekhez a típusokhoz tervezték. Amennyiben változtattunk a konstrukción és más hangszórószettet használunk, akkor ezekkel a jellemzőkkel alkalmazkodnunk kell az új hangszórótípusokhoz. A legkevesebb az, hogy ekkor pl. új hangváltót tervezzünk a hangszóróinkhoz.

## TL-dobozok

A TL-doboz az egyik legeredményesebben megépíthető sugárzásjavító eszköz, így hangsugárzókkal kapcsola-

tos fejtegetéseink fontos állomását képezi ezen típus jellemzőinek ismertetése. Sajnálatos, hogy a hangsugárzó-tervező szimulációs programok elvéte kínálják fel a TL-doboz vizsgálatának lehetőségét. Ha mégis, akkor a kapott spártai egyszerűségű eredmény akár egy fejszámolás útján is elérhető lett volna, és sokkal többet nem is profitálhatunk az olcsóbb programok legtöbbszöréből.

A korábban bemutatott Monacor CAAD-4.1 szimulációs tervezőprogram is kb. eddig a lépésig jut el, felkínálva egyfajta doboz nézeti és metszeti képét (1. ábra, két ernyőképéből készített montázs) és a doboz megépítéséhez szükséges méretadatokat, de az akusztikai jellemzőkről vajmi keveset tudunk meg.



1. ábra

A WinISD program pedig – sajnálatos módon – nem is foglalkozik a TL-dobozzal. A következőkben áttekintjük ennek az okait, a TL-doboz legfontosabb jellemzőit és a jó TL-doboz megépítésének a lehetőségeit.

A Transmission Line, vagyis az „akusztikai művonal” típusú hangdoboz tervezése (első nekifutásra) és gyakorlati elkészítése majdnem olyan egyszerű, mint a zárt dobozé. Különösen a számítások egyszerűsége nagyon vonzó azok számára, akik nem túlságosan kedvelik az elvont matematikai fejtegetéseket. A számításokat természetesen számos külső és konstrukciós tényező figyelembe vételével akár roppant módon el is lehet bonyolítani, de a mindennapi gyakorlat során erre

nincs szükség. Az ilyen vagy olyan eljárással kapott eredmények ismét és ismét a nélkülözhetetlen gyakorlati mérésekhez, beállításokhoz vezetnek.

A TL-doboznak, különösen egy újabb változatának, a TQWT (= Tapered Quarter Wavelength Tube, azaz „szűkülő negyedhullámú cső”) elnevezésű típusnak igen sok megszállott híve van, tegyük hozzá, a jó eredmények ismeretében teljes joggal. A következőkben rámutatunk arra, hogy a mennyasszony egyrésztől tán nem is annyira túlradóan szép, mint ahogyan azt sokan képzelik, másrészt kellő körültekintéssel mégiscsak nagyszerű dobozt tudunk készíteni – szokatlanul nagy szabadságfokú, majdnem kötöttségek nélküli famunka mellett.

A TL-doboz hívei nagy fantáziával számos olyan sikeres konstrukciót dolgoztak ki, amelyek – az így elért kiváló hangminőség folytán – számos utánépítésnek képezték kiinduló pontját. A doboz ezen kettős jellemzője, vagyis a jó hangminőség és a széles megépítési szabadságfok az, amiért is kísérletező kedvű olvasóink figyelmébe ajánljuk ezt a típust.

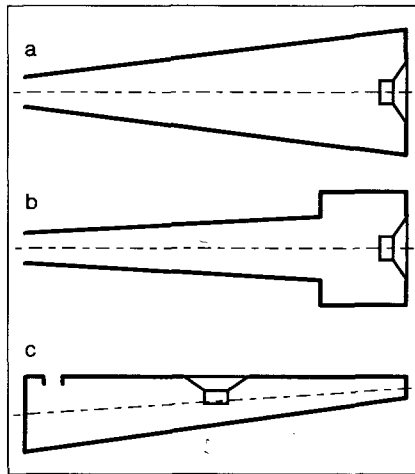
A TL-doboz elvi alapját az képezi, hogy hangszóró illesztését a levegőhöz, a szabad térhez – egyéb megoldások mellett – például *akusztikai művonallal* is elvégezhetjük. Ez a művonal nem más, mint egy viszonylag hosszú cső, amelynek keresztmetszeti felülete – nagyjából – azonos a hangszóró hasznos membránfelületével. A cső egyik vége a külvilág felé nyitott, míg a hangszóró a cső másik (mondhatni: zárt) végén kialakított nyíláshoz csatlakozik. Az akusztikai művonal méretezése első közelítésben nagyon egyszerű, ugyanis a cső hossza szoros összefüggésben van a beépített hangszóró alsó határfrekvenciájával:

$$l = v / 4 f_3,$$

ahol:

- l = a művonal (a cső) hossza, m
- v = 333 m/s, a hangsebesség,
- f<sub>3</sub> = a hangszóró alsó határfrekvenciája, Hz.

Két fontos körülményre kell felhívni az olvasó figyelmét. Először is a méretezés hihetetlen egyszerűségére, ugyanis a számításokkal gyakorlatilag készen vagyunk. Szavakban kifejezve, a művonal hossza a hangszóró alsó határfrekvenciája hullámhosszának ne-



2. ábra

gyedrésze. Másrészt pedig az, a tény, hogy az alsó határfrekvencia döntő szerepet játszik a konstrukcióban, vagyis jobb mélyátvitelhez arányosan alacsonyabb rezonanciafrekvenciájú hangszóró szükséges. Ismételten megemlítjük, hogy lehetséges bonyolultabb, pontosabb számításokat is végezni, de a végül mindig ugyanoda jutunk: a TL-sugárzót a csillapítások segítségével mindenképpen be kell állítanunk a legjobb hangzásra.

A gyakorlatban a megfelelő mélyátvitelhez a fenti számítás méteres nagyságrendű csőhosszakat eredményez, pl. 50 Hz-es rezonanciafrekvenciájú hangszórónál a művonal (a cső) hossza kb. 1,7 m lesz.

Az akusztikai művonal jellemzői csakis kellő csillapítás mellett lesznek megfelelőek, azaz a cső belsejében csillapítóanyagot (pl. ipari vattát, kőzetgyapotot, üvegyapotot, puha műanyaghabot stb.) kell elhelyezni. A házilagos megépítés gyakorlatában a csillapítóanyag *típusát* és *mennyiségét* és *beépítési helyét* meghallgatási próbák során lehet beállítani. Szélsőséges esetek is előfordulhatnak, például úgy ítéljük meg, hogy elegendő egy-két oldal lap beborítása vattával, de az sem ritka, hogy az akusztikai művonal teljes térfogatában laza állományú csillapítóanyagot tartalmaz.

Az akusztikai művonal *elvéleg* háromféle kivitelű lehet: 1. hosszában végig azonos keresztmetszetű azaz *lineáris*, 2. a kivezető nyílás felé *szűkülő*, továbbá 3. *bővülő* típusú. A gyakorlatban a konstrukciók kissé másképp alakultak. A legkedveltebb és legegyszerűbb kivitel a szűkülő típus jelenti, az esetek többségében az elkészített dobo-

zok ilyen szerkezetűek (2.a ábra). A kapott akusztikai eredmények – kellő beállítás esetén – nagyon stabilak és megbízhatóak. Amennyiben a szűkülő csövet a hangszóró közelében egy nagyobb, ún. előkamrával egészítjük ki, a doboz frekvenciamenete valamelyest javítható az alsó tartományban (2.b ábra). Ennek a doboznak a tervezése és a beállítása jóval bonyolultabb, és mivel a szimulációs tervezőprogramok pillanatnyilag nem állnak a rendelkezésünkre, a kísérletezéshez nagy türelem szükséges. Az utóbbi években kidolgozott TQWT-dobozhoz (2.c ábra) ma már kellően elbonyolított számítási apparátus is áll a rendelkezésünkre, de a kapott akusztikai eredmények igen kecsgetőek. A számítások során meghatározható a művonalcső hossza, mindkét végének keresztmetszeti felülete, a reflexcső típusa és a szükséges csillapítóanyag. Sajnos, a számításokban éppen ez képezi a kemény diót: a csillapítóanyagokat (többféle típust!) a keskenyebb csővégtől kiindulva kell beépíteni, ismert csillapítási jellemzőkből kiindulva, meghatározható mennyiségekben. Ez egy akusztikai laboratóriumban megoldható, de házilagosan csak a kísérletezés marad, ami esetünkben – a kiváló eredmény eléréséhez – ebben az esetben már közel reménytelen. Tehát oda jutottunk, hogy a legtöbb sikerrel az alapeset, az egyszerű, szűkülő típusú csővel rendelkező doboz megépítése kecsegtet.

Miután az akusztika gyakorlatában a mérés egy-egy konkrét esetre meglehetősen jó tájékoztatást ad és alkalmas módon egészíti ki a számítások, szimulációs programok által nyújtott eredményeket, a probléma megoldását többben is a két módszer összevetésével igyekeztek megkapni.

Az általános érdeklődés középpontjába az 1970-es években került a TL-doboz, és ekkortájt kezdtek intenzívebben foglalkozni az akusztikai művonal jellemzőivel, főleg konkrét, süketszobás mérések, majd szimulációs CAD-programok igénybe vétele útján (G. L. Augspurger, M. Colloms, A. R. Bailey és mások). 1972-ben Svédországban a Chalmers University of Technology (Göteborg) hallgatója, *Sven Tyrlad*, tanulmányai során egy hosszadalmas mérésorozat során ki-mérte a *lineáris*, a *szűkülő* és a *bővülő* keresztmetszeti típusú művonal frekvenciamenétét – számos aspektusban – egy adott, a mérések során referenciá-



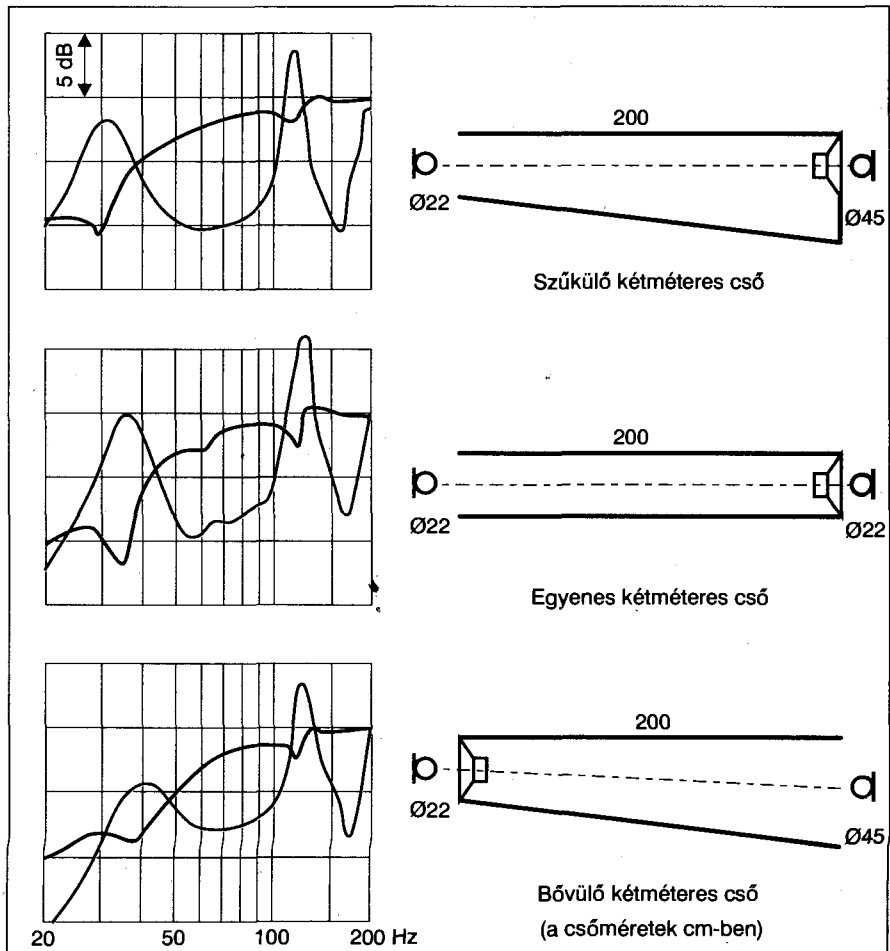
nak tekintett, Ø220 mm-es hangszóróra vonatkozóan.

Elsőként a következő, közhelyszerű megállapításokat igazolták a mérések:

- a *közelítéri* mérések kimutatták, hogy a hangszóró, továbbá a művonal nyitott vége egyaránt részt vesz a hangfrekvenciás jel sugárzásában, s a TL-doboznak a szokásos lehallgatási térben érzékelhető (gyakorlati) frekvenciamenete a két hatás eredőjéből adódik,
- a hangszórónál, illetve a cső nyitott végénél mérhető *közelítéri* frekvencia- és fázismenetek messze nem azonosak egymással, az eltérés tekintélyes,
- a cső alakú művonalban, annak hosszától függően, különféle frekvenciákon állóhullámok keletkeznek, amelyek az eredő frekvenciamenetet erőteljesen (és hátrányosan) befolyásolják,
- a TL-doboz frekvenciamenete, impulzusválasza kellő mennyiségű csillapítóanyag beépítésével drámai mértékben javítható, kívánság szerint optimalizálható.

Itt kell megjegyeznünk, hogy a *közelítéri* mérések gyakorlatra vetített haszna az átlagember számára csekély, majdhogynem nulla, ugyanis a hallgatóság a szokásosan alkalmazott 1 méteres vagy kisebb (ún. közelítéri) távolságnál többnyire mindig sokkal meszebből hallgatja a hangszárgót, így a közelítérihez képest eredőben más, összetettebb benyomásokat szerez.

A 3. ábrán a háromféle konstrukcióval kapott *közelítéri* frekvenciamenet-párok láthatók a referencia-hangszóróval, a kétméteres, Ø220 mm-es lineáris, illetve a szintén kétméteres, de az egyik végén Ø220 mm-es, a másik végén Ø450 mm-es, lineáris alkotójú (kúpos) csővel, amelyet a mérések során részben szűkülő, részben pedig (megfordítva) bővülő konfigurációban használtak. A mérések csillapítóanyag nélküli csövekkel történtek. A piros illetve kék jellegzőgörbék az azonos színű mikrofonokhoz tartoznak. Nyilvánvaló, hogy a két hangforrásból, a hangszóróból és a művonalcső nyitott végéből érkező jel egyfajta eredőjét (összegét) hallja a hallgatóság, noha az egyszerű matematikai összegzés szóba sem jöhet a hallgatási (nem közeli) térben kialakuló bonyolult fázisviszonyok miatt.



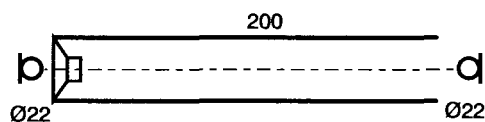
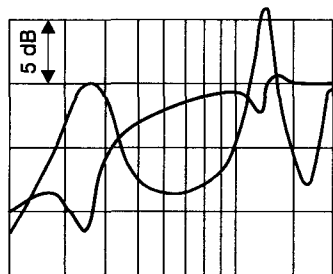
3. ábra

A három alapkonstrukció egyike sem mentes a problémáktól. Az akusztikai művonalban a frekvencia függvényében, a csőhossz által meghatározott frekvenciákon – csillapítás nélküli állapotban – periodikusan állóhullámok alakulnak ki. Ez az elvi működésmód jellegzetesen csipkés impedancia- és fázismenetet eredményez, amelynek kellemetlen jellemzői nem csupán az akusztikai viselkedésben mutatkoznak meg, hanem a meghajtóerősítő is erősen változó terhelésként érzékeli a csillapítatlan TL-dobozt.

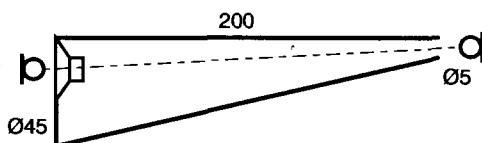
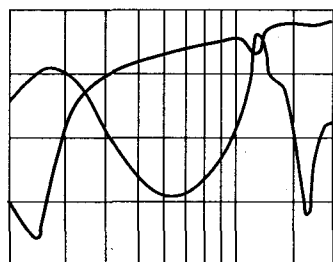
Értelemszerűen a jó akusztikai eredményhez messzemenően stabil, kis kimeneti impedanciájú erősítő szükséges. Olyan erősítőt célszerű használnunk, amely nem különösebben kényes a terhelés valós értékeinek frekvenciafüggő megváltozásaira és főleg pedig annak fázisváltozásaira. Ellenkező esetben az akusztikai eredmény akár katasztrofális minőségű is lehet!

A mérések során kiderül, hogy nem csupán a nagy fizikai méretek szerint

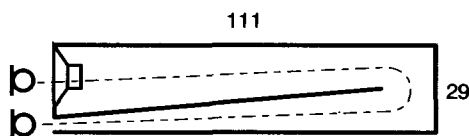
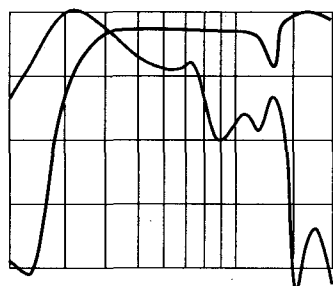
alkalmatlan a bővülő típusú művonal, hanem eredőben a legkedvezőbb tulajdonságokkal a nyitott vége felé szűkülő típus rendelkezik. Sőt, a jelentősebb szűkítés kedvező eredményekhez vezet, mint az enyhe szűkítés. Ezt egy második mérésorozat eredményei mutatják (4. ábra), ahol az egyenes, kétméteres, a hangszóró átmérőjével megegyező, Ø22 cm-es művonalcső mellett megvizsgálták a jelentősen szűkülő, mindössze Ø5 cm-es kimeneti nyílással rendelkező cső viselkedését is. A mérések további részében a cső összehajtogatásának hatását mérték ki, több lépcsőben. Az eredmények eléggé változatos képet mutatnak és arra utalnak, hogy egyrészt az erősen szűkülő típusú csővel – egyenes vagy félbehajtott kivitelben – jó eredményhez juthatunk, viszonylag csekély famunka árán. A dobozzá hajtogatott, szűkülő cső esete már nem ennyire egyszerű, így a méréseket tovább folytatták a jellemzők további javítása érdekében. A hosszadalmas mérésorozat részletes ismertetése voltaképp érdektelen olvasóink számára.



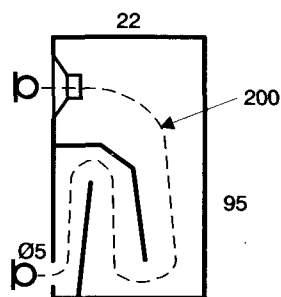
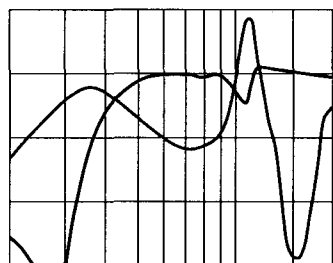
Egyenes kétméteres cső



Erősen szűkülő kétméteres cső



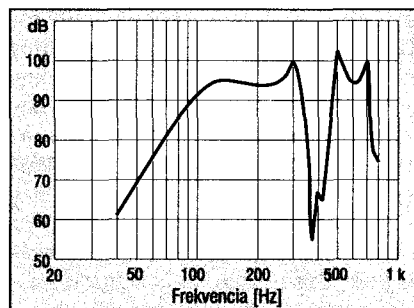
Félbehajtott (eredetileg kétméteres) cső



Dobozzá hajtogatott kétméteres cső

(a cső- és dobozméretet cm-ben megadva)

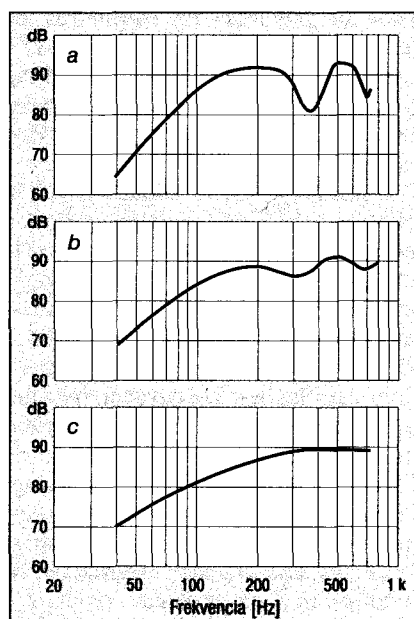
4. ábra



5. ábra

szóró hátoldalának vattával történő beborításával és a belső nagyobb terekbe belógatott puha habszivacs-lapokkal. Az optimális csillapítóanyag-mennyiség a vártnál kevesebb volt, a túlzott csillapítás ugyan nagyon szépnek tűnt, sima frekvenciamenetet eredményezett, de komoly mélyhang-vesztéssel járt.

Az előzetes számítások és a mérések során az is megmutatkozott, hogy voltaképp nincs „legjobb” kivitelű doboz. Egységesen tapasztalható viszont az elvi működésből (az impedancia és a fázis periodikus váltakozásának eredőjéből) következő lyuk, beszakadás a frekvenciamenetben a magasabb mélyfrekvenciáknál, többnyire valahol 150...180 Hz körül (kisebb hangszóróknál akár jóval feljebb is lehet). Ugyanekkor ezt a lyukat a mélyebb hangok felé eső oldalon még megelőzi egy jellegzetes alakú bemélyedés is, egyfajta „nyereg” a frekvenciamenetben. A beszakadás mélysége a művonal



6. ábra

ra, viszont a levonható következtetések nagyon hasznosak. A méréseket az adott doboz frekvenciamenetének optimalizálásával folytatták oly módon, hogy – kiindulva az üres doboz (nem közeltéri) frekvenciamenetéből (5. ábra) – optimalizálási célból különféle típusú és különféle mennyiségű csillapítóanyagot helyeztek el az összehajtogatott művonalcsőben. Egyértelműen bebizonyosodott, hogy összefüggés van egyrészt a beépített csillapítóanyag mennyisége, másrészt a felhasznált anyagféleség és a kialakult átvitel, frekvenciamenet között (6. ábra). A

mérések során kőzetgyapotot, gyapjúvattát, műanyag/gyapot alapú ipari vattát, puha műanyaghabot használtak, és az 1–2 liternyi térfogatú anyagmennyiségtől kiindulva (6.a ábra) eljutottak a doboz csillapítóanyaggal történő teljes kitöméséig (6.c ábra). A frekvenciamenetek is ennek megfelelően alakultak.

Egyértelmű volt, hogy a doboz teljes „kitömése” teljesen felesleges, viszont a többféle anyaggal való variálás igen hasznosnak bizonyult. Jó eredményt kaptak a sarkokba épített „méretes” kőzetgyapot tömbökkel, a hang-

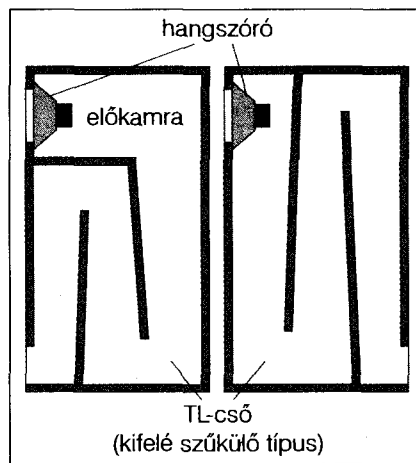
csillapításának mértékében változó. Kevés (esetünkben még nem elegendő) mennyiségű csillapítóanyagnál mintegy 6...8 dB-es mélységű lyukra, beszakadásra számíthatunk. A frekvenciament ezen jellegzetes egyenetlenségei semmiképp sem kedvezőek, bár a TL-doboz esetében pl. a lyuk helye többnyire a hordóhangok tartományába esik. Ezen hangok kis szintcsökkenése nem különösebben zavaró, ha épenséggel nem is üdvözlendő. A csillapítóanyag mennyiségének növelésével, minőségének variálásával általában az egyenetlenségek jól csökkenthetők. Nagyon gyakori a TL-cső teljes keresztmetszetének kitöltése igen laza csillapítóanyaggal. Ugyanekkor viszont csillapítóanyag nélkül a TL-doboz mind akusztikailag, mind villamos szempontból gyakorlatilag használhatatlan, mert ahogyan ezt a 4., 5. és a 6. ábrán láthatjuk, igen erőteljes kiemeléseket és lyukakat produkál részben a frekvenciamentben, részben pedig a meghajtóerősítő irányából érzékelhető terhelés és annak fázisa vonatkozásában.

Kérdés, hogy mennyi csillapítóanyagot használjunk? Házilagosan csakis meghallgatásos alapon lehet dönteni az optimális értékről. Alapvetően annyi csillapítóanyag szükséges, hogy a direktsugárzásban tapasztalható frekvenciament-ingadozások mértéke elenyésző legyen, ugyanekkor a művonal nyitott végén csakis a legmélyebb hangok tartományában legyen számottevő – a direktsugárzó membránt támogató – hangnyomás. Így elérhető az az összhatás, amelynek eredménye a széles, ugyanakkor kedvezően lineáris, lyukaktól és kiemelésektől jórészt mentes átviteli sáv, javított mélyátvitel mellett.

A házilagos kivitel során is bevált a többféle típusú csillapítóanyag *együttes* használata, például kőzetgyapot + laza filc vagy vatta + puha műanyaghab. Ezek elnyelése, legnagyobb csillapítása nem egységes, hanem – különböző anyaguk révén – eltérő frekvenciatarományokban érvényesül igazán, így együttesen *széles frekvenciasávban* optimális hatást fejtenek ki.

A többféle *típusú* csillapítóanyag különböző *helyzetű* és *mennyiségű* beépítésével – meghallgatásos alapon – próbálgatással ki lehet kísérletezni a doboz optimális hangzását.

A hangfrekvenciás átviteli sáv középső és felső tartományában a hullá-



7. ábra

mosság már kisebb mennyiségű csillapítóanyaggal is jó hatásfokkal elnyomható. Ezáltal azok a lyukak, betörések, amelyeknek ezen tartományban kellene jelentkezniük, már nem érzékelhetők. Ebből következően voltaképp semmi akadálya nincs annak, hogy egyetlen, jó minőségű, *szélessávú* hangszóróval és ezzel a doboztípussal átfogjuk a teljes hangfrekvenciás tartományt. Problémát elsősorban a kellően jó minőségű, *szélessávú* hangszóró kiválasztása okozhat, továbbá mindazon akusztikai előny és hátrány, amely az egyetlen hangszugárzó (membrán) alkalmazásából következik.

Közismert, hogy a *szélessávú* hangszórók Doppler-torzítása elvi okokból nagyobb, mint a keskeny frekvenciasávban sugárzó, többutas rendszerek egyes egységei. Ugyanekkor szerencsére semmi gondunk nincs a szintén nem teljesen problémamentes, de most elmaradó hangváltó frekvencia- és fázismentével. Azt is mondhatnánk, hogy amit elvesztünk a vámon, megnyerjük a réven.

Voltaképp egyetlen gondunk lehet a *szélessávú* hangszóróval, mégpedig ez annak a kellő minősége. Az elmaradó hangváltó – nem csekély – beszerzési árát gondolatban adjuk hozzá a hangszóróra szánt összeghez, és ebből a *növelt összegből lehetőleg a számkunkra elérhető árú, legjobb minőségű* típus építsük be.

Alacsony alsó határfrekvencia mellett az alkalmazandó cső hossza tekintélyes lehet, így a cső összehajtogatása mindennapos megoldás, amelyre a leggyakoribb két alapesetet a **7. ábrán** mutatjuk be. A cső összehajtogatásának megtervezése nem ördögösség,

akár házilagos módszerekkel is, „kockás” papíron is elvégezhető. Ennek a lényege az, hogy a cső keresztmetszete a cső teljes hosszában egyenletesen változzon, pl. a szűkülő típusnál egyenletesen szűküljön a hangszórótól a cső nyílásáig. A kiindulási keresztmetszet a hangszóró felülete, a cső hossza számítható, míg a csővégi keresztmetszet ne legyen kisebb, mint a kiinduló keresztmetszet 10–20 százaléka. Ha az így kapott csövet csupán félbehajjtuk, már ekkor is jól kezelhető, nem túl magas és eléggé karcsú dobozt kapunk. A háromszor hajtott doboz pedig kellemesen alacsony és még mindig nem túl zömök dobozt eredményez. Természetesen elképzelhető a többféle módon, nem csupán egy síkban, hanem térben is hajtogatott doboz, de ennek már a megtervezése sem egyszerű, nem is említve a kivitelezést és a csillapítóanyaggal történő kísérletezést. Itt hívjuk fel a figyelmet arra, hogy a csillapítóanyaggal való kísérletezés egy bonyolultabb szerkezetű doboznál általában csakis kiépíthető lapok (pl. hangfal, hátlap stb.) esetén lehetséges, így erre már a konstrukció kialakításánál, az asztalosmunka során is jóelőre gondolnunk kell!

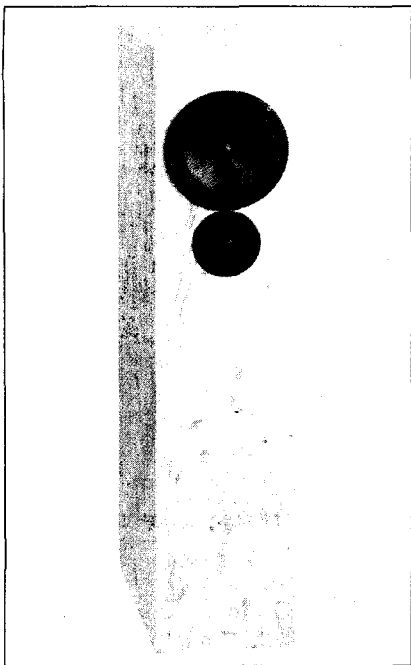
Az alkalmas méretek folytán a gyakorlatban 20...70 Hz közötti alsó határfrekvenciára tervezhetünk TL-sugárzót. A szokásos TL-doboz házilag grafikus tervezési munkáját roppant megkönnyíti, ha a művonalat képviselő dobozt voltaképp két nagy oldallemez közé építjük be. Ekkor a cső szélességi méretét eleve meghatároztuk, ez azonos lesz a két lap távolságával. Ettől kezdve cső kétszeres, háromszoros vagy négyszeres összehajtogatásának megtervezése már csak némi fantázia, továbbá ceruza és radír kérdése.

Még egyszerűbb a dolgunk, ha valamelyest jártasak vagyunk egy jobb rajzprogramban, pl. a CorelDRAW-ban.

Érdeemes megjegyezni, hogy a hangszóró nyílttéri rezonanciafrekvenciája eléggé meghatározó. Bármely megoldást is választjuk, *ennél a frekvenciánál sokkal mélyebbre nem mehetünk le az átvittel, ugyanis a TL-doboz legfeljebb eddig az értékig ad alkalmas illesztést a nyílt térhez.*

A TL-sugárzó tulajdonságainak elsődleges optimalizálására a legcélravezetőbb módszer a megfelelő hangszórótípus kiválasztása. A szimulációs számítások során bebizonyosodott,





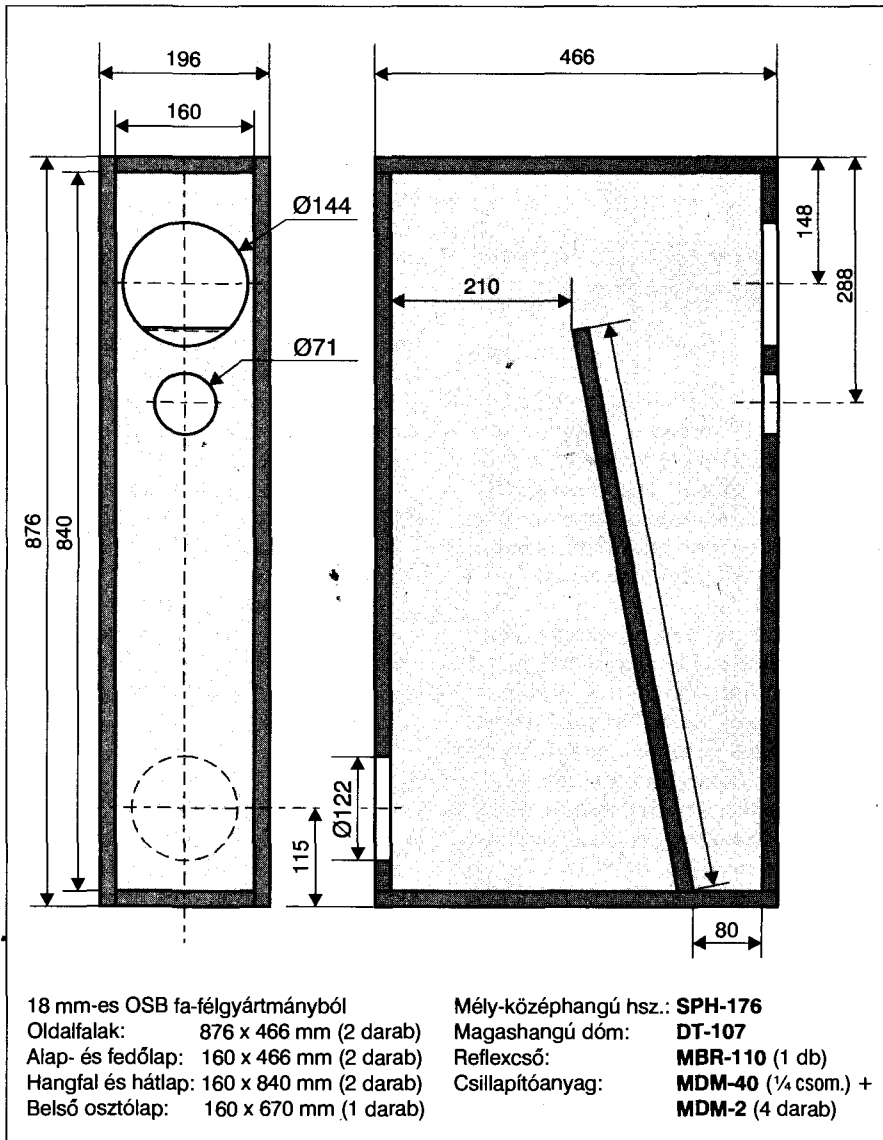
8. ábra. Mindstorm

hogy a T/S paraméterek minden egyéb hatásnál jobban befolyásolják a hangzást, a frekvenciamenet tisztaságát. Alacsony  $Q_{TS}$  értéknél, azaz erős mágnesnél (nagy BI-értéknél) és elegendő (>90 dB/1 W/1 m) érzékenység mellett – ugyanekkor természetesen alkalmas mennyiségű csillapítóanyagot is használva – az impedanciamenetben a kiemelések, hullámosságok szélessége és nagysága kellő mértékben lecsökken.

**Mindstorm**

A Transmission-Line típusú hangszó-gárzók minősége elsősorban a beépített hangszórókészletől függ. Amennyiben – egy kedvező árszínvonalú hangszórókészlet birtokában – kevés munkával szeretnének a lehető legjobb minőségű dobozhoz jutni, akkor optimális választás a TL-doboz, illetve annak fejlettebb változata, a TQWT. Ez utóbbi azonban körültekintő számításokat igényel a csillapítóanyagok területén, ahol pedig eléggé nehéz megbízható adatokhoz jutnunk. Célszerű tehát olyan gyári konstrukcióra támaszkodnunk, ahol úgymond biztosra mehetünk, mert a számításokat és az előzetes kísérleteket, korrekciókat már elvégezték helyettünk, így tehát feladatként számunkra csak a megépítés és a használat maradt.

A Mind-Audio cégnél tervezett, TQWT típusú, *Mindstorm* elnevezésű,



9. ábra

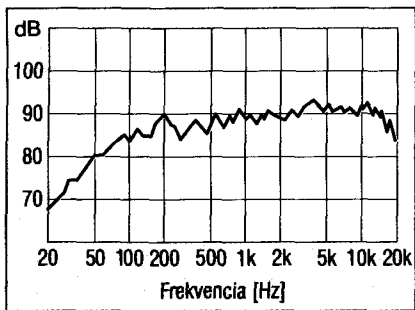
kifejezetten utánépítésre szánt hangszó-gárzót (8. ábra) elsősorban azon olvasóink figyelmébe ajánljuk, akik gyorsan és kevés asztalomunkával szeretnének egy szerény külsejű, ám de kiváló hangzású hangszó-gárzó birtokába kerülni. Nos, a Mindstorm voltaképp néhány órai munkával összeüthető, főleg akkor, ha a faanyagot eleve lapszabá-szatban rendeljük meg.

A Mindstorm mindazon kedvező tulajdonságokkal rendelkezik, amelyet egy TQWT hangszó-gárzótól elvárhatunk, és még ha azt is figyelembe vesszük, hogy a két beépített hangszó-rótípus igen kedvező árszínvonalon szerezhető be, akkor nem nehéz a megépítésre igent mondanunk.

A hangszó-gárzó műszaki adatai a következők.

Rendszer	kétutas TQWT
Impedancia	8 Ω
Frekvenciasáv	39 Hz ... 22 kHz
Érzékenység	89 dB/1 W/1 m
Zenei teljesítmény	max. 120 W
Névleges teljesítmény	max. 70 W

A tervezőnél tartott meghallgatási tesztek során a hangszó-gárzó széles frekvenciatartományát, nagymértékben irányfüggetlen sugárzását és kiváló basszusátvitelét emelték ki. Kezdek számára kifejezetten ajánlott, egyszerű és mégis igen színvonalas konstrukció. A doboz asztalosrajzát és fontosabb adatait a 9. ábra tartalmazza, míg a mért gyári frekvenciamenet a 10. áb-

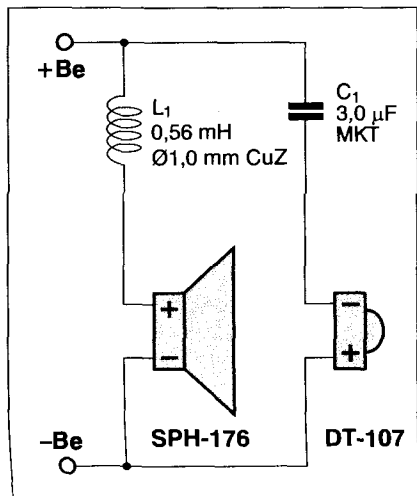


10. ábra

rán látható. Ez utóbbin az átvitel csipkézettsége elsősorban az alkalmazott, kedvező árkategóriájú hangszóróktól ered. Semmi akadályja azonban annak, hogy hasonló műszaki paraméterekkel rendelkező, de jobb minőségű és jóval drágább típusokat építsünk be a dobozba.

A szükséges, igen egyszerű kivitelű hangváltót a 11. ábrán láthatjuk. Hangszórótípus-módosítás esetén a hangváltót az új készülékhez nekünk kell kiválasztanunk és kiszámítanunk.

A doboz összeállítása során a következő munkamenetet érdemes betartani. Fekessük az egyik oldallapot sík felületre és rajzoljuk be rajta a belső ferde terelőlap helyét. Ragasszuk a helyére a terelőlapot és a fenéklapot, ügyelve a derékszögűségekre. Ragasszuk az MDM-40 puha habszivacsot a doboz alja és a ferde terelőlap hegyesszögű (hátsó) találkozási részéhez úgy, hogy a szivacs a ferde lap alsó részét és a doboz aljának kb. középső részét borítsa be (12. ábra). Ezek után ragasszuk hozzá az oldallaphoz a hátlapot, a tetőlapot és a hangfalat, majd az egészhez a másik oldallapot. Szorítsuk össze



11. ábra

vagy terheljük le a dobozt a száradás, a ragasztó megkötése idejére.

Ragasztás után vágjuk ki a hangszórónyílásokat, a reflexcső nyílását és a csatlakozókhoz szükséges nyílást vagy furatokat. Munkáljuk el a fűrészelés nyomait simára. Helyezzük be és rögzítsük a magashangú hangszóró mögött a hangváltót, kellőképpen hosszú csatlakozó huzalokkal. A huzalokat vezessük át a hátsó kimeneti csatlakozókhoz is, ehhez esetleg forgatni kell a dobozt, hogy a huzalok odakerüljenek. Helyezzük be a hangszórónyíláson keresztül – lazán – az MDM-2 csillapítóanyagot (háztartási vattát) a hangszóró és a belső ferde lap közötti elülső, keskeny térbe. A hangszórókat kössük be a hangváltóba, majd csavarozzuk be a nyílásaikba. Építsük be és rögzítsük a kétrészes MBR-110 típusú hangolósövet teljesen összenyomott állapotban. (Helyette használhatunk 160 mm hosszú Ø110 mm-es műanyagcsövet is.)

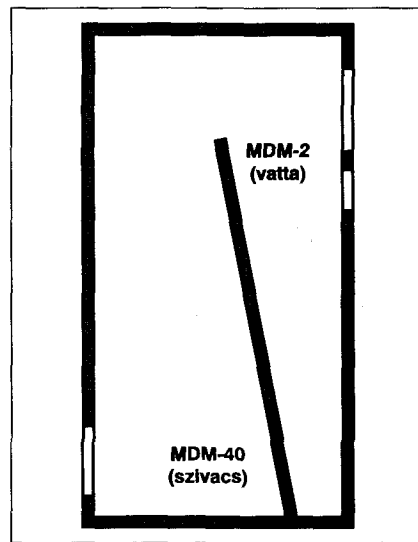
### Kodex

A Monacor cégnél kidolgozott *Kodex* hangsugárzó a *Mindstormnál* nem csak magasabb minőségi- és árszínvonalú konstrukció, de egyúttal kifejezetten tesztesz alkatos is. A tervezők szerint a doboz mélyhangú szekciójának működési jellemzői határesetet képeznek a TL- és a reflexdoboz között, bár ez első látásra nemigen fedezhető fel. A doboz leginkább az egyszerű, egyenes keresztmetszetű TL-dobozra hasonlít.

A szükséges famunka jóval igényesebb, mint az előző hangsugárzóé, így csak azok vágjanak bele a doboz elkészítésébe, akik vagy eléggé gyakorlottak a famunkában, vagy pedig bejárásuk van valamely kisebb faipari gépműhelybe. Az elkészítési nehézségek két oldalról is megmutatkoznak. Részben gondot okozhat az oldalélek 45°-os letörése, részben pedig eléggé munkás a doboz több lépcsőben történő ragasztása, precíz összeépítése.

A hangszórókészlet összeállításánál tesztgyőztes, illetve magas minősítést nyert típusokra esett a választás. A kellő terhelhetőség elérése céljából a mély- és középsugárzókból 2-2 darabot kell beépíteni.

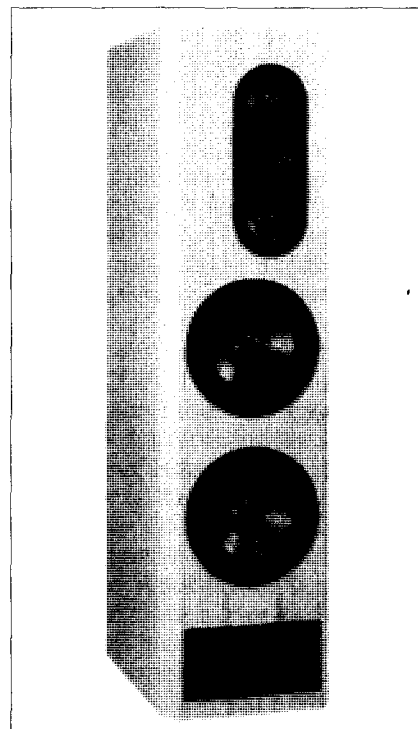
A *Kodex* műszaki adatai figyelemre méltóak és arról árulkodnak, hogy egy meglehetősen nagy zenei teljesítményű és széles frekvenciasávban sugárzó dobozról van szó (13. ábra).



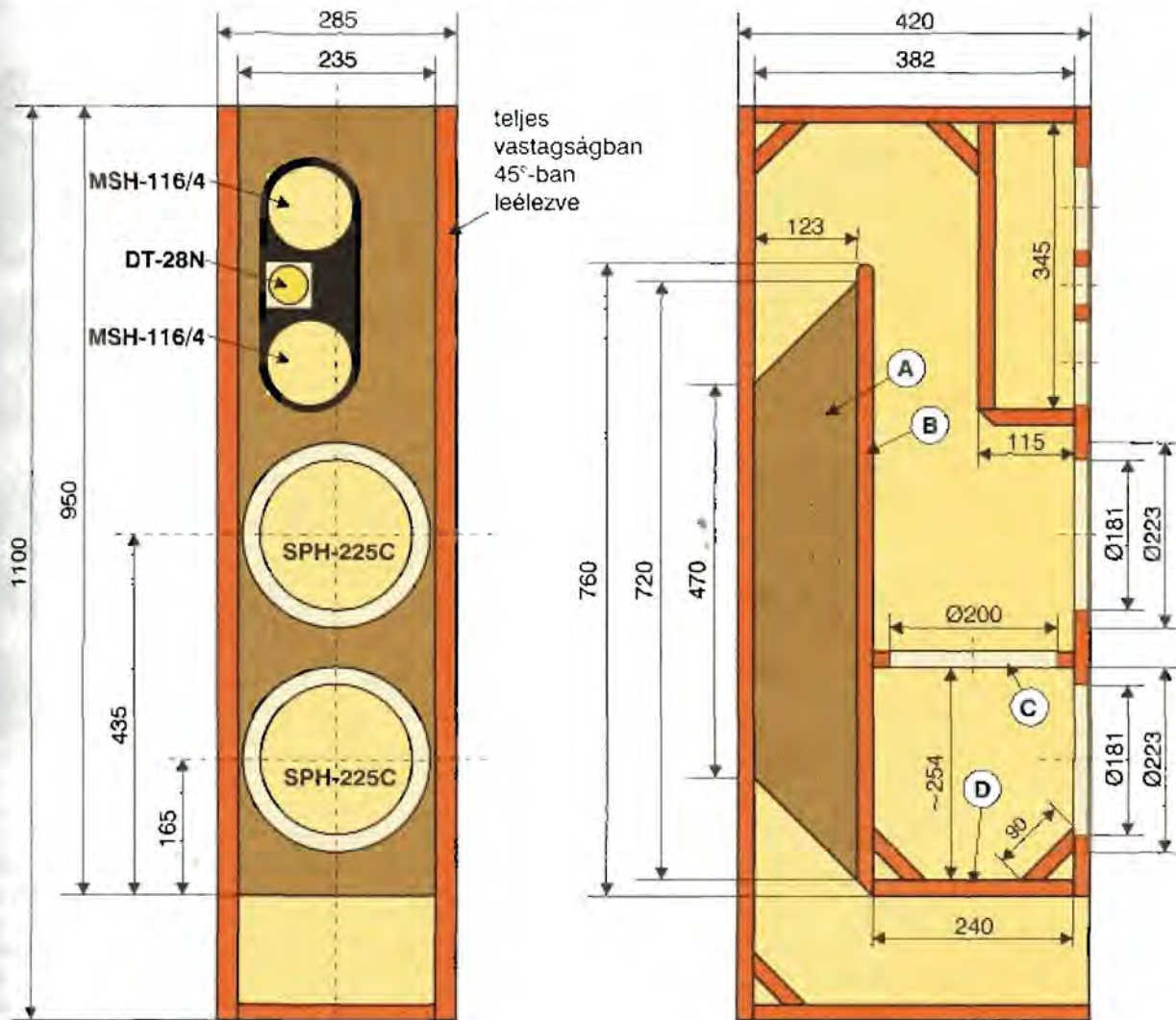
12. ábra

Rendszer	háromutas, különleges TL-doboz
Impedancia	4 Ω
Frekvenciasáv	28 Hz ... 20 kHz
Érzékenység	91 dB/1 W/1 m
Zenei teljesítmény	max. 400 W
Névleges teljesítmény	max. 250 W

A doboz konstrukcióját két 25 mm vastag oldallap közé építették a tervezők (14. ábra). Lényegében egy nagyobb



13. ábra. Kodex



A doboz anyaga: az oldal/falak 25 mm-es MDF,  
minden egyéb 19 mm-es MDF  
Oldalfal: 1100 x 420 mm (2 db)  
Előlapp (hangfal): 950 x 235 mm (1 db)  
Hátsó fal: 1100 x 235 mm (1 db)  
Alaplapp: 401 x 235 mm (1 db)  
Tetőlapp: 382 x 235 mm (1 db)  
„A” lemez: 720 x 123 mm (1 db)  
„B” lemez: 760 x 235 mm (1 db)  
„C” + „D” lemez: 240 x 235 mm (2 db)  
Középhangú doboz: 115 x 235 (1 db)  
Saroklemezek: 90 x 235 mm

Mélyhangú hangszóró: **SPH-225C**, 2 db  
Középhangú hangszóró: **MSH-116/4**, 2 db  
Magashangú dóm: **DT-28N**, 1 db  
Csillapítóanyag:  
**MDM-40**, 1/2 csomag (1 db 40 x 1000 x 500 mm-es  
szürke hullámos/tojásmintás habszivacs lap),  
**MDM-3**, 2 csomag (2/3 rész gyapjú +  
1/3 rész poliészter összetételű vattapaplan),  
**MDM-2**, 4 csomag (poliészter vattapaplan, fehér),  
**MDM-2/SW**, 2 csomag (poliészter vattapaplan, fekete)

Sztereó rendszerhez egy jobbos és egy balos doboz készítendő.

14. ábra

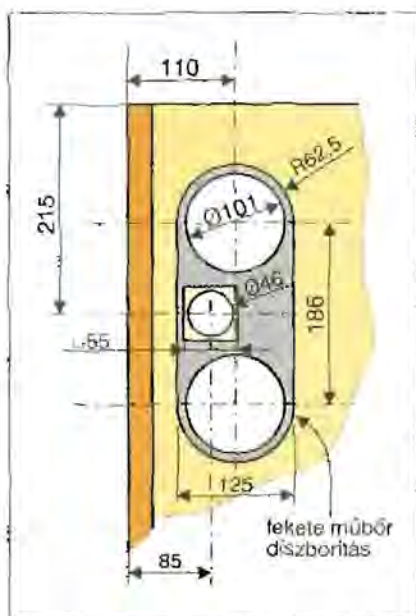
üregből áll, amelyet egy kétszer meg-  
hajtott, jelentős keresztmetszetű cső  
követ. Az üreg felfogható egy rezonáns  
dobozként is, amelynek hangoló-  
csővét ez a hosszú, meghajtott cső ké-  
pezi, de más szemlélet szerint felfogha-  
tó egy előkamrás TL-doboznak is. Voltaképp  
a tényleges működésmód a két említett  
változat közötti, igen kedvező

akusztikai tulajdonságokat eredmé-  
nyező határeset.

Az összehajtott csőben a sarokreflexiók  
minimalizálása érdekében valamennyi derékszögű  
irányváltásnál 45°-os terelőlap található,  
továbbá a belső éleket is célszerűnek látszott  
45°-ban letörni, illetve a 180°-os fordulónál  
legömbölyíteni. A mélyhangú hangszó-  
rók mögötti térben a falrezonanciák elkerülé-  
sére erőteljes merevítést alkalmaztak a  
tervezők. Ez a doboz elülső részében egy víz-  
szintes, a rajzon „C”-vel jelzett választá-  
lap a két mélyhangszóró között, a közepén  
egy Ø200 mm-es nagy nyílással. Ez a nyílás  
még nem könnyíti ki a „C” választálapot  
annyira, hogy ez a merevítés rovására men-  
ne, de

akusztikai tulajdonságokat eredményező  
határeset.





15. ábra

lehetővé teszi, hogy a két mélyhangszóró zavartalanul együtt dolgozzon.

A dobozt függőlegesen kettéválasztó, az előlappal párhuzamos beépítésű, a TL-eső falát képező, „B”-jelű válaszfal is erőteljes merevítést kapott. Előlről ugyanis a „C”-jelű, lyukkalkőny nyílt válaszfalnak, a háttoldalán közepén pedig egy függőleges, „A”-jelű merevítőbordának támaszkodik, mintegy befeszülvén a doboz elő- és hátlapja közé. Az oldallapokkal párhuzamos beépítésű, „A”-merevítőborda hátsó éléhez támaszkodik. Ez a szinte önmagát merevítő konstrukció a doboznak halálisan merevséget, szilárdságot kölcsönöz, hár a lapok pontos ekézítése és/vagy illesztése elengedhetetlen és egyúttal némileg megnehezíti az összerakást is.

A doboz felső részén – jobbos vagy balos, aszimmetrikus kiosztásban – helyezkedik el a két középfhangú hangszóró és a magashangú dóm, egy különálló, belső zárt kis üregben. Amennyiben páros (sztereo: 2 darab, házi-mozi: 4 darab) kivitelben készítjük el a dobozt, eleve szimmetrikus kivitelű párokban gondolkodjunk. Ez a gyakorlatban csak az előlap oldalirányban kissé eltolt három hangszórónyílásról érinti, ezeket kell jobbos vagy balos pozícióban elkészíteni. A 15. ábra méretei a balos kivitelhez tartoznak, a jobbos erre szimmetrikusan készítenünk el.

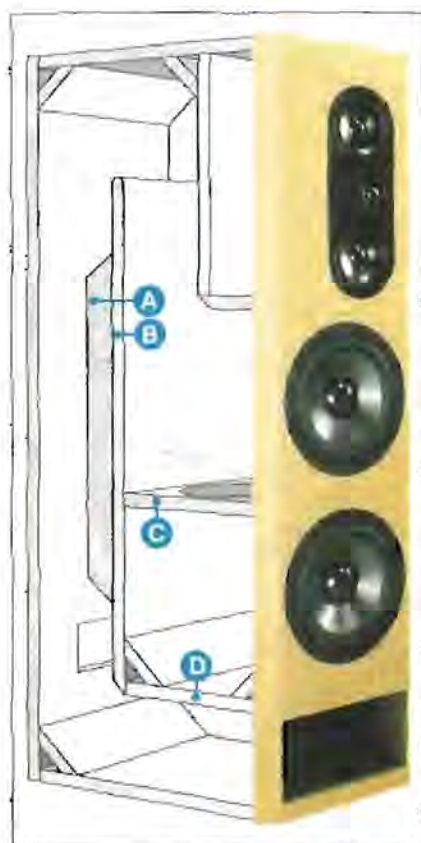
A doboz szerkezetének könnyebb megértését segíti elő a 16. ábra grafi-

kája. Az eltávolított bal oldallap következtében jól megfigyelhetők a doboz belső alkatrészei és egymáshoz való kapcsolódásuk. A hátlapon levő négy-szögletes nyílás opcionális, mindenki saját ízlése és lehetőségei szerint készítheti el (furattal, kivágással) a doboz ezen részén a hangszórócsatlakozót.

A doboz elkészítése három fő mozzanatból áll: asztalosmunka, csillapítás-beépítés, villamos szerelés. Az asztalosmunka meglehetősen összetett művelet, még akkor is, ha lapszabásban vágattuk le a lapokat. Ezek a helyeken többnyire csak derékszögű vágást vállalnak, így a szükséges egyéb alakításokat, megmunkálásokat nekünk kell elvégeznünk. Először is munkáljuk le az „A”-halsó merevítőlap két végén a 123 × 125 mm-es, háromszögletű, 45°-os sarkot, ha ezt a műhelyben nem végezték volna el számunkra. A vágást dekopír fűrésszel végezzük, majd az éleket csiszolóvászonnal dolgozzuk simára. A „B”-belső terelőlap felső élét munkáljuk (kerékítsük) le pl. reszelővel és csiszolással félhátúra, az alsó élét pedig 45°-osra. A „C”-merevítőlap közepén készítsünk egy nagyjából Ø200 mm-es lyukat pl. dekopírfűrésszel, majd reszelővel, csiszolással dolgozzuk el simára a fűrészelés nyomait. A középfhangú belső üreg alsó lapját gyaluljuk le 45°-os szögben, illetve készítsünk el a dobozonkénti 5 darab sarokterelőn is a 45°-os letöréseket.

Érdemes a 45°-os munkákhoz pl. hulladékfából valamiféle hevenyészett befogószerzámot, segédletet készíteni, hogy a felületek (lapszögek) eléggé pontosak legyenek. Magát a letörést a legkönnyebb kis elektronos gyaluval elkészíteni.

Az előkészítő műveletek után ragasszuk rá – pontos illesztés mellett – az „A”-lapot a „B”-lapra pontosan merőlegesen, annak hosszanti középvonalán úgy, hogy a lapok alsó részén a két 45°-os letörés pontosan, síkban illeszkedve találkozzon. A ragasztó megkötése után ragasszuk össze a doboz oldallapjait, alját és fedőlapját egymáshoz, továbbá ragasszuk be az előkészített „A+B”, „C” és „D”-lapokat a helyükre, majd illesszük és ragasszuk be a középfhangú üreg részeit. A ragasztó kötése után ragasszuk a helyükre az elő- és hátlapot, továbbá a kis sarokterelőket. A ragasztásokat nem árt megerősíteni az újabb típusú, keresztfejes (a fa-félgyártmányokhoz kiválóan al-



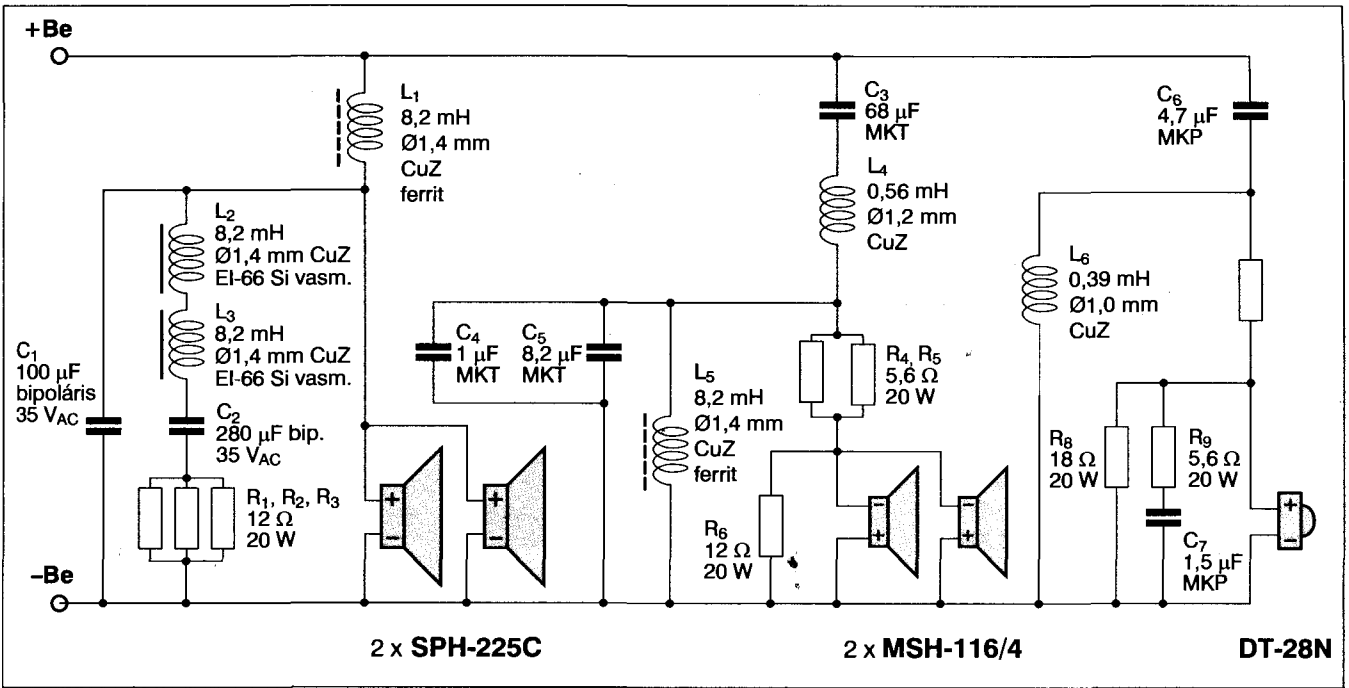
16. ábra

kalmas) facsavarokkal. Ezek tekintélyes méretválasztékban kaphatók a különféle barkácsáruházakban.

Ha a ragasztás megkötött, munkáljuk le óvatosan 45°...60°-ban az oldallap elülső két függőleges élét az oldallap teljes vastagságában úgy, ahogy ez a 13. ábrán megfigyelhető. A 45°-nál hegyesebb szög valamivel tetszősebb, de arra mindenképpen ügyeljünk, hogy a doboz két oldalát egyforma szögben törjük le.

A ragasztási művelet illesztéseit nagyban megkönnyíti, ha előbb szárazon elpróháljuk a műveletet és a találkozási pontokat, éleket összejelöljük, berajzoljuk, a facsavarok előfuratozását elkészítjük. A száradást, kötést elősegítendő, asztalosszorítóval, nehezekekkel igyekezzünk a lapokat, az alkatrészeket kellő módon összeszorítani és/vagy letérhelni.

Az előlapon szükséges süllyesztések elkészítését megtakaríthatjuk úgy, ha magán az előlapon csak a kisebbik átmérőjű nyílásokat készítjük el, majd az előlapra ragasztunk egy vékony, mintegy 5 mm vastag és szép mintázatú, felecsiszolt falemezt, amely a nagyobb nyílásokat tartalmazza. Látnunk ilyen konstrukciót például igen dekora-



17. ábra

tív, vékony (fal- vagy padlóburkolásra használatos) parafalemezből is kivitelezve, de nagyon jól bevált a különféle famintázatú laminált parkettalap is, különösen akkor, ha a mintázat nem elaprózott, keskeny kockákból áll. Akár az egész doboz beborítható ezekkel az anyagokkal.

Nem okvetlenül szükséges konstrikciós elem, de a doboz megjelenését nagymértékben emeli a közép- és magashangú hangszórók nyílásaihoz illeszkedő (13...16. ábra) fekete díszburkolás, ami készülhet mű- vagy valódi bőrből, öntapadó fóliából stb. Ezen díszburkolat megjelenésének kulcskérdése a szép kivágás, a hibátlan alak és nem utolsósorban a pontos, hibátlan felragasztás. Mindehhez borotvaéles szerszám (szike) és igen nagy türelem szükséges.

A hangszóró csillapítását többféle, összehangolt minőségű csillapítóanyaggal kell megoldanunk. A „B” lap elülső részének közepére (a mélysugárzók kivágásain keresztül dolgozva) ragasszuk fel a „tojásmintás” habszivacs lapot (MDM-40) úgy, hogy az semmiképp ne takarja a „C” jelű merevítőlap nagy kivágását. A habszivacs lap és a mélysugárzók közötti térben lazán helyezünk be 3 csomag poliészter vattapaplant, a maradék negyediket pedig rögzítsük az „A”+„B” lapok feletti hátsó térben (MDM-2). A két csomag poliészter+gyapjú összetételű paplanból

(MDM-3) tömjünk be a középsugárzók üregébe jó sokat, de legfeljebb annyit, amíg a két középsugárzó a beépítés során elkezd befelé nyomni a vattaköteget; a maradékot toljuk be az alsó nagy nyílás hátsó részébe és rögzítsük ott. Végül a két csomag fekete, MDM-2/SW jelű poliészter-paplanl (összesen 4 darab) lazán töltjük ki az alsó nagy nyílást.

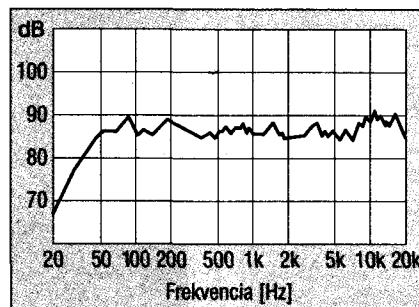
Az elmondottak a Kodex alapbeállítására vonatkoznak. Szélsőséges teremakusztikai körülmények esetén (pl. túlságosan csillapított vagy erősen zengő lakószoba, terem stb.) a mélysugárzó belső terében elhelyezett csillapítóanyag mennyiségén, esetleg minőségén a kellő hangzás elérése érdekében változtatni lehet, esetleg muszáj is. Ez a legtöbb hangszóró esetében előfordulhat, de különösen így van a TL-sugárzónál. Semmi különös nincs tehát

abban, hogy egy majdnem kész TL-dobozt – akár pl. a Kodexet is – még hosszasan hangoljunk, igazítsunk a lehallgatási tér akusztikájához.

A doboz bemutatott módon történő csillapítása egyúttal példa arra is, hogyan lehet vagy szükséges egy TL-doboz csillapítását általában optimalizálni a lehető legjobb hangzás érdekében. A Kodex alapcsillapítását akusztikai mérésekkel már jórészt beállították, nekünk esetleg csak finomítanunk kell rajta. Egy saját tervezésű konstrukciónál viszont nulláról indulunk, így az eljárás kifejezetten türelemmunka, de az általában nagyon kedvező végeredmény minden bizonnyal kárpótolt minket a sok-sok próbálkozásért.

A csillapítóanyagok zöme könnyen beszerezhető, gyakorta akár csomagolási hulladékként. Ilyen például a tojásmintás (hullámos felületű) vagy egyéb, többnyire szürke, ipari habszivacs. A kevert, poliészter + gyapot összetételű háztartási vatta, valamint a kőzetgyapot, üvegyapot beszerzése is problémamentes. Ezek mind kiváló csillapítóanyagok, más-más frekvenciasávban.

A Kodex háromutas hangváltójának a kapcsolási rajza a 17. ábrán látható. Az egyébként egyszerű alapkapcsoláson megfigyelhetők a különböző feszültségosztók, amelyek egyrészt a középsugárzókat, másrészt a dómot illesztik a mélysugárzó teljesítményéhez



18. ábra



és hatásfokához. Ugyanakkor az  $R_1 \dots R_3$  párhuzamosan kapcsolt ellenállásokkal rontott jóságú,  $L_2 + L_3$  és  $C_2$  tagokból álló soros lyukszűrő a mélysugárzók rezonanciapontján jelentkező impedancianövekedést és kiemelést ellensúlyozza. A dómnal párhuzamosan kapcsolt  $R_9 - C_7$  tag pedig a dóm nagyfrekvenciás impedancianövekedését ellensúlyozza. Valamennyi említett megoldás ismert és a jobb hangváltókban gyakran alkalmazott fogás.

A hangváltót legcélszerűbb az alsó mélysugárzó mögötti térben elhelyezni. A váltószűrő-nyák tervezése során törekedjünk általában a kis méretekre s főleg arra, hogy a hossza lehetőleg jóval kisebb legyen, mint a doboz belső szélessége (235 mm), különben behelyezési, beépítési problémáink lehetnek.

A 18. ábrán bemutatjuk a Kodex gyári mintapéldányának a frekvencia-menetet, amelyről megállapítható, hogy a görbe úgyszólván a teljes átviteli sávban egy kb. 5 dB-es tartományon belül marad.

## Reflexdobozok

A házilagos tervezésű és építésű hangsugárzóknál a *zárt doboz* számításával és kivitelezésével általában nem túl nehéz megküzdenni, így számos olvasónk jól vette az akadályokat. Sokkal keményebb diónak bizonyult viszont a *reflexdoboz* (más elnevezés szerint: rezonáns-, bassreflex-doboz) elkészítése. A számítások során több, jónak tűnő lehetőség is felvetődött és a végső kivitelezés során kiderült, hogy az elmélet és a gyakorlat csak akkor vág egybe, ha van már valamilyen építési tapasztalatunk is. A számítások jónak tűnő végred-



19. ábra. Mirror

ményeiről nem mindig derül ki, hogy bizony a számított reflexdoboz szélsőséges módusban fog működni, amelynek hatásait esetleg passzív vagy aktív korrekciós szűrőkkel kell rendbe tenni. Gondot okozhat az is, ha nem ellenőrizzük a hangolócső paramétereit a légsebesség vonatkozásában, a szokásos „biztosan jó lesz ez így” alapon, amiatt a doboz az alkalmatlan, túl nagy légszabályozást eredményező csővel dudálni, orgonálni fog egyes frekvenciákon. A legtöbb szimulációs program ugyanis megengedi az ilyen, általunk többnyire megerősöskolt, szélsőséges paraméterekkel rendelkező konstrukciók számítását. Gyakorta okoz az gondot, hogy ugyanis legtöbbször nem kapunk figyelmeztetést az elvárszolt működésről, mert hiszen maga a számitás rendben van. Többnyire ez az oka a

házilagos gyártású reflexdobozokkal kapcsolatos negatív megítélésnek.

A következőkben néhány jó minőségű, bevált reflexdoboz konstrukciót ismertetünk abból a célból, hogy ezeket könnyen és problémamentesen lehessen utánépíteni.

## Mirror

A korlátozott anyagi lehetőségek és/vagy a szűkös lakáskörülmények gyakorta majdnem lehetetlenné teszik a zenehallgatást a kívánatos minőségi szinten még akkor is, ha elvárásaink a High End-nél jóval szerényebbek. Természetes, hogy a kisebb lakásokban élők is szeretnék élvezni a DVD, a házimozzi attraktív hang adottságait, de nem az egyes bevásárlóközpontokban árusított, „zörgő műanyag szappantartó” típusú, gaqi hangsugárzók szintjén. Ilyen esetekre megfelelő alternatíva a 19. ábra szerinti, kis méreteihez és előállítási költségeihez képest igen jó minőségű hangsugárzó. A kis doboz – párban – alkalmas sztereó műsorok hallgatására, ugyanakkor négy ilyen egység, kiegészítve egy szub-basszus ládával, netán egy alkalmas centersugárzóval is, jól megfelel házimozzi célokra is.

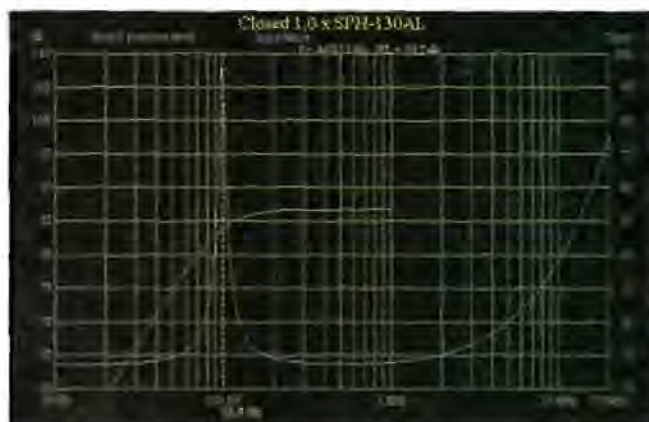
A Mirror a fenti célokra alkalmas, egyszerű, kétutas, kis méretű reflexdoboz, SPH-130AL mély/középsugárzóval és a hozzá jól illeszkedő DT-300 dómnal.

Az SPH-130AL alumíniumkónuszos, zárt- és reflexdobozban egyaránt használható, műanyag membránszellő, igen jó minőségű, 8 Ω-os, 100 W-os, csücsztechnológiás hangszóró.

A DT-300 típusjelű dóm szintén 8 Ω-os, 100 W-os, ferrofluid mágneses



20. ábra



21. ábra



CAAD-4.1		SPH-130AL	
Levegő térfogata	0,000	Nettó hangterjedési út	5,999
Levegő sűrűsége	1,200	Nettó hangsebesség	343
Levegő hővezetési együtthatója	0,025	Nettó hangnyomás	2,301
Levegő viszkozitási együtthatója	1,810	Nettó hangnyomás (1/2) (Pa)	51,207
Levegő terhelési együtthatója	0,000	Nettó hangnyomás (1/4) (Pa)	0,0
Levegő terhelési együtthatója	0,000	Nettó hangnyomás (3/4) (Pa)	98,350
Levegő terhelési együtthatója	0,000	Nettó hangnyomás (1) (Pa)	125,948
Levegő terhelési együtthatója	0,000	Nettó hangnyomás (1 1/4) (Pa)	1,2
Levegő terhelési együtthatója	0,000	Nettó hangnyomás (1 1/2) (Pa)	1,15
Levegő terhelési együtthatója	0,000	Nettó hangnyomás (1 3/4) (Pa)	1,205
Levegő terhelési együtthatója	0,000	Nettó hangnyomás (2) (Pa)	26,90
Levegő terhelési együtthatója	0,000	Nettó hangnyomás (2 1/4) (Pa)	21,544
Levegő terhelési együtthatója	0,000	Nettó hangnyomás (2 1/2) (Pa)	9,999

22. ábra



23. ábra

folyadékkal töltött légrésű, csúcsminőségű magassugárzó.

Az egyszerű konstrukciójú hangszórót egyúttal iskolapéldának is tekintjük, és jellemzőit megvizsgáljuk egy szimulációs programban annak érdekében, hogy összevethessük az elméletet a valósággal. Ezáltal olvasóink ellenőrizhetik, milyen sikerrel kecsegtet valamely hangszóró megtervezése egy PC-s program segítségével.

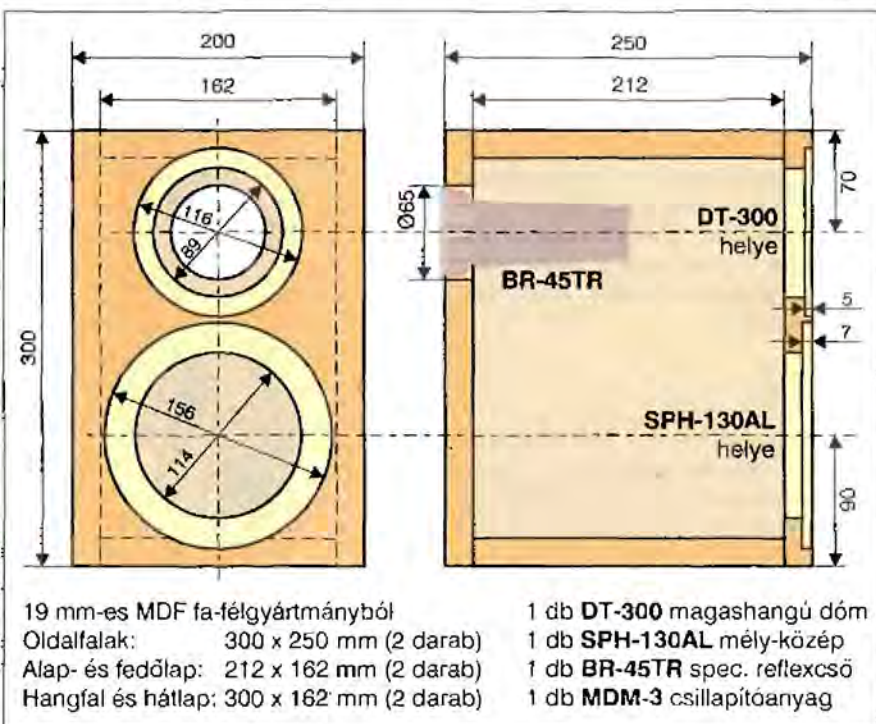
A korábban már részletesen ismertett CAAD-4.1 (Monacor) programban ellenőrizzük a mélysugárzó viselkedését. A programkönyvtár természetesen tartalmazza a cég ezen hangszórótípusát is, így mindössze annyi dolgunk volt, hogy behívtuk az adatait.

Néhány egérkattintással három összeállítást vizsgáltunk meg: a zárt dobozost, továbbá a *reflexdobozos* kivitel az ajánlott, illetve az általunk választott (kissé nagyobb) dobozterfogatattal.

Az eredmények ugyan semmi meglepőt nem eredményeztek, mégis nagyon tanulságosak. A számított *zárt dobozos* kivitel mint alapeset eredményezte a legkisebb méreteket (20. ábra), ami optimális hangzást, lineáris, a frekvenciahatár alatt monoton eső frekvenciamenetet jelent. Sajnálatos, bár előre sejthető is volt, hogy ilyen kis zárt dobozzal kedvező alsó határfrekvencia aligba képzelhető el (21. ábra). A kissé nagyobb méretű *reflexdobozzal* sokkal jobb, mondhatni már-már kielégítő

mélyítvittel kapható, még mindig nagyon szép, lineáris frekvenciamenet mellett. Ha pedig valamelyest megnöveltük a doboz méreteit, de csak épp annyira, hogy az még ne okozzon zavaró kiemelést az alsó határfrekvencia környezetében, továbbá a gyári speciális (enyhén szűküő) reflexcsövet alkalmazzuk (22. ábra), akkor eredőben egy igen kiegyensúlyozott konstrukciót kaptunk (23. ábra). Az így kialakított doboz a cég ajánlatában szereplő, *Mirror* elnevezésű, utánépítésre tervezett konstrukció, amelynek műhelyrajza a szükséges fontosabb adatokkal a 24. ábrán látható.

A doboz műszaki adatait a következők.

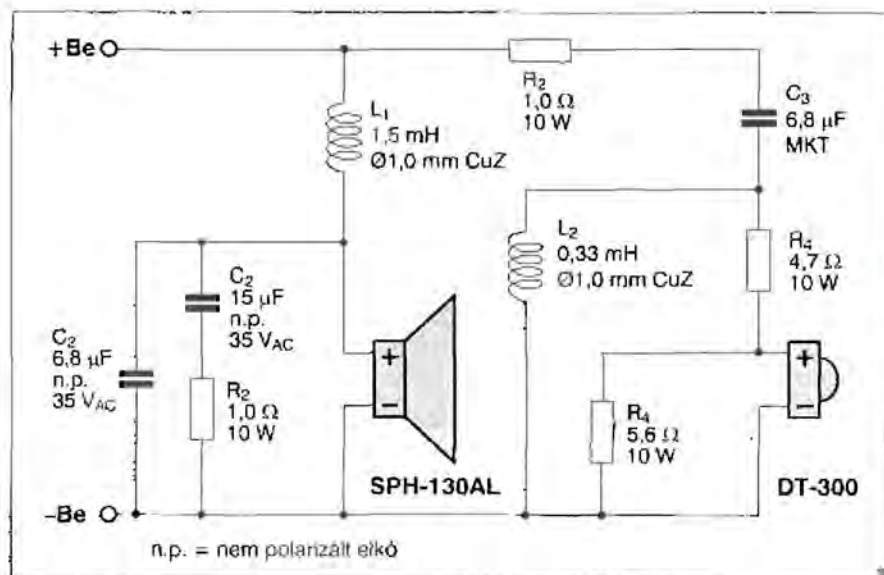


24. ábra. A Mirror

Mirror	
Rendszer	basszusreflex
Impedancia	8 Ω
Átviteli sáv	52 Hz ... 19 kHz
Érzékenység	87 dB/1 W/1 m
Zenei teljesítmény	max. 100 W
Névleges teljesítmény	max. 50 W

A doboz konstrukciója roppant egyszerű, így a mindössze bruttó 15 liter térfogatú kis doboz asztalosmunkája még a kezdők számára sem okozhat problémát. Oldalfaljai 19 mm-es MDF-ből bármelyik lapszabászatban gond nélkül elkészíthetők. A hangszórónyelásokat és a hátlap reflexnyílását szűrő-(dekopír-) fűrészszel vágthatjuk ki, ennek hiányában fűrészgépvel számos furatot készítve a kivágandó részek mentén a körülírt részt kiüthetjük. Az így kapott durva széleket reszelővel és csi-szolóvászonnal igazíthatjuk tetszetőse és pontos méretre. Amennyiben a





25. ábra

hangszórók számára szükséges súlyleszték (bemarás) kivitelezése meghaladná a lehetőségeinket, akkor a megoldás a létező legegyszerűbb: hangszórókat ne súlylesztve szereljük be.

Más megoldás szerint a hangfalat két rétegből képezhetjük ki: egy 12 mm vastag MDF-lap tartalmazza a kisebbik (Ø89 mm-es és a Ø114 mm-es) lyukakat, amelyre ráragasztunk egy vékonyabb (7 mm-es pozdorja-) lapot, amely a kissé nagyobb, Ø116 mm-es és Ø156 mm-es lyukakat hordozza (lásd 24. ábra). A két réteg így az esetleg nehezen megoldható marási munka nélkül alakítja ki a súlylesztékeket. Természetesen a lyukpárokat kellő gondossággal, koncentrikusan kell kialakítanunk a lapokon.

A dobozt célszerű ragasztott-csavarozott módszerrel elkészíteni, így a szilárdsága hosszú évekre biztosított lesz. Összeállítása egyszerű. Az egyik oldallapot helyezük sík, vízszintes felületre, majd építjük rá az elő- és hátlapot, illetve az alap- és fedőlapot és rögzítjük ezeket egymáshoz. A művelethez, az ideiglenes összeállításához célszerű asztalosszorítót is használni, amit végső esetben átmeneti zsineges összekötéssel is pótolhatunk. Száradás után építjük be a helyére a másik oldallapot is.

A dobozteleket körben célszerű néhány mm-es sugárral legömbölyíteni a hangtisztaság, az éleken kialakuló másodlagos sugárzás elkerülésére. A doboz kikészítése festéssel, lakkozással történhet, vagy tapétával is bevonható.

Kikészítés után szereljük be az elegendő hosszúságú csatlakozóvezetékekkel ellátott – hangváltót a dobozba a nagyobbik hangszórónyíláson át és rögzítjük azt a doboz alsó részén. Dugjuk be a hangolósövet a helyére és ha szükséges, ragasszuk is be. Helyezzük be a dobozba a csillapítóanyagot úgy, hogy az a mélysugárzó és a hangolóső között helyezkedjen el, de ne takarja be a hangolóső belső nyílását.

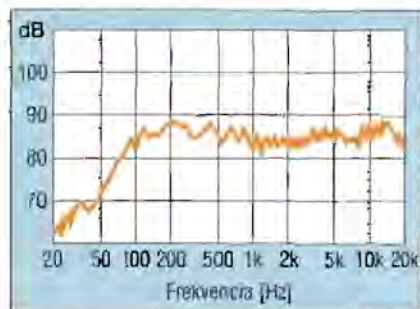
A szükséges MDM-3 típusú csillapítóanyag 2/3 rész gyapjú + 1/3 rész poliészterzál keverékéből kialakított, 35 mm vastagságú paplan, amelynek a mérete 630 × 330 mm. Egy MDM-3 csillapítóanyag-csomag két ilyen paplant tartalmaz.

Végezetül forrasszuk be a hangváltóról érkező huzalokat a hangszórókra és építjük be azokat a helyükre.

A dobozhoz ajánlott hangváltó a 25. ábrán látható, míg a doboz mért (gyári) frekvenciamenetét a 26. ábrán láthatjuk.

### Optima

Változatlanul kedvező árszínvonalon, de valamivel magasabb beszerzési áron juthatunk hozzá az Optima elnevezésű hangszóróhoz szükséges hangszórókhoz. Ezek a Mirronál jobb minőségű reflexdoboz építését teszik lehetővé. Ráadásul választási lehetőségünk is van a mélysugárzó vonatkozásában egy olcsóbb és egy valamivel drágább típusváltozat között. Szerencsére a két ajánlott hangszóró között csak a DNU-300 típusú, készen is megvásárolható



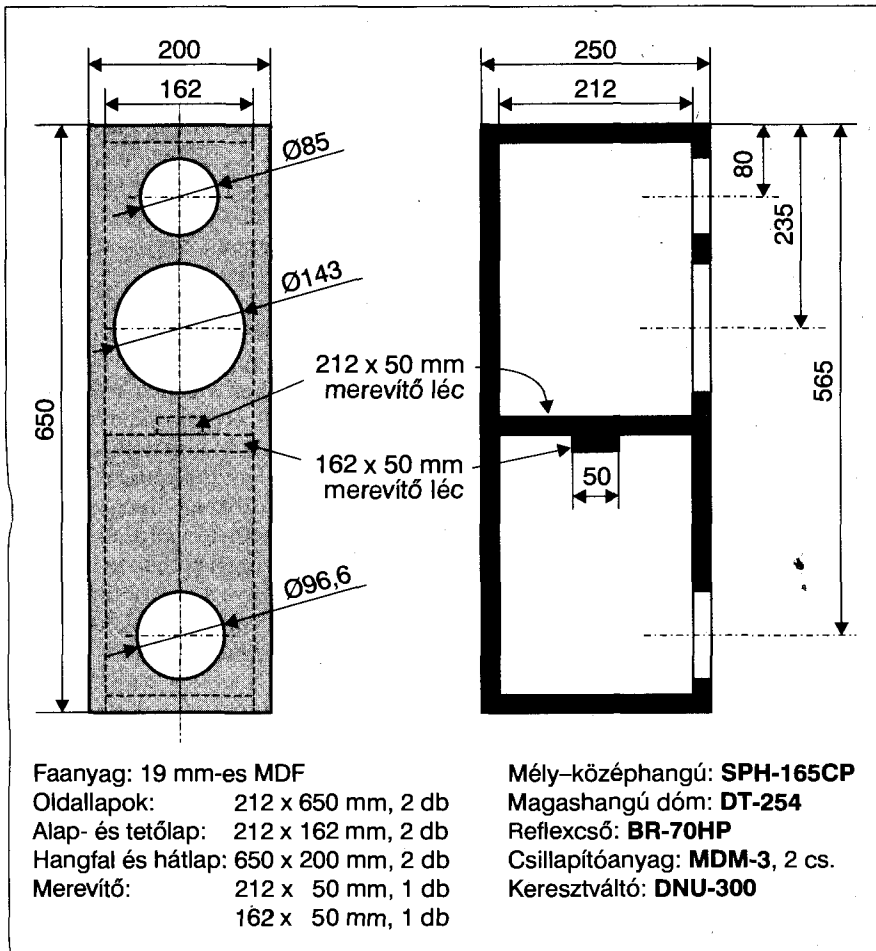
26. ábra

hangváltó magashangú feszültségosztójának tagjaiban van különbség, így ráértünk akár közvetlenül a vásárláskor eldönteni, hogy melyik hangszórótípus építsük be.

A külsőre gyakorlatilag azonos mélysugárzókat zárt és bassreflex doboz céljaira egyaránt kínálják. Az olcsóbbik, SPH-165C típus 100/60 W terhelhetőségű, és ezt 8 literes zárt, továbbá 16,5 literes reflexdobozba ajánlják beépíteni. A mintegy másfélszer drágább SPH-165CP terhelhetősége nagyobb, 120/80 W, és ezt 9 literes zárt, illetve 20 literes reflexdoboz számára ajánlja a katalógus. A két hangszóró és a két-két ajánlott doboztérfo-gat között olyan csekély a különbség, hogy a CP változat számára tervezett hangszóróba a C típus is beépíthető.



27. ábra. Optima

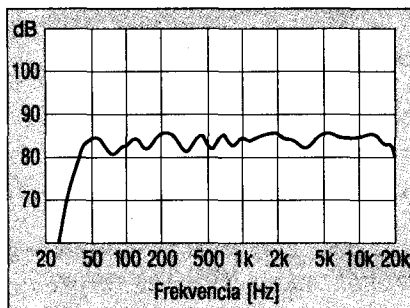


Faanyag: 19 mm-es MDF  
 Oldallapok: 212 x 650 mm, 2 db  
 Alap- és tetőlap: 212 x 162 mm, 2 db  
 Hangfal és hátlap: 650 x 200 mm, 2 db  
 Merevítő: 212 x 50 mm, 1 db  
 162 x 50 mm, 1 db

Mély-középfhangú: **SPH-165CP**  
 Magashangú dóm: **DT-254**  
 Reflexcső: **BR-70HP**  
 Csillapítóanyag: **MDM-3**, 2 cs.  
 Keresztváltó: **DNU-300**

28. ábra

A két különböző hangszórával elérhető eredmény természetesen nem azonos, a C változatnál dúsabb mélyhangokra, valamivel kisebb határfokra és valamivel nagyobb frekvenciamenet-ingadozásra számíthatunk. A 27. ábrán az Optima gyári mintapéldányát láthatjuk, ahogy azt a formatervező elképzelte. A doboz két lábon áll, a hátsó láb maga a doboz meghosszabbított hátfala, míg az elülső láb egy krómozott acélcső, praktikusan valamely lakberendezési áruházban kapható tartozék-



29. ábra

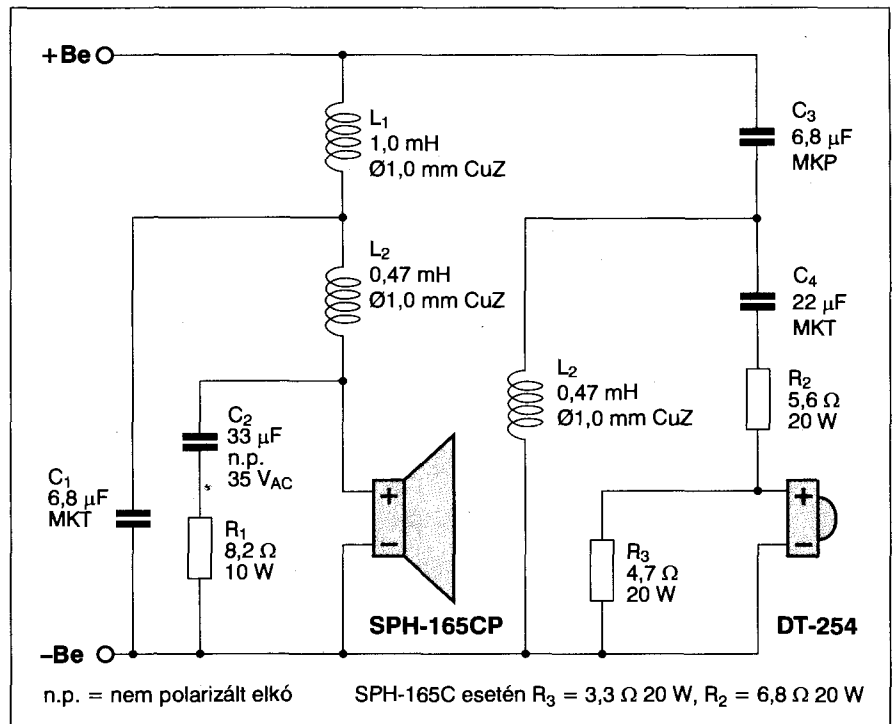
bútorláb. A kissé elvarázsolt konstrukció helyett az asztalosrajzon (28. ábra) kizárólag a lábak nélküli doboz terveit közöljük, az olvasóra bízva a láb-megoldásokat.

A hangszórázó műszaki adatai a következők (az SPH-165CP típusal).

Rendszer	kétutas reflex
Impedancia	8 Ω
Frekvenciasáv	38 Hz ... 20 kHz
Érzékenység	84 dB/2,83 V/1 m
Zenei teljesítmény	max. 120 W
Névleges teljesítmény	max. 80 W
Gyári hangváltó típus	DNU-300

A hangszórázó frekvenciamenetét a 29. ábrán, míg az ajánlott hangváltó kapcsolási rajzát a 30. ábrán láthatjuk.

A doboz összeállítása például a lap-szabászatban elkészített lapokból roppant egyszerű. A hátlapot fektessük valamely sík, vízszintes felületre és a két oldallapot, valamint az alap- és fedőlapot pontos illesztés mellett ragasszuk rá és egymáshoz. Szorítókkal rögzítsük az így összeállított dobozt az alap- és fedőlap élénél, majd ragasszuk rá az egésze a hangfalat. Pontosan igazítsuk el úgy, hogy valamennyi él szépen találkozzon. Ezek után terheljük le a hangfalat a száradási, kötési időre



n.p. = nem polarizált elkő SPH-165C esetén R<sub>3</sub> = 3,3 Ω 20 W, R<sub>2</sub> = 6,8 Ω 20 W

30. ábra





31. ábra. Direct

valamely nagyobb súllyal. Száradás után távolítsuk el az esetleg kifolyt ragasztó nyomait, és vágjuk ki a két hangszóró, illetve a reflexeső nyílását. A mélyhangszóró alatti térbe ragasszuk be a két merevítőt egymásra keresztbe és egymáshoz is. A merevítők min-re pontos helye közömbös, a lényeg az, hogy a hangszórót problémamentesen be tudjuk szerelni a dobozba. A két merevítőt – ha szükséges – pontosan illesszük, és inkább kissé szoruljanak a helyükön, mintsem lötyögjenek.

A ragasztó kötési idejére, sőt, már a beépítés folyamán is célszerű a doboz oldalait a merevítőknél egy-egy asztaloszsorítóval összefogni, összeszorítani. A beépítést, rögzítést a mélyhangszóró nyílásán keresztül tudjuk lebonyolítani, igaz, ehhez némi türelem szükséges.

A ragasztás megkötése/száradása után munkáljuk le a hangfal elülső négy élét gömbölyűre, amit lekönnyebben villamos- vagy asztalosgyaluvál tudunk ledurvánizni. Az élek simítását fűrészgépbe fogott csiszolóvászras gumitányérral vagy rezgőtálcás csiszológéppel tudjuk legszebben elvégezni.

A doboz festése, egyéb kikészítése után építsük be a saját készítésű vagy vásárolt hangváltót a mélyhangszóró mögé a hátfalra. Ragasszuk be a reflexesövet, majd osszuk szét lazán a két csomag csillapítóanyagot a dobozban. Forrasszuk be a két hangszóró csatlakozásait a hangváltóba, majd építsük be a hangszórókat a helyükre.

### Centersugárzók

A házimozsi-hangszórók sarkalatos pontja a hangszórókészlet összeállítása. A gyakorlat bizonyította be, hogy optimális térlelményben akkor lesz ré-

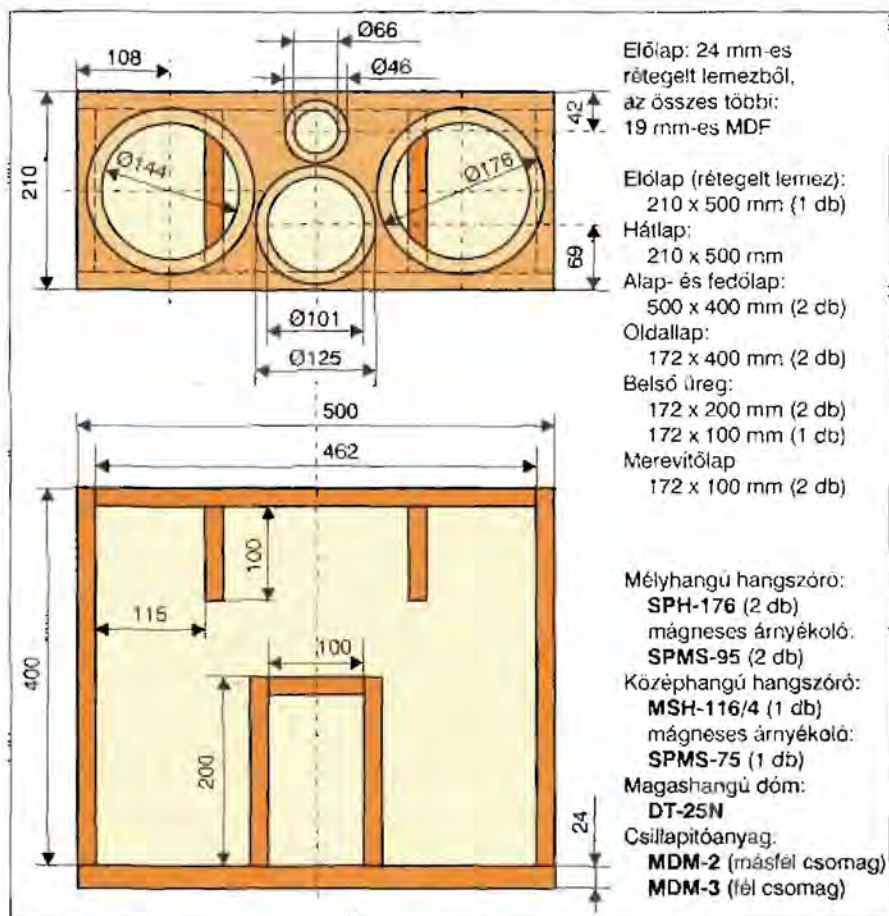
szünk, ha a centersugárzó és a szatellitsugárzók azonos hangszórókészletből épülnek fel. Ezen túlmenően bizonyosodott az is, hogy a döntő hangsúly ezeknél a hangszóróknál a középhangú tartományra esik. Amennyiben tehát jó center- és szatellitsugárzó rendszert szeretnénk építeni, elsősorban a középhangú (esetleg a mély-középhangú) egységek között kell talál-

nunk egy olyan univerzális típust, amelynek középhangú átvitele kiváló. Ha nem használunk külön mély- és külön középsugárzót, akkor a mély-középhangú hangszórónál további követelmény, hogy a jó középhangú átvitel mellett elegendően alacsony frekvenciára essen a rezonanciapontja ahhoz, hogy a mélyhangok visszaadása is kielégítő legyen. Ez utóbbi követelmény voltaképp azt jelenti, hogy a centersugárzó alsó határfrekvenciája érje el a szub-basszus sugárzó felső határfrekvenciáját. Ekkor a center irányából a hangképet nem érezzük hiányosnak, és ezt jól egészítik ki a szatellitsugárzók, ugyanezen hangszórótípussal.

A következőkben ilyen centersugárzók utánépíthető változatait mutatjuk be, mégpedig a korábban ismertetett Kodex, illetve a Mirror típusú, szatellitsugárzók céljára is kiválóan alkalmazható egységek számára.

### Direct

A centersugárzóval kapcsolatban több, nem okvetlenül akusztikai elvárást is



32. ábra





## Csőves és tranzisztoros hangerősítők

**JOHN LINSLEY WOOD**

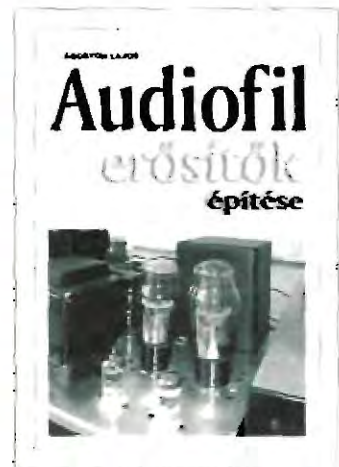
könyvét nem lehet csak egyszerűen elolvasni, annak ott kell lennie a könyvespolcon, hogy bármikor kézbe vehessük! **Miért?** – válaszoljon erre a szerző: „Ebben a könyvben az utóbbi 50 évben kifejlesztett hangerősítő konstrukciókat tekintetem át abban a reményben, hogy az itt található információ hasznos lehet a felhasználóknak vagy a potenciális tervezőknek. Megkíséreltem felderíteni mind az e területen még meglévő hiányosságokat, mind pedig azokat a módokat, melyek révén e hiányosságok csökkenthetők.” A 244 oldalas, B5 méretű könyv postai utánvétellel is megrendelhető a **HAM-bazártól**.  
Ára: 3950 Ft (+ postaköltség).

## Audiofil erősítők építése

**ÁGOSTON LAJOS**

könyvében a külföldi szakirodalmakból ismert, jól bevált és általa is utánépített, együtemű és ellenütemű, csöves, illetve tranzisztoros hangerősítők építési leírásait adja közre. „Ez a könyv az otthoni zenehallgatás szerelmesei közül azoknak szól, akik a zenehallgatás egyik legfontosabb láncszemét, a hangerősítő berendezést, maguk szeretnék elkészíteni. Egy szépen szóló berendezésen zenét hallgatni nagy öröm és tökéletes szellemi felelősség.” – írja a szerző a sajátos hangvételben íródott kötetének bevezetőjében. A könyvhöz **CD-melléklet** is tartozik. A 228 oldalas, B5 méretű könyv postai utánvétellel is megrendelhető a **HAM-bazártól**.

Ára: 4490 Ft (+ postaköltség).



## Mikroelektronikai szenzorok és alkalmazástechnikájuk

**SZENTIDAY KLÁRA – DÁVID LAJOS**

könyvével megkönnyíti a szenzorfajták áttekintését és a kívánt célnak legmegfelelőbb diszkrét vagy integrált szenzortípus kiválasztását. „...a könyvet ajánljuk mindazoknak a mérnököknek, technikusoknak vagy műszaki menedzsereknek, akik a szenzorok gyártásfejlesztésével vagy gyártástechnológiájával kívánnak foglalkozni, továbbá azoknak a szakembereknek, akik szenzoros mérőáramköröket, esetleg számítógépes adatbeszerző rendszereket szeretnének konstruálni.”

A 206 oldalas, B5 méretű könyv postai utánvétellel is megrendelhető a **HAM-bazártól**.

Ára: 2950 Ft (+ postaköltség)



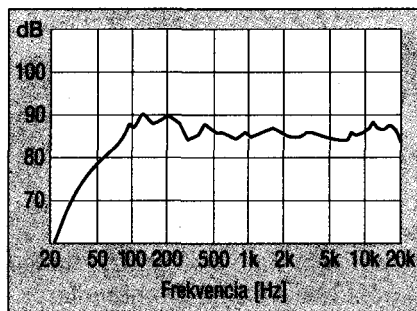
## Információ- és képmegjelenítő eszközök

**SZENTIDAY KLÁRA – MÉSZÁROS SÁNDOR**

a tématerületen hiánypótló jellegű könyvében az optoelektronikai kijelzők – működési elvüket tekintve – mára rendkívül széles választékának bemutatására vállalkozik. „Könyvünk a kép- és információ-megjelenítő legkorszerűbb típusaival ... az elektronsugárcsőves, folyadékkristályos, LED, vákuumfluoreszcens, plazmapanel és elektrolumineszcens működési elvű megoldásokkal foglalkozik.” – írják a szerzők a kötet bevezetőjében. A 346 oldalas, B5 méretű könyv postai utánvétellel is megrendelhető a **HAM-bazártól**.

Ára: 2950 Ft (+ postaköltség)





33. ábra

támasztanak. Ilyen például a minél kisebb méret és a fekvő formátum, hogy például a tévékészülék alatt könnyen elhelyezhető legyen. Ez ugyanis a legfontosabb hangforrás, a hangjának minél pontosabban a kép irányából kell érkeznie. Mivel azonban többnyire közvetlenül a készülék (ma még többnyire a képcső) alatt helyezik el a centersugárzót, a beépített hangszórók mágneses tere durván eltorzíthatja a kép geometriáját. A legtöbb gyártó ez ellen a hangszórómágnes utólagos mágneses árnyékolásával védekezik, amely módszer nekünk is a rendelkezésünkre áll.

Egy centersugárzó dobozának kialakítása esztétikai kérdés is, továbbá figyelembe kell venni az esetleges beépíthetőséget. A tévékészülék gyakorta bútorra van helyezve vagy bútorba van beépítve. A házimozsi-rendszer kialakításánál kisebb átalakítás is szóba kerülhet, például a centersugárzó beépítésére valamely alkalmas bútorrészből. Igen gyakori tehát az a megoldás, hogy a center homlokfelülete igényesen, netán a használatos bútornak megfelelő faanyagból készül vagy nemesborításal ellátott, míg maga a doboz esztétikailag sokkal kevésbé igényes, például fekete tere festett, lakkozott.

A beépítést megkönnyítendő szokás a center homlokfelületét, a hangfalat valamivel (10–25 mm-rel) nagyobbra készíteni, mint magát a bútorba süllyesztendő részt, ezáltal a doboz a beépítés során önmagát pozicionálja. Ilyen kivitel persze csak akkor válasszunk, ha eleve biztosak vagyunk a süllyesztett beépítésben. A Direct mintapéldánya ilyen, beépítésre szánt változat (31. ábra). Megfigyelhető, hogy az előlap (a hangfal) szilárdsági okból rétegelt lemezből készült, amelyet célszerű a környezetnek megfelelő nemesfurnérral borítani és kikészíteni (lakkozni, politúrozni stb.), ha ténylegesen valamely bútorba építik be a do-

bozt. Az ilyesféle igényesebb munkát – kellő gyakorlat hiányában – érdemes asztalosra bízni. A hangsugárzó összeállítási rajzát a 32. ábrán, a gyári mintapéldány frekvenciamenetét a 33. ábrán, míg a hangváltó kapcsolási rajzát a 34. ábrán láthatjuk.

A Direct centersugárzó műszaki adatai a következők.

Rendszer	zárt, háromutas
Névleges impedancia	4 Ω
Frekvenciasáv	60 Hz ... 20 kHz
Érzékenység	89 dB/1 W/1 m
Zenei teljesítmény	max. 240 W
Névleges teljesítmény	max. 140 W

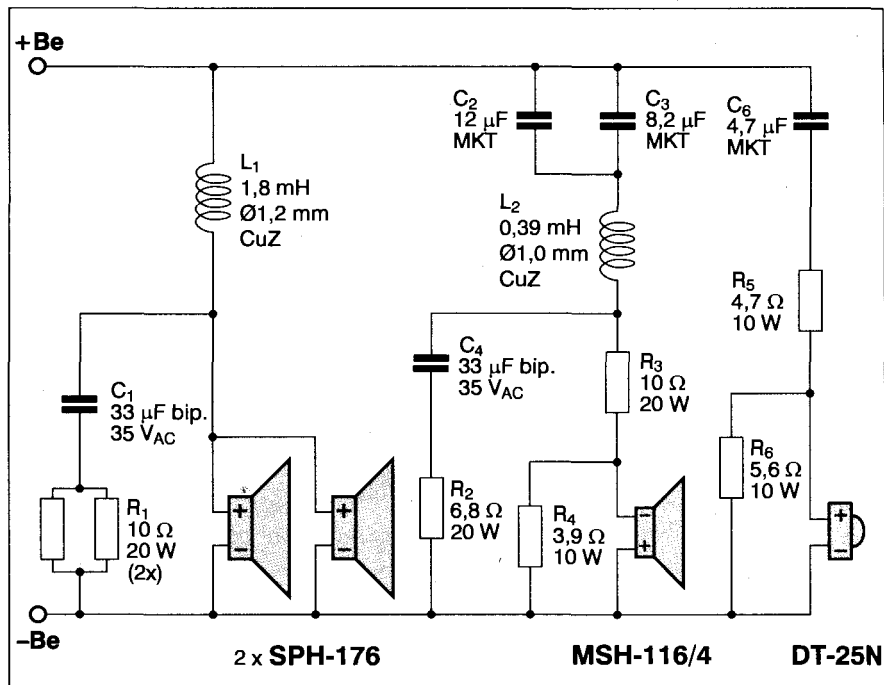
A tervezők a lehető legkisebb dobozméret alkalmazására törekedtek. Az előlap alig nagyobb, mint amelyen egyáltalán el lehet helyezni a hangszórókat. Felülnézetben a doboz közel négyzetes formát mutat, amelyben a viszonylag nagy méretű alap- és fedőlap merevségét két fogás is elősegíti. Egyrészt a középsugárzó és a dóm a dobozon belül egy külön zárt üreget kapott, amely hátranyúlik a doboz közepéig és igen hatásosan merevíti azt. Másrészt a hátlaphoz további két merevítőlap is csatlakozik, ami további jelentős merevítést képez az alaplap, a fedőlap és a hátlap között. Ezen megol-

dások a doboznak hallatlanul nagy merevséget kölcsönöznek, amire szükség is van, tekintettel a kis mérethez viszonyított nagy hangnyomásra.

Az előlapon a hangszórók számára süllyesztést kell kialakítani: a mélysugárzóknak 7 mm-es, a középsugárzóknak 2 mm-es, a dómnak 4 mm-es mélységűt. Amennyiben ez nehézséget okozna, az előlapra ragasszunk egy kb. 7 mm vastagságú, MDF-alapú laminált parketta lapot, amelyen előzőleg fűrészszel kimunkáltuk a nagyobbik átmérrőkhöz tartozó nyílásokat. Ezzel a fogással egyszerre két problémát is megoldottunk. Egyrészt így a süllyesztéshez nincs szükség faipari marásra, másrészt az előlap tetszetősebb külsejű lesz, mint a rétegelt lemez eredeti felülete volt. Amennyiben nem áll rendelkezésünkre lamináltparketta-hulladék, 3–5 mm vastag farostlemezt is használhatunk erre a célra, de az korántsem olyan tetszetős, mint a parketta.

A doboz összeállítása egyszerű. Először ragasszuk az alaplapra a hátlapot, az oldallapokat, a merevítőket és a középsugárzó belső üregét, majd ellenőrzés után ragasszuk ezeket rá a fedőlap pontos illesztés mellett. Terheljük le az egészet a száradás/kötés idejére. Utolsó lépésként ragasszuk a helyére az előlapot.

Ha előzőleg nem történt volna meg, készítsük el a hangszórók furatait. Építsük be a keresztváltót valamelyik



34. ábra





35. ábra. Procent

mélyszugárzó mögé. Lazán töltjük tele a középsugárzó üregét az MDM-3 csillapítóanyaggal (gyapjú/poliészter vattával), majd az MDM-2 csillapítóanyaggal (poliésztervattával) töltjük meg a mélyszugárzókat terét. Forrasszuk be a hangváltóba a hangszórók vezetékét és építsük be a helyükre a hangszórókat.

#### Procent

Gyakorlati tapasztalat, hogy reflexdoboz konstrukcióval meglepően kis méretű hangszugárzók is építhetők. Esetünkben a Mirrorból ismert, alumíniummebrános SPH-130AL hangszóróra alapozva, a Directhez képest közel fele térfogatú, mégis gyakorlatilag azonos képességű hangszugárzót építhetünk. A Procent centersugárzó kivitele és műszaki adatai nagymértékben hasonlítanak a Directéhez. A két centersugárzó között a felépítésben jelentős különbségnek számít az, hogy a Procent kétutas, így elkészítése több tekintetben is egyszerűbb és az elmaradó középsugárzó folytán olcsóbb is a Directhez képest.

A Procent centersugárzó műszaki adatai a következők.

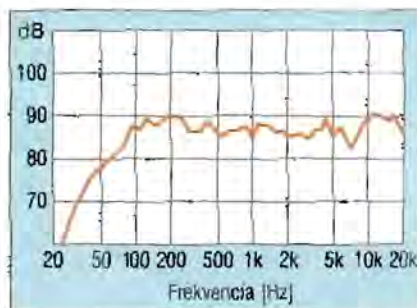
Rendszer	kétutas reflex
Névleges impedancia	4 Ω
Frekvenciasáv	65 Hz ... 20 kHz
Érzékenység	88 dB/1 W/1 m
Zenei teljesítmény	max. 200 W
Névleges teljesítmény	max. 100 W

A Procent centersugárzó doboza nagyon egyszerű konstrukció, így elkészí-

tése még a kevésbé gyakorlottaknak sem okozhat gondot. Voltaképp egy fekvő hasáb alakú, egyszerű szerkezetű dobozról van szó, amelynek előlapján kerek kivágások találhatók.

A 35. ábrán a Procent mintapéldányának képét láthatjuk, amelynek frekvenciamentét a 36. ábra mutatja, míg a doboz asztalosrajzát a 37. ábrán tanulmányozhatjuk. Az előlapon található lyukak dekopírfűrészszel vagy előfúrkálós módszerrel készíthetők el, noha gépekkel jól felszerelt asztalosműhelyben ezt fűrész- vagy marógéppel pár perc alatt - többnyire elfogadható költségek árán - kivágnák számunkra.

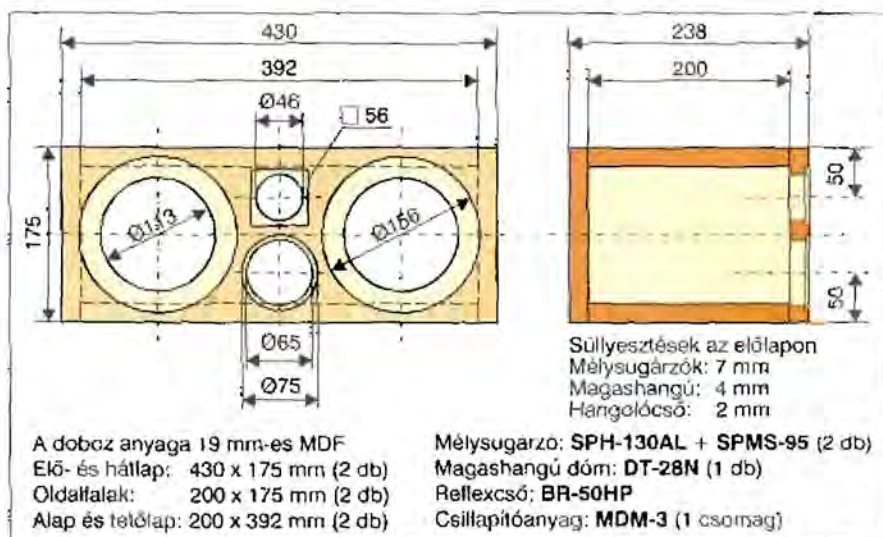
A doboz összeépítése az előző esetekhez hasonlóan ragasztással történhet. Először az alap- és fedőlapot, továbbá a két oldallapot ragasszuk egymáshoz. Ideiglenes rögzítés, megszorítás után illesszük a helyére az előlapot



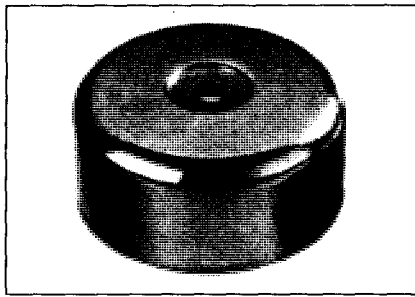
36. ábra

is, majd az egész összeállítást asztalos-szorítóval, súlyterheléssel hagyjuk megszáradni, megkötni. Ha a furatokat magunk készítjük el, akkor célszerű a ragasztás utánra halasztani ezt a műveletet, mert ennek során a félkész doboz sokkal jobban kezelhető, mint egy magában álló MDF-lap. Ha a súllyesztést többrétegű konstrukcióval helyettesítjük, akkor az előlapot kiszabhatjuk vékonyabb anyagból is, például 12 mm-es MDF-ből, és ezen készítjük el a kisebb lyukakat. Az előlap teljes vastagságát úgy érhetjük el, ha ráragasztunk egy 4-6 mm-es farostemezt vagy laminált parketta lapot, ami kissé vastagabb is lehet. Ezen a lapon kell előzőleg elkészíteni a gondosan pozícionált, nagyobb méretű lyukakat.

A doboz elkészítése után építsük be a keresztváltót a doboz alsó részébe úgy, hogy ne ütközzön sem a hangolósóval, se majd a mélyszugárzókkal. Építsük be a hangolósóvet, majd tömjük meg lazán az MDM-3 (poliészter/gyapjú) vattakeverékkel a dobozt, és kössük be, majd csavarozzuk be a helyükre a hangszórókat.



37. ábra



38. ábra

Itt kell megjegyeznünk, hogy a centersugárzók használatánál gyakori probléma az, hogy a dobozba beépített erős mágnesű és nagy erővonalsszórásal rendelkező hangszórók megzavarják a tévé-képcső geometriai beállítását (konvergenciáját). A centersugárzóban a problémák elkerülése érdekében célszerű mágneses árnyékolást használni. Erre a célra a legtöbb hangszórós cégnél, így a Monacornál is szerepelnek a kínálatban alkalmas méretű, de nem éppen filléres árszínvonalú árnyékoló kupakok, amelyet rá lehet ragasztani a hangszóró mágneskörére.

Jelenleg a kínálatban kétféle méret szerepel, az SPMS-75 típusjelű,  $\varnothing 79 \times 25$  mm méretű az SPH-100AL elnevezésű hangszóróhoz, illetve az SPMS-95 típusjelű,  $\varnothing 97 \times 29$  mm méretű (38. ábra) az SPH-130AL és SPH-170AL elnevezésű alumíniummembrános hangszórókhoz. A kupakok más hangszórókhoz is használhatók, de az

eltérő méretek miatt az árnyékoló hatás kellő mértéke nem garantált.

Az árnyékoló kupakok megváltoztatják a hangszórók egyes T/S-értékeit ( $Q_{es}$ ,  $Q_{ts}$ ), de a tulajdonságok túlnyomó részére (pl. a frekvenciamenetre stb.) nincsenek hatással.

A Procent hangváltója a 39. ábrán látható.

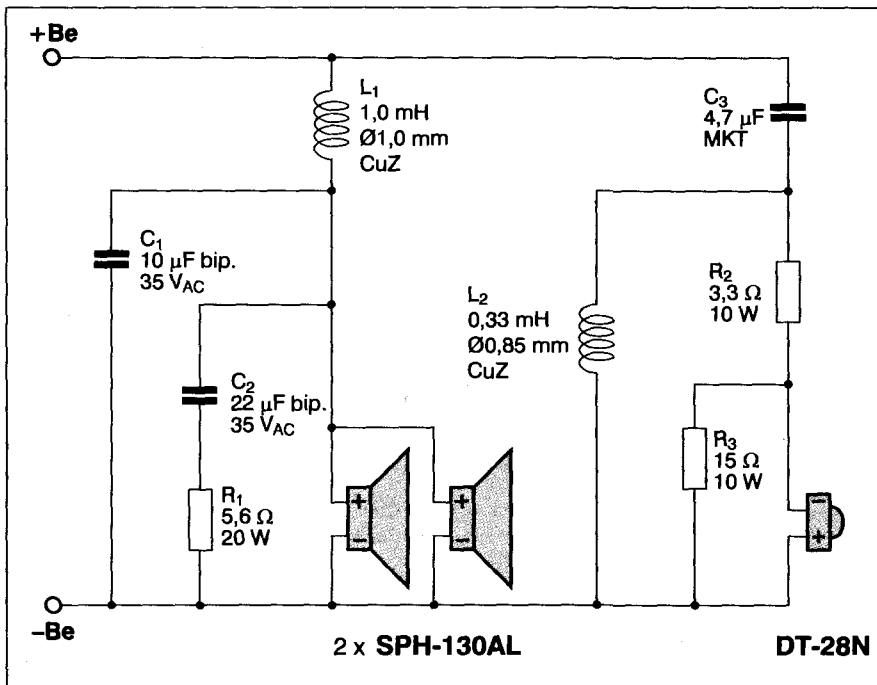
### „Emeletes” hangszugárzók

Az eddigiekhez képest más megjelenésű hangszugárzót mutatunk be olvasóinknak abból a célból, hogy felkeltve érdeklődésüket, ötleteket adjunk számos hétköznapi probléma megoldására. Az alapelv egyszerű, és mégis igen sok előnnyel kecsegtet. Már a legegyszerűbb esetben is azt a mindennapos alapesetet tekintve, mikor egyedül vagy barátainkkal zenét hallgatunk vagy a házimozit üzemeltetjük, probléma adódik a hangszugárzók elhelyezésével. A „HIFI” nem minden családban a hölgytagok kifejezett kedvence, így többnyire valahová valamelyik sarokba száműzik az esztétikailag nem mindig megfelelő, éppen húsz éve „pillanatnyi kísérletezés alatt álló” faladákat. De más elhelyezési oka is lehet annak, hogy hangládánk magas- és középsugárzói éppenséggel nem a hallgatóság fejmagasságában található, így nem azt a hangképet szolgáltatják, amely „benne van” a rendszerben, hanem an-

nál silányabbat. A szerző nem egyszer látott szőnyegen hasaló, üldögélő hallgatót, vagy sámliból, kisasztalból, székekből épített ideiglenes „hangszóró-alátétet”. A probléma okozója a különféle közép- és magassugárzó szintje soha nem tökéletes körsugárzása (ilyenek csak a katalógusokban található), és az optimális hallgatási magassághoz a hangszugárzók ládáit fejmagasságba kell emelni. Különösen így van ez a házimozi esetében, ahol az optimális magasság – a szub-basszus láda kivételével – az összes hangszugárzó (center, szatellit) esetére a fejmagasság. Ez többnyire azt jelenti, hogy a gyakarta tekintélyes tömegű és méretű ládákat mintegy 1–1,2 méteres lábball kellene ellátni. Ez már biztonsági okokból is kockázatos, mert egy véletlen meglökés, feldőlés esetén komoly sérülésekkel lehet számolni mind a hangszugárzó, mind a hallgatóság vonatkozásában.

Más aspektusból is meg lehet közelíteni a témát. Az utazgató, akár napon-több helyszínen dolgozó alkalmi zenészeknek, DJ-knek ügyes, könnyen szállítható és nem túl sérülékeny, ugyanakkor jó minőségű és tartós, strapabíró hangszóró-szettekre van szükségük. Szerencsére egy-egy lakodalom, nagyobb házi multság, kerti parti a hangosítással megbízottak részéről többnyire nem igényel hatalmas hangtechnikai apparátust, nehézkes, kamionos kivonulást, több napos telepítést, majd bontást. Előnyben részesülnek a költségkímélő megoldások, például a szállítást is többnyire házilagosan, személyautóval kell megoldani. Akkor jó tehát a hangszugárzó szett, ha több kisebb és nem túl nagy tömegű részből áll (szétszedhető), s ezáltal minél könnyebben pakolható be a kocsiba.

A többrészes szett arra is jó, hogy a lakásban felvetődő hangosítási gondjainkat megoldja. A mélysugárzó többnyire nagyobb ládáját a padlón elhelyezve nem kell félnünk a balesetektől, míg a jóval kisebb közép- és magashangú egységet tartalmazó dobozt vagy a szatellitesugárzót pedig könnyű olyasféle lábakkal ellátni, ami lehetővé teszi, hogy az fejmagasságban legyen. Ekkor az is megoldható, hogy ezen hangszugárzók talpát olyan nehézre készítjük, ami szinte eleve kizárja a szokásos használat során a felborulást. A legkézenfekvőbb talp mi más lenne, mint a mélysugárzó ládája! A következőkben ilyen „emeletes” kivitelű hang-



39. ábra



sugárzókat ismertetünk ötletadás céljából, előre bocsátva azt, hogy az így kialakított rendszerek az építőblokk-elv szerint valójában többet tudnak, mint amire az első pillanatban gondolkunk. A különválasztott egységek meghatározott körülmények között ugyanis önmagukban is megállnak, és csak fantázia kérdése, hogy mire is használjuk ezeket.

### Jet-Stream

Egy bruttó 155 literes mélyreflex dobozzal és a kétutas reflex, bruttó 35 literes, közép/magas szekcióval rendelkező, sokarcú szett a változatos helyszínű és célú alkalmazások ideális készlete. Ugyanakkor „benne van” a rendszerben például a házimozi lehetősége is.

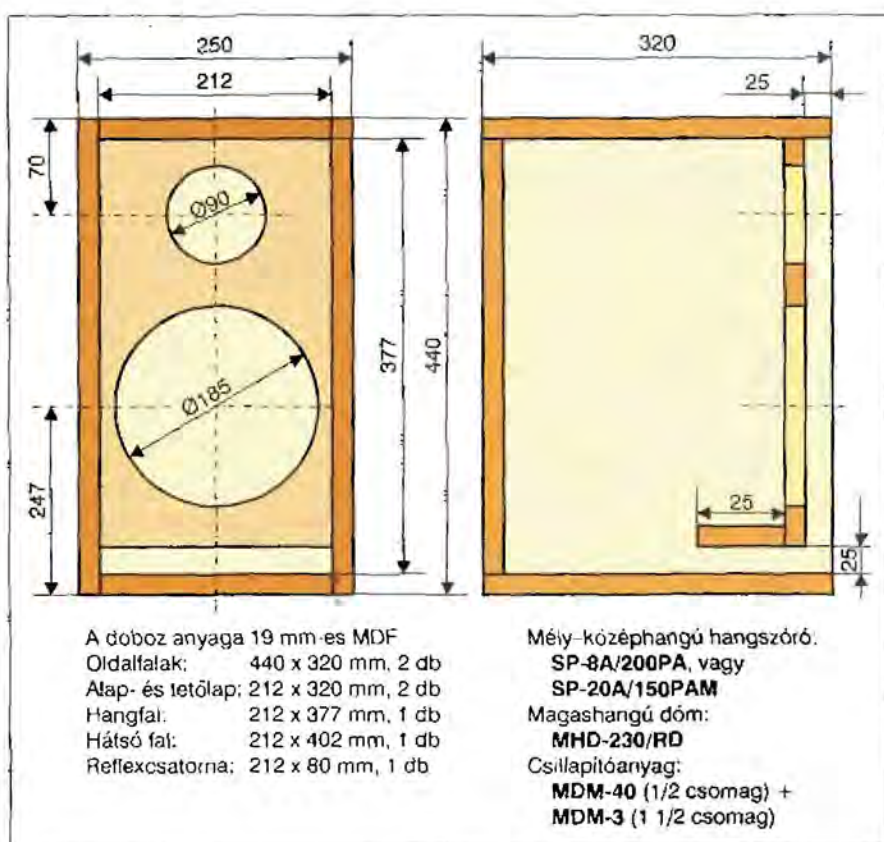
A komplett kétdobozos rendszer jellemzői a következők:

Rendszer	1 db kétutas reflex + 1 db egyutas reflex
Névleges impedancia	8 Ω
Frekvenciasáv	45 Hz ... 19 kHz
Érzékenység	99 dB/2,83 V/1 m
Zenei teljesítmény	max. 500 W
Névlegesteljesítmény	max. 250 W

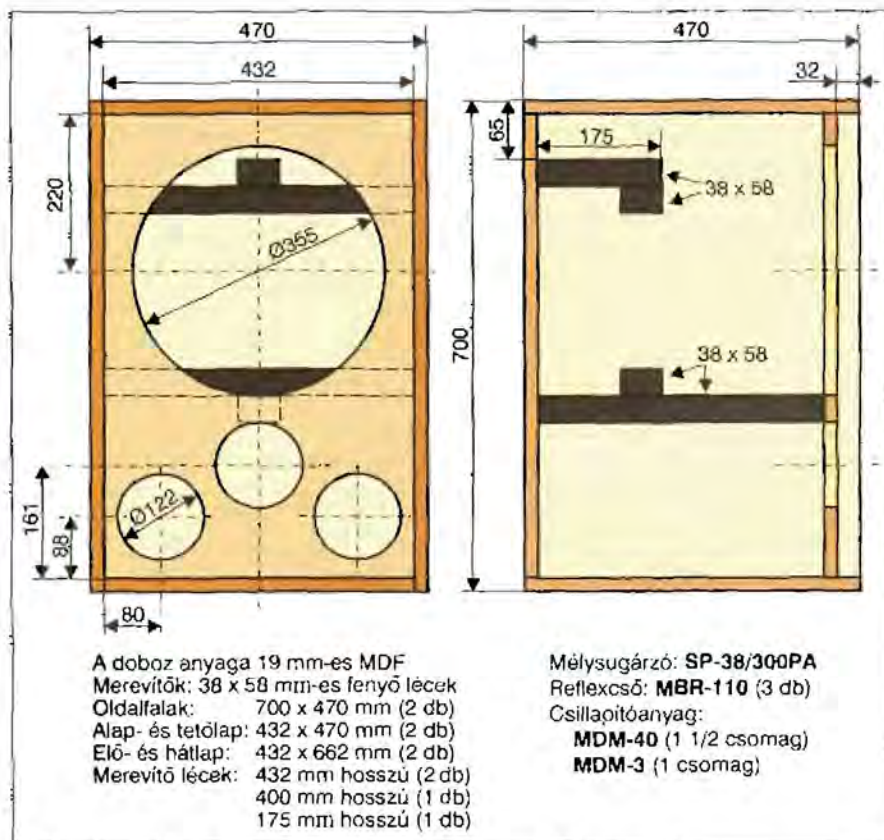
A szatellitugárzóként is alkalmazható kisebb, szélessávú reflexdoboz asztalosrajzát az **40. ábrán** láthatjuk, míg a nagyobbik, külön kiegészítő mélysugárzóként is alkalmazható reflexdoboz rajza az **41. ábrán** látható. A rendszer összesített frekvenciamenetét a **42. ábra** mutatja.

A szállítási sérülések elkerülése érdekében alapesetben mindkét egység süllyesztett előlappal (hangfallal) készüljön, a dobozék és -sarkok pedig védővasalattal rendelkezzenek. A gyári vagy saját kivitelű oldalsó fogantyúk elősegítik a rakodást és a telepítést.

Persze a megépítés előtt eldönthetjük, milyen alkalmazásra gondolunk egyáltalán. Ha ugyanis nem kerül szóba a sokszori szállítás, áttelepülés, mert az egységeket otthon, házimozi célra használjuk, akkor a kivitel kissé egyszerűsíthető és méretei némileg csökkenthetők is. Például elhagyhatók a hangszórókat süllyesztő elülső védőperemek, továbbá a sarokvasalatok, védő

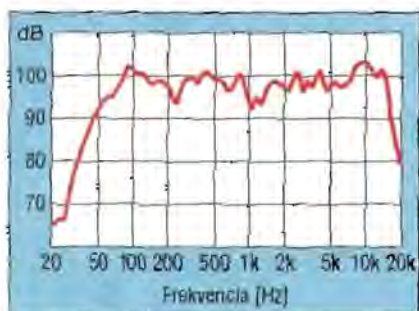


40. ábra



41. ábra





42. ábra

élsínek. Ha viszont egyértelmű, hogy a rendszert gyakorta kell különféle helyszíneken hangosítási célra használnunk, akkor a mechanikai védelem okvetlenül szükséges.

A két doboz összeállítása lényegében megegyezik a korábbiakban tárgyalt módzatokkal. A különbséget a védővasalat felrakása jelenti, amennyiben alkalmazunk ilyen. Először leszabjuk a méterben vásárolható, esetleg saját készítésű szögleteket, illetve a sarokidomokat, majd felpróbáljuk a helyükre. Ekkor kijelölhetők, majd kifúrhatók a fémidomokon a szükséges felerősítő furatok, majd megkezdődhet ezek felszerelése.

A fokozott mechanikai védelem érdekében célszerű mind a szöglet-, mind a sarokidomok belső, a későbbiekben majd láthatatlan felületein szilikonpaszta pöttyöket, csíkokat elhelyezni, így a felesavarozás után a szilikon szétterül és közel teljes felületén rögzíti az idomokat.

Kisebbs zárt terekben is, de kerti parti során is célszerű a közép-magas egységet a hallgatóság fejmagasságába emelni. Ez egy zajos, mulató, táncos rendezvényen (pl. esküvőn) jelentősen

emeli a hangosítás határfokát, így kisebb hangerővel, kisebb erősítővel is jó benyomást kelthetünk. Az optimális magasság mintegy 1,8...2,0 méter, a kisebbik hangszóró sugárzási tengelyére vonatkozóan. A felső doboz megemelésére igen alkalmas valamely könnyen beszerezhető, szabványos méretű (1...1,5"-os) vascső, a két végén csőmenettel, a dobozokon pedig anyamenetű talpakkal, ami a gyors helyszíni szerelhetőséget teszi lehetővé. Más megoldásként a talpak helyett pontos furatokat alkalmazhatunk: egyet a nagy doboz tetején és a másikat kis doboz alján. Ebbe a két nyílásba dugva az alkalmas méretű vascsövet, a szerelés, összeállítás egyetlen mozdulattal elvégezhető. A gyakori használat okozta kilazulást elkerülendő, a két lyukat meg lehet erősíteni valamilyen strapabíró peremmel, például a dobozok belsejében egy alkalmas méretű rövidebb csődarabbal, furatos keményfa lappal stb.

A 43. ábrán a *Jet-Stream* „emeletes” hangsugárzó gyári mintapéldánya látható, a fémcsővel kb. fejmagasságba emelt *Top* dobozzal.

A dobozok hangváltója két elkülönített részből áll. A kisebbik (*Top*) doboz tulajdonképpen vagy a nagyobbik doboz hangváltójáról kapja a táplálást – amennyiben a nagyot is használjuk –, vagy pedig közvetlenül is meghajlítható. Amennyiben a dobozokat külön-külön, saját erősítőkről közvetlenül hajlíjuk meg, meg lehet kísérelni a *Sub* doboz szűrőjének az elhagyását. Ezt a mindenkori teremakusztika körülményei határozzák meg, illetve teszik lehetővé. A két részre osztott váltószűrő rajzát a 44. ábrán, illetve (a hozzá csatlakozó)

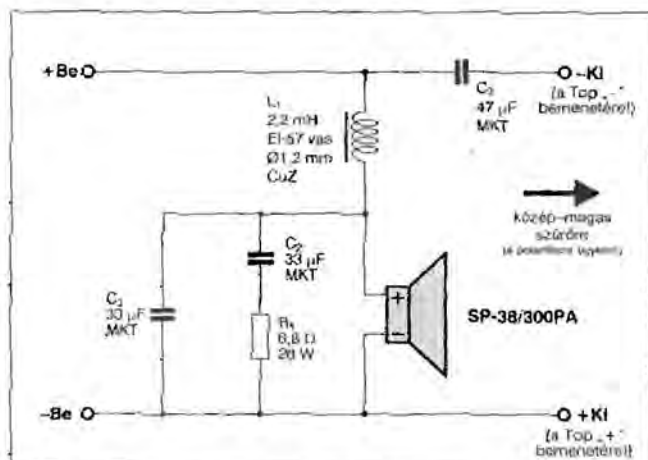


43. ábra. *Jet-Stream Top* és *Sub*

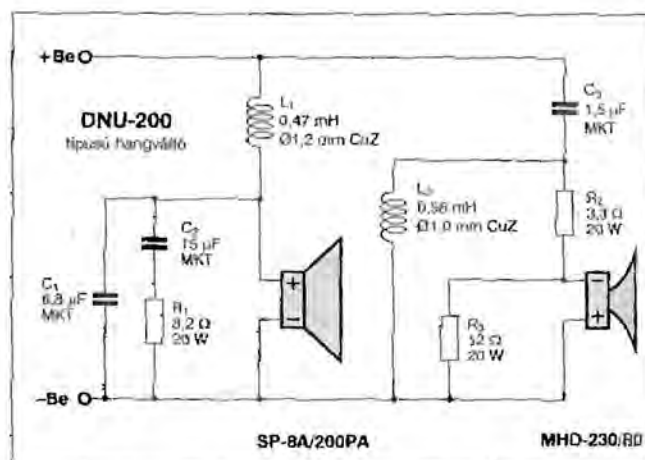
közép-magas szekció rajzát a 45. ábrán láthatjuk.

A cégnél beszerezhető a DNU-200 típusú univerzális, kéntintas váltóhoz előkészített, feliratozott nyomtatott áramkörtábla, amelyre a kisebbik doboz szűrőáramkörre ráépíthető.

A bontott elrendezés egyébként az is könnyen lehetővé teszi, hogy a két dobozt két külön erősítőről hajlíjuk meg, kihasználva a nagyobbik dobozba épített hangszóró maximális terhelhetőségét (600 W zenei, 300 W névleges teljesítmény).



44. ábra



45. ábra



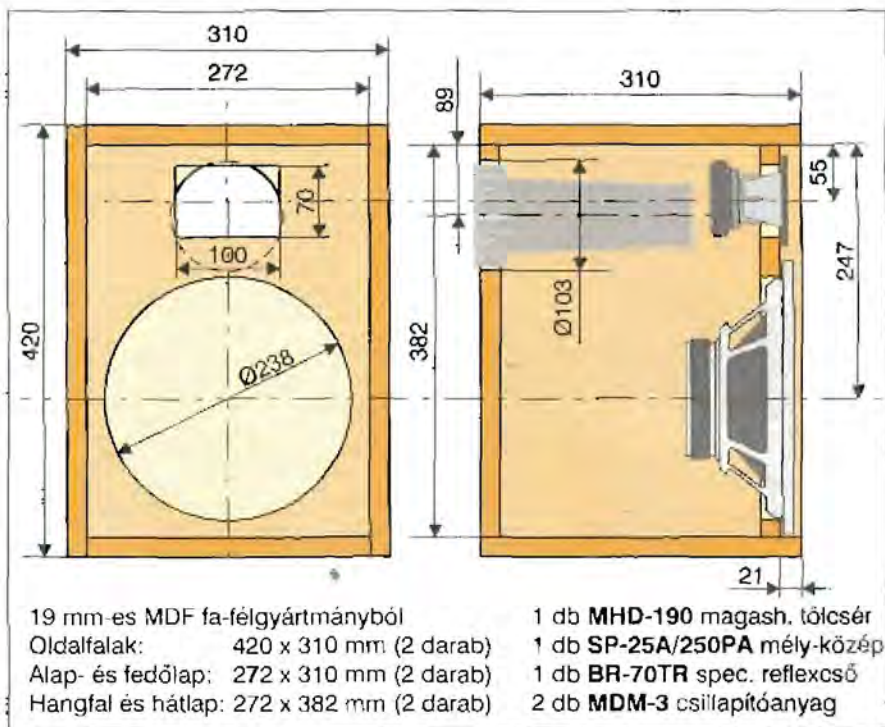


46. ábra. Profit Top és Base

*Profit Top & Base*

A Profit hangszóró-szett (46. ábra) nagymértékben hasonlít a Jet-Stream-hez, de annál sokoldalúbban használható, változatos gyakorlati hangosítási feladatok megoldására tervezett, univerzális rendszer. A feladat a könnyű mozgathatóságú, jól szállítható szállítható és a sokféle alkalmazási lehetőséggel rendelkező hangszóró-kompozíció előállítására volt.

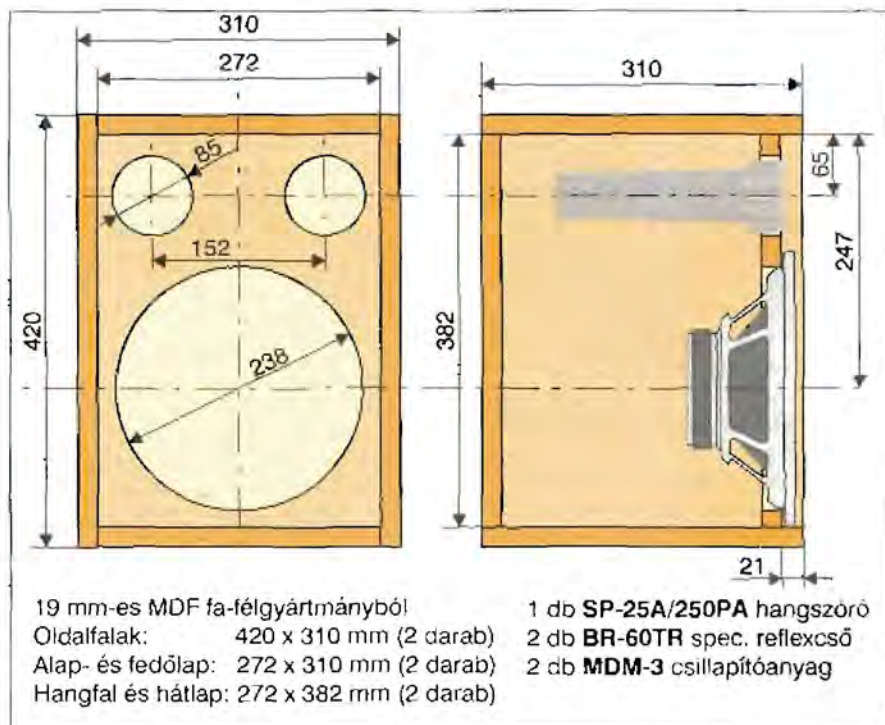
Nagyon hasznos, hogy a Profit Top dohoz a beépített közép/magassugárzókkal *önmagában* is alkalmas számos hangosítási célra, például moderátor, szónok, szólóénekes hangjának kellő teljesítményű erősítésére. A Base mélysugárzóval kiegészítve pedig kielégíti egy szokásos kerti parti, házimulatság vagy nagy hangerővel történő popzene-hallgatás igényeit a basszus-tartományban is. A Base ugyanis az átviteli tartomány alsó részében mintegy ráségítőként – gyakorlatilag párhuzamosan – dolgozik a Top dobozzal, így valójában nem igazi háromutas-ként, hanem 2 és 1/2 utas rendszerként tekinthetünk a Profitra.



47. ábra

Ugyanekkor a Profit jól felhasználható házimozzi célokra is, kiegészítve egy alkalmas szub-basszus ládával. A két, igen egyszerű felépítésű doboz elkészítése még a kezdőknek sem okozhat problémát, különösen, ha a faanyagot méretre vágva, lapszabászatnál

rendelik meg. A Top dobozának asztalos-, illetve összeállítási rajzát a 47. ábrán láthatjuk, míg a Base mélyhangú láda hasonló részleteit a 48. ábrán tanulmányozhatjuk. A két rajz összevetéséből is kiderül, hogy a dobozok azonos méretűek.



48. ábra

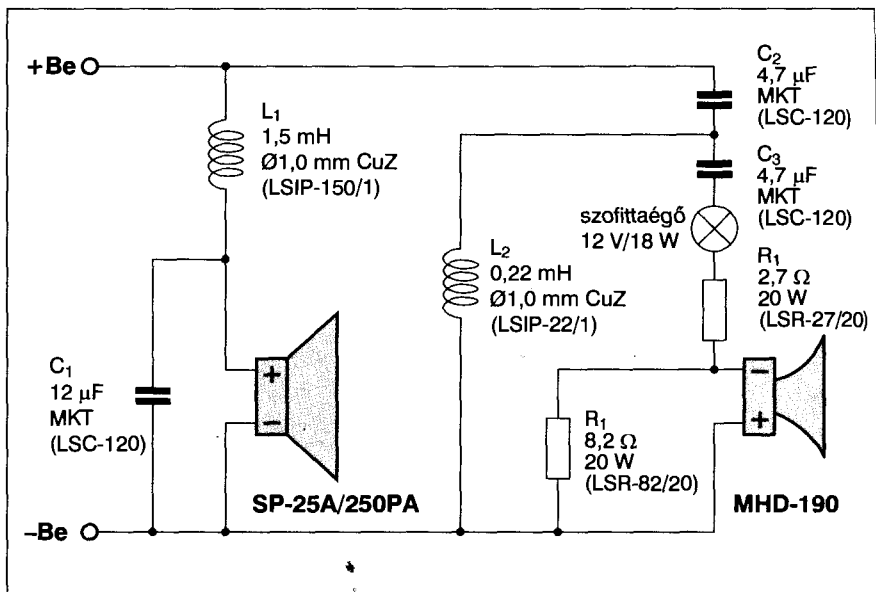
Az egy-, illetve kétdobozos *Profit* készlet jellemzői a következők:

Rendszer	1 db kétutas reflex (Top)+ 1 db egyutas reflex (Base)
Névleges impedancia a Top és Base együtt csak a Top	4 Ω 8 Ω
Frekvenciasáv a Top és Base együtt csak a Top	50 Hz ... 19,5 kHz 70 Hz ... 19,5 kHz
Érzékenység	97 dB/1 W/1 m
Zenei teljesítmény a Top és Base együtt csak a Top	max. 600 W max. 400 W
Névleges teljesítmény a Top és Base együtt csak a Top	max. 400 W max. 250 W

A két doboz pontosan azonos méretű, ami nagyban megkönnyíti az anyag le-  
szabását akár saját kezűleg, akár bér-  
munkában szabhatjuk le a lapokat. Tu-  
lajdonképpen csak a két mellő lap (a  
hangfal) és a hátlap kivágásaiban van  
különbség, ami a magashangú tölcse-  
res hangszóró, illetve a speciális kivite-  
lű (befelé szűkülő), műanyag reflex-  
csövek méreteiből és számából adódik.

A hangszórók beszerzését meg-  
könnyíti az a tény, hogy a mély- és  
középsugárzó esetében azonos, jó mi-  
nőségű, sok célra alkalmas, jól „nyúz-  
ható”, professzionális típusra esett a  
választás. Az SP-25A/250PA ugyanis  
mind a mély-, mind a középhangok  
tartományában igen kedvezően visel-  
kedik.

Esetünkben ennek nagy jelentősége  
van, hiszen pl. egy lakodalom vagy  
kerti parti, netán egy lelkesült szónok  
beszédének akusztikai körülményei  
(jelszintjei) nem mindig tarthatók telje-  
sen kézben, és a hangtechnikai eszkö-  
zöknek jól el kell viselniük az esetleges  
mérsékelt túlhajtást is. Éppen ezért a  
rendszer tervezése során a biztonságos  
üzemvitel követelményei megelőzték a  
maximálisan széles sávú átvitel kiala-  
kításának lehetőségeit. Ez a körülmény  
a túl nagy amplitúdójú, legmélyebb  
hangok visszaadásának valamelyes  
mérséklésében mutatkozik meg. Ezen  
felül még az erősítőben is infraszűrő-  
zéssel gondoskodni kell arról, hogy a  
Base hangláda ne kapjon feleslegesen  
nagy kivezrlést az üzemeltetés során  
előforduló lépcsőzajoktól, koppanások-  
tól és egyéb, mélyhangokban jelentős  
energiatartalmú zajoktól.

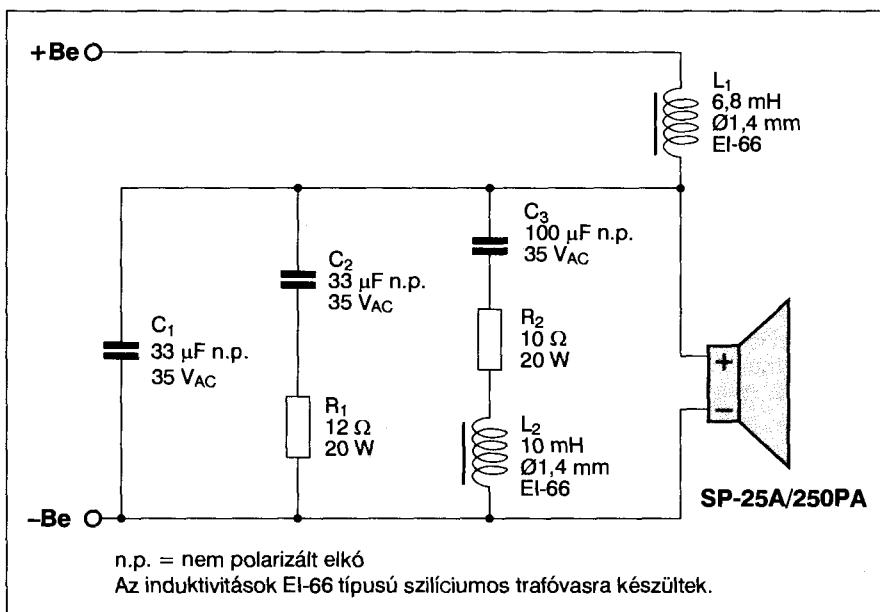


49. ábra

Az üzem közben előállítható nagy  
hangerőt szolgálja az a fogás, hogy a  
középhangokat is ugyanazzal a strapa-  
bíró hangszugárzóval adjuk vissza, mint  
a mélyeket. Így a hangerő zömét adó  
középhangokat bátran, úgymond teljes  
teljesítménnyel adhatjuk vissza pl. egy  
karaoke keretein belül, hiszen egy da-  
rab Top sugárzó önmagában is 250 W  
zenei és 400 W csúcsteljesítmény le-  
adására képes.

Ezen tulajdonsága következtében  
kiválóan használható például beszéd-  
vagy énekhangsúlyozásra is.

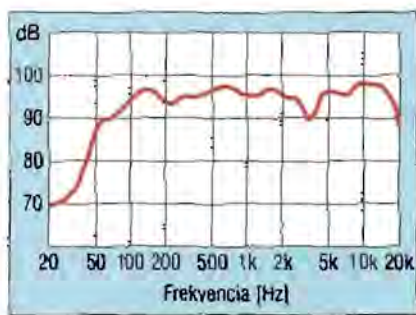
A Top hangszugárzó váltósűrőjét a  
49. ábrán, illetve a Base váltósűrőjét  
a 50. ábrán láthatjuk. Amennyiben a  
két 8 Ω-os dobozt együtt használjuk, a  
két dobozbemenetet egyszerűen – azo-  
nos polaritásjezéssel – párhuzamosan  
kell kapcsolni. Ekkor egy nagy telje-  
sítményű, 4 Ω-os(!), 2 1/2 utas rend-  
szert kapunk. Lehetséges a Top hang-  
szugárzót csak önmagában is használni,  
elsősorban házimozsi szatellitesugárzó-  
jaként. Ez esetben egyáltalán nem za-  
varó a doboz csekély mélyhang-visz-  
zaadása, mert a házimozsi rendszer



n.p. = nem polarizált elkő  
Az induktivitások EI-66 típusú szilíciumos trafóvasra készültek.

50. ábra





51. ábra

többi tagjai ezt kellő módon ellensúlyozzák. Ezzel szemben az így kialakított akusztikai rendszer hatalmas hang-erő előállítására képes, akár nagyobb termék, több tucatnyi hallgatóság számára is. A két egység, azaz a *Profit Top + Base* hangszóró mintapéldányának egyesített frekvenciamenete az 51. ábrán látható.

A hangszórók megépítése semmi különleges fogást, eljárást nem tesz szükségessé. Az asztalosmunka során a műanyag reflexesövek furatainak elkészítésére fordítsunk kellő gondot. A hangolósövek formája újszerű, mindkét végükön legömbölyítettek, trombitaszzerű nyílással, továbbá kúpos kialakításúak. A esövek előlap felőli végén erőteljesen kiemelkedő bordázatot szolgál a furatban történő stabil megszorulásra, amely segíti a néha nem kellő pontosságú és nem teljesen szabályosra sikeredett alakú nyílásokba való rögzítést. Érdeemes az eredeti, jelzett típusú hangolósövet beépíteni, mert különleges kivitele miatt nehezen (sok mérés és próba árán) helyettesíthetjük más esőféleséggel.

A dobozokba az optimális csillapítottág érdekében szálal csillapítóanyagot javasol a gyártó. Típusa egyfajta vattaféleség, amely közeli rokon-ságban van a hazai háztartási vattával. Konstruktíójára nézve 2/3 rész birka-gyapjából és 1/3 rész poliészterszálból készített, 300 g/m<sup>3</sup> fajsúlyú paplan, amelyből az MDM-3 esomag 2 darab, 63 × 33 × 3,5 cm méretű vattapaplan tartalmaz.

A hangszóró-rendszert a gyakorlatban párban célszerű alkalmazni, ami adott esetben négy darab, szállítási szempontból azonos nagyságú, tömegű doboz elhelyezését jelenti egy személyaúzóban. Szerencsére a dobozok méretei ezt egy átlagos középkategóriás kocsiban lehetővé teszik. Gyakori szállítási igény esetén az előlapokat okvetlenül borítsuk védőráccsal, a sarko-

kat és éleket pedig erősítsük meg fémvasalatokkal. A pakolást mindenképpen segíti a dobozokra erősített két-két fogantyú. Az emeletes kivitel miatt jól gondoljuk meg, hogy a helyszínen hova is települünk. Várható nagyobb vi-galom, dínomdánom, medvetánc eseté-re (diszkrétén, pl. vékony fekete acél-huzallal) lehetőleg kössük ki a hangsz-gárzót valamely stabil tárgyhoz pl. osz-lophoz, lépcső karfájához, a kertben egy idős fához stb.

Összehasonlítva a két „emeletes” hangszórót, belátható, hogy mind-kettő alkalmazásának lehet létjogosult-sága. Amíg a *Jet-Stream* a nagyobb mélyláda folytán némileg jobb mély-hang-átvitelre képes és „stabilabban áll a lábán”, a *Profit* pedig valamivel job-ban terhelhető és a kis méretek követ-keztében házilagosan jóval könnyeb-ben szállítható.

### Advantage-Top

Az *Advantage-Top* szélessávú „nagy-ágyú” konstrukcióját az építési kedv növelésére, kifejezetten utánépítés cél-jából dolgozták ki. Ez a típus az előző, a 2005-ös évkönyvünkben ismertetett *Advantage-Sub* szub-basszus ládához jól illeszkedő, háromutas, igen nagy teljesítményű, professzionális hangosítási célokra is kiválóan megfelelő, megjelenésében is atraktív hangszóró (52. ábra).

A rendszer négy darab, a kínálatból gondosan összeválogatott, vagyis tel-jesítményben, frekvenciatartományban, hatásfokban, hangzásban egymáshoz jól illeszkedő hangszórótípust tartal-maz. A kombinált rendszer egy nagy méretű mélyreflex dobozon alapul, amelyet kiegészít a dobozba beépített két mély/közép tölésérsugárzó, míg az üzemi frekvenciasáv magashangú tar-tományát egy nagyteljesítményű dóm egység sugározza. A hangszóró frek-veciamenetét az 53. ábra mutatja.

A mélyhangú rendszer alapját egy professzionális hangosítási célokra ki-fejlesztett, zárt és reflexdobozba egy-aránt alkalmazható, ±3,5 mm-es lineáris löketű, strapabíró mély-közép sugárzó képezi. Az egyik – kónuszos – közép-sugárzó a mélyreflex doboz alsó részé-ben kapott helyet, és egy üvegszállal erősített, exponenciális tölésérré dol-gozik. A tölésér és a hangszóró közötti kis mechanikai illeszkedési problémát egy karikaszerű, fa közbetét segít áthi-dalni. A tekintélyes, 7,5 kg tömegű

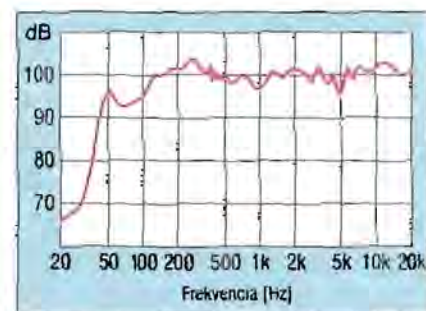


52. ábra. Advantage-Top

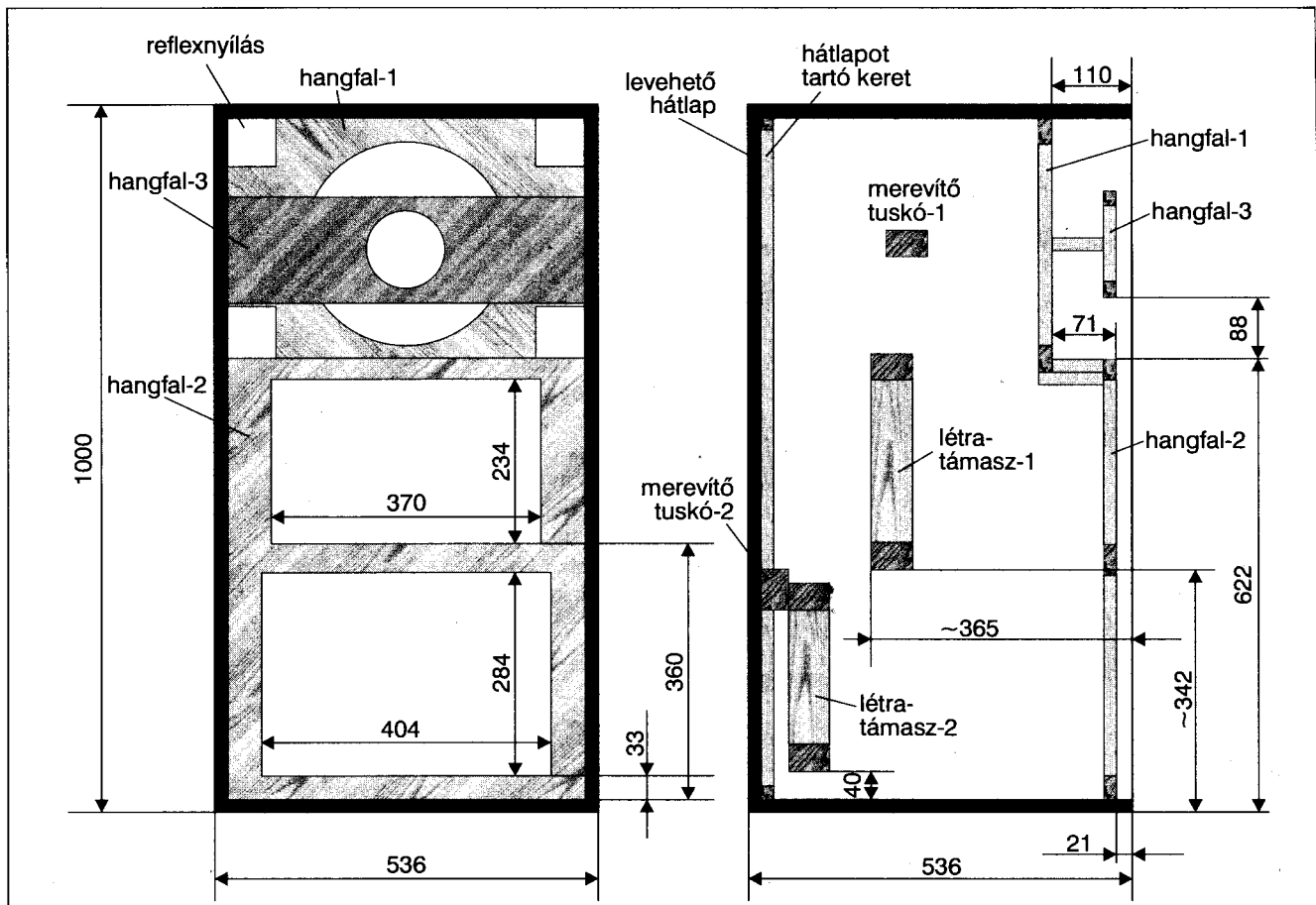
hangszóró súlyát – a tölésér mellett főleg egy erős, létraszerű fa merevítő konstrukció hordozza, amelyet az összeépítés során kell a végleges helyén rögzíteni.

A másik közepsugárzót szintén egy töléséres rendszer alkotja, amely egy tekintélyes nyomókamrás meghajtóból és a hozzá tervezett (üvegszállal) erősített műanyag alapú) exponenciális tölésérből áll. A hatalmas, 15,1 kg tömegű nyomókamra súlyát a második lét-ramerevítő hordozza. A két töléséres rendszer az alkalmazott hangváltó segítségével akusztikailag egyetlen kö-zéphangú rendszert képez.

A magashangok visszaadásáról dómsugárzó gondoskodik, amely a ref-lexdobozon kívül, egy külön kis pane-lon foglal helyet. Beépítési helye a do-



53. ábra



54. ábra

boz felső bemélyedésében, a mélyhangzó előtt van kiképezve.

Ehhez a rendszerhez a gyári ajánlás szerint inkább két, mint egy darab *Advantage-Sub* hangszugárzó egységet célszerű alkalmazni a meggyőző (kiseb helyiségben sokkal, falbontó...) akusztikai benyomás eléréséhez.

Az Advantage-Top hangszugárzó (gyári) műszaki adatai önmagukért beszélnek.

Doboztípus	bassreflex
Névleges impedancia	4 Ω
Frekvenciasáv	55 Hz...20 kHz
Közepes hangnyomás	103 dB/1 W/1 m
Zenei teljesítmény	max. 1,2 kW
Névleges teljesítmény	max. 600 W
Sugárzási szög (vízsz.)	kb. 90°

A tekintélyes méretű és tömegű doboz többféle faanyag felhasználásával készült. Szerkezete az 54. ábrán csak az első pillanatban tűnik bonyolultnak a különféle, másodlagos fontosságú ki-

egészítő/merevítő alkatrészek következtében, amelyeket külön rajzon is bemutatunk.

Voltaképp egy álló hasábot kell készítenünk, amelynek elülső oldala (a „hangfal”) két részből áll. Az alsó részben szinte nincs is faanyag, ugyanis egy-egy hatalmas nyílás szolgál a két gyári, exponenciális tölcser befogására. A doboz felső részén található (és szintén hatalmas nyílással ellátott) a mélyszugárzót hordozó, különálló hangfalrész (55.a ábra). Ez a panel kissé hátra van léptetve a homlokzati síkból, és előtte egy keresztben elhelyezett keskeny, hátsó oldalán merevítést tartalmazó lapon (55.b ábra) található a magassugárzó dóm.

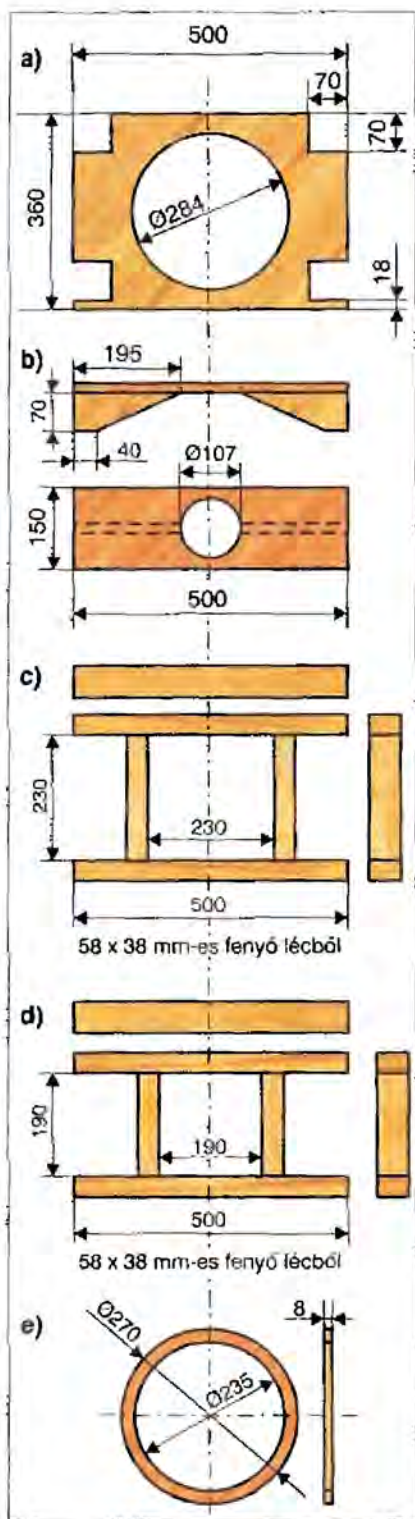
A mélyszugárzó szempontjából az első pillanatban – látszólag – a teljes doboz egy térfogatnak és zártnak lenne tekinthető, de csupán látszólag. Először is a teljes belső térfogatból a kisebb alkatrész mellett főleg a két középfhangú egység hatalmas tölcser-térfogatát le kell számítanunk, továbbá a mélyszugárzó hangfalán (55.a ábra) a sarkokban található négy darab négy-

zetes nyílás nem más, mint a reflexdob hangolónyílása.

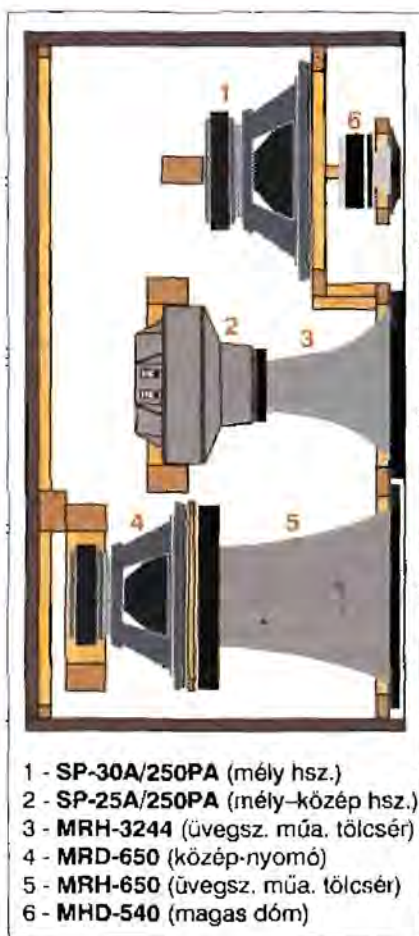
Tekintettel arra, hogy a jelentős tömegű hangszugárzó mozgatása során külön intézkedés nélkül szinte elkerülhetetlen lenne a beépített aktív elemek, tölcserék sérülése, ezért a két tölcser hátsó részénél létraszerv merevítő/kitámasztó távtartót alkalmaztak a konstruktőrök (55.c és 55.d ábra). Szintén a doboz akusztikai és fizikai merevítését szolgálja a mélyszugárzó mögötti térben található keresztmerevítő, továbbá az alsó/felső hangfalrész találkozásánál alkalmazott kettős lécmerevítés. A szerelés megkönnyítésére a doboz hátfala bontható, felerősítése egy belső lécketre sűrűn alkalmazott csavarozással történik.

A famunkák során, még a hangfal végleges összeszerelése előtt többször is tartuk illeszkedési próbát és javítsuk ki az esetleges hibákat. Eredményes végső próba után óvatosan ragasszuk és csavarozzuk össze a doboz két oldallapját az alsó és a felső lappal. A továbbiakban az összesen négy alkatrészből álló két elülső hangfalat építjük, rögzít-





55. ábra. a) a mélyszugárzó hangfala a négy reflexnyílással; b) a magassugárzó dóm különálló kis panelja, a mélyszugárzó előtti részben rögzítendő; c) és d) a két középsugárzó meghajtóját tartó, merevítő léckeret, amelyet az összeépítés során kell összeszerelni és összeragasztani; e) a membrános középsugárzó illesztőkarikája



1 - SP-30A/250PA (mély hsz.)  
2 - SP-25A/250PA (nély-közép hsz.)  
3 - MRH-3244 (üvegsz. műa. tölcser)  
4 - MRD-650 (közép-nyomó)  
5 - MRH-650 (üvegsz. műa. tölcser)  
6 - MHD-540 (magas dóm)

56. ábra

sük (ragasszuk és csavarozzuk) doboz egyik oldalára. A pontos beépítési helyzetet célszerű előrajzolni mindkét oldallapon. Ezek után ellenőrizzük, hogy a doboz másik oldallapján is jó helyen vannak-e a hangfal alkateleniei, és az esetleges igazítás után ezen az oldalon is, majd a doboz alján és tetején is rögzítsük a hangfalat a pontos helyére.

A munka ezen szakaszában feltétlenül ellenőrizzük, hogy a doboz az összeépítés során nem deformálódott-e, oldalélei derékszögűek-e, mert a ragasztó megkötése előtt még van mód kisebb alakkorrekcióra.

A ragasztó megkötése után építsük be a felső és az alsó merevítőket. Ezeknél szükség lehet egy utolsó kisebb illesztésre; inkább szorosan megjelenek a helyükre, mintsem lötyögjenek. A merevítők pontos helyzetét próbával lehet megállapítani: ideiglenesen építsük be nyílásaikba a két nagy tölcser a hangszórókkal, majd a létraszerű merevítők (55.c és 55.d ábra) alsó léceit csúsztassuk a helyükre úgy, hogy a hangszórómágneseket épp csak érintsék. Ebben a

helyzetben rögzítsük (ragasszuk, ill. csavarozzuk be) a merevítőket.

A tölcserék végső összeszerelését az alsó távtartók rögzítése után végezzük el. A membrános egység összeszereléséhez egy 8 mm vastag távtartó karikára is szükség van (55.e ábra), amelyet – szilárdsági okokból – célszerűen rétegelt lemezből készíthetünk el. A tölcserék és hangszórók végleges beszerelése után építsük be a létraszerű merevítők felső részét úgy, hogy azok pontosan illeszkedve mintegy fogják közre a mágnesköröket. Szükség esetén a pontos illeszkedéshez kis puhafa ékeket is beragaszthatunk. Ennek használatával azonban óvatosak legyünk, nehogy a mágneskör megsérüljön vagy a tölcser deformálódjon. A rögzítés feszülésmentes, mintegy érintőleges legyen. Más megoldásként használhatunk ecetsavmentes, rugalmas szilikon tömítőpasztát is a mágneskör és a merevítőlétrák találkozási helyein, a rögzítést megerősítendő. A szilikonpaszta a hangszórók kiszérelését később nem teszi lehetetlenné (vágható, lekapható), de a szállítás közbeni elmozdulást megakadályozza.

A merevítők szerepének, a hangszugárzó belső felépítésének megértéséhez hozzájárulhat az 56. ábra, amelyen méretarányosan tüntettük fel a hangszórókat, a tölcseréket és a merevítőket, azok térbeli helyzetét.

Az 57. ábra fotója a megszerelt hangszugárzót mutatja hátulról, levett hátlappal, a hátlapon rögzített, szivacszerű csillapítóanyag-kockákkal, az összes beépítet, illesztett merevítővel és a hátlapot tartó léckerettel.



57. ábra





58. ábra

Ha végeztünk a tölcésrés szereléssel, építjük be a mélyszugárzót is a helyére, majd a magashangú dómot tartó híd finomillesztése és a dóm beépítése után azt is rögzítjük a helyén. Az 58. ábra a mélyszugárzó és a dóm be-

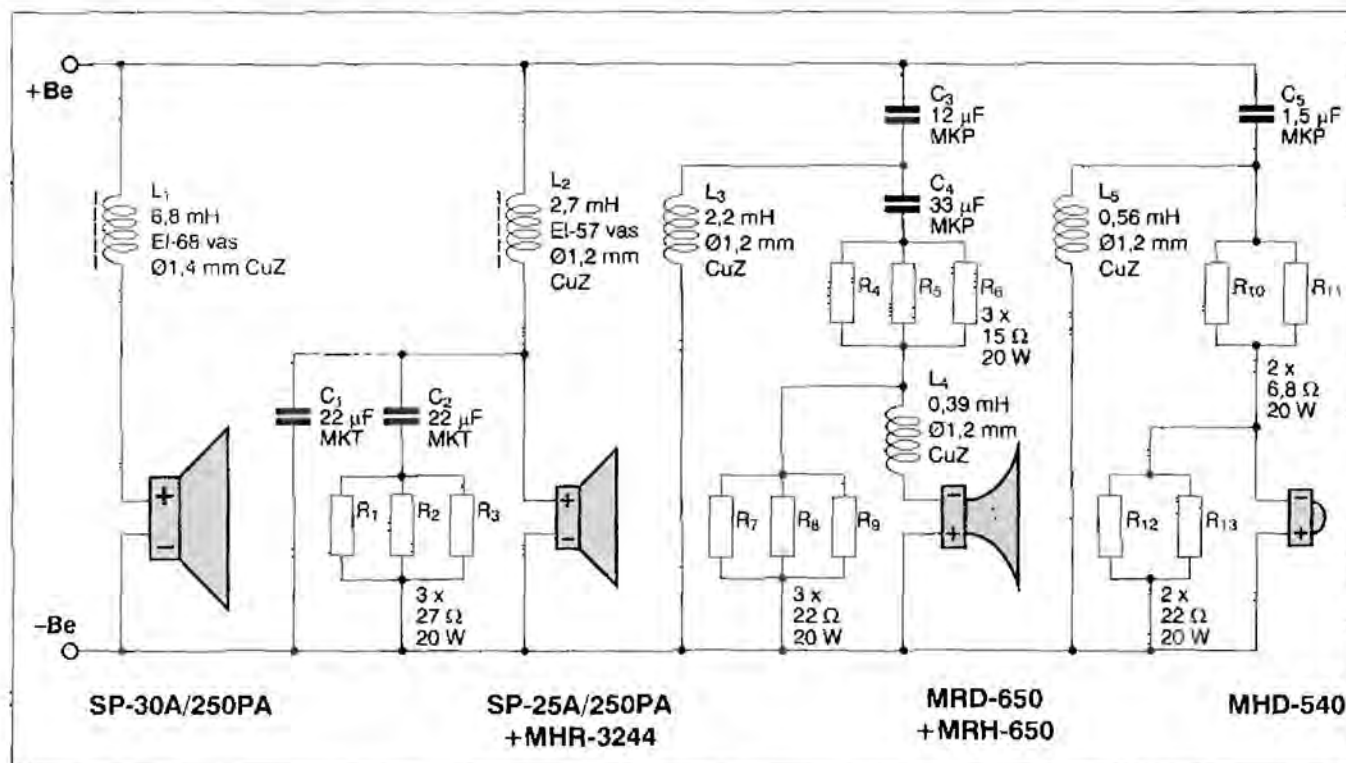
szerelése előtti állapotot mutatja, ahol jól megfigyelhető a mélyszugárzó hangfalának hátraléptetett beépítési helyzete.

Az oldalfalak hátsó, belső részén rögzítjük a hátfalat tartó  $20 \times 20$  mm-es léceket, majd a lécek hátlappal érintkező felületére ragasszunk vékony habgumi tömítőcsíkot. A hátlap felső részén, a mélyszugárzó mögött ragasztással rögzítünk 160 mm vastag, illetve az alsó felén 80 mm vastag lágy műanyaghab csillapítóanyagot, olyan nagy méretűt, ami ott éppen elfér. Az eredeti anyaglista csupán egy csomag MDM-40 csillapítóanyagot (40 mm-es habszivacsot) tartalmaz, de már a megépített mintapéldányba is jóval többet kellett tenni (57. ábra). A szükséges mennyiséget meghallgatási próbákkal dönthetjük el. A hangszórók bekötése a hangváltóba és a csatlakozó vezeték készítése után a hátfalat – ragasztás nélkül! – sűrű (max. 60 mm távolságú) csavarozással rögzítjük a helyén. Az eredeti gyári konstrukcióba – amint ez az 52., illetve az 58. ábrán is megfigyelhető – a tekintélyes tömegű doboz két oldalán 2–2 süllyesztett fém fogantyút építettek be a szállítás megkönnyítésére. A alkalmazásukat feltétlenül ajánljuk, hiszen a doboz szinte kezelhetetlen fogantyúk nélkül!

A doboz meglehetősen összetett faanyag-szükségletét a következő táblázatban ismertetjük.

Megnevezés	db	Méret [mm]
<b>18 mm-es réteglap lemez</b>		
Oldalfal	2	1000 x 53
Alap- és fedlap	2	500 x 536
Hangfal-1.	1	500 x 622
	1	500 x 90
Hátlap	1	500 x 71
	1	500 x 964
<b>19 mm-es MDF</b>		
Hangfal-2.	1	500 x 360
Dóm híd	1	500 x 150
	2	195 x 170
<b>Fenyő lécs</b>		
38 x 58 mm-es	6	500
	2	230
	2	190
20 x 20 mm-es		kb. 3 méter

A gyári ajánlott hangváltó – nem éppen egyszerű – kapcsolási rajzát az 59. ábrán tanulmányozhatjuk. A rajzon megfigyelhető, hogy az egyes egységek



59. ábra





60. ábra

nem csupán az üzemi frekvenciatartományban, hanem az akusztikai hatásfokot illetően is tartalmazzák a szükséges illesztőtagokat (ellenállásosztókat). Amennyiben változtatunk a hangszórókészleten, az új hangszórókhoz minden bizonnyal más osztásviszonyú ellenállásosztók szükségesek, amelyre okvetlenül fordítsunk kellő gondot.

Az 60. ábrán az Advantage Top és Sub együtt látható. A két hangszórót együttműködésre tervezték, így valamely professzionális alkalmazás során jól egészítik ki egymást mind a frekvenciasávban, mind a lesugárzott hangfrekvenciás teljesítményt illetően. Jelentősebb mélyhangigény esetén (pl. zenekarban) a tervezők két darab Sub egység használatát tartják célszerűnek.

### Autó-HIFI

Közismert, hogy sokan rendezkednek be úgy a személyautójukban, hogy abban is otthon érezzék magukat. Ha már a fürdőkádát és a franciaágyat nem is sikerül beépíteni egy mai középkategóriás kocsiába, azért az autó-HIFI, mint kultikus tárgy, beépíthető, a tulajdonos és a többi közlekedő nagy öröme. Szokatlan megoldások, szokatlanul nagy teljesítmények és hangnyomások kerülnek szóba, mikor egy-egy autó-

HIFI párbaj résztvevői méltatják be-  
rendezéseiket. A szerző is a mindennapi életben ritkán használt, szokatlan kifejezésekkel méltatja azokat az úrvezetőket, akik a nyári éjszaka kellős közepén szórakoztatják egy-egy viszonylag csendes terület vagy település nyugovóra tért lakóit. Az ablak alatt – mindig szép lassan – elhaladó 120 dB-es tuc-tuc ugyanis nem mindenkinek szerez akkora örömet, mint az autó-HIFI tulajdonosának. Mindennek megvan a maga helye és ideje, így az autó-HIFI döngetésének is. Ehhez adunk most némi segítséget, alkalmas hangszórók építési lefrásának ismertetésével.

### Raptorsub-15

A Raptor típusú hangszórók a Monacor cégnél beszerezhető CARPOWER termékek közé tartoznak, és kifejezetten autós célra konstruált eszközök. Ezek közül is kiemelkedik a Raptor-15, amely már különleges felépítésével is magára vonja a figyelmet (61. ábra). Elsőként a szokatlanul merevre tervezett öntvény váz tűnik szembe, majd a tüzetesebb vizsgálat során kiderül, hogy a kifejezetten hosszú lengőcséve mindkét végén pillével van megtámasztva, így a cséve és a kónusz imbolygását minimálisra csökkentették. Ennek megfelelően alakul a lehetséges lineáris löket, max.  $\pm 13,5$  mm, ami egy  $\varnothing 395$  mm-es hangszórónál sem számít csekélységnek. Ha ehhez még hozzáteesszük a hangszóró 1,5 kW-os(!) zenei teljesítményét, belátható, hogy nem hétköznapi műtárggyal van dolgunk.



61. ábra

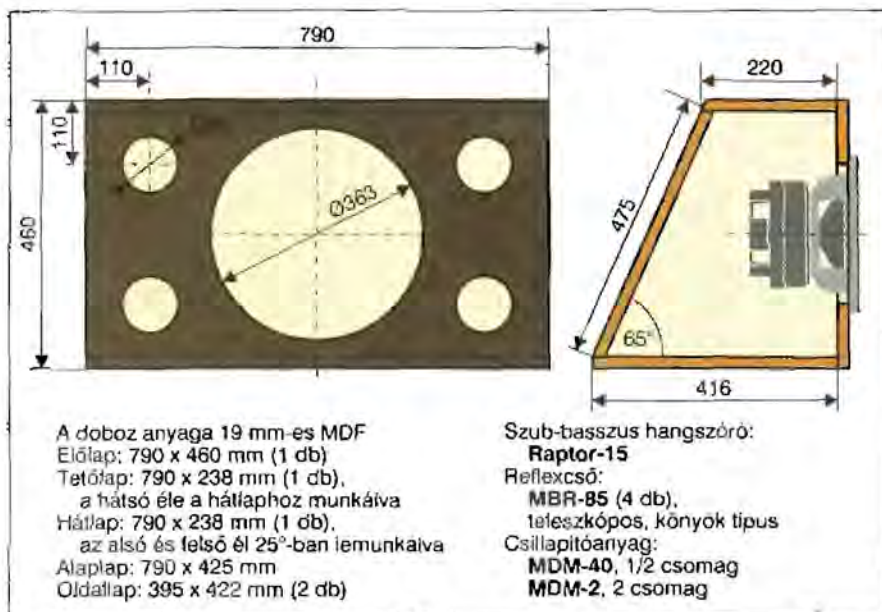
Érezhető tehát, hogy ebben a hangszóróban „sok van”, komoly lehetőségeket nyújthat az autó-HIFI területén. Az autóban a szűk keresztmetszetet mindig is a mélyhangok kellő szintű visszaadása jelentette. Kicsi a tér és vékonyak a falak, netán az ablak is nyitva van. A hangszórót így egyszerűen egy erőteljes mélyvágó szűrő, a karosszéria veszi körül, másrészt pedig a nyílások miatt olyan, mintha szabad térbe dolgozna.

Mindkét körülmény jelentős mélyhang-vesztéssel jár, amit csakis szintemeléssel, azaz jó hangfallal (62. ábra), nagy teljesítményű erősítővel lehet ellensúlyozni. Ez egy adott szint felett természetesen további, főleg energiaellátási problémákat vet fel, és könnyen előfordulhat az olyan abszurd helyzet, amikor is azért járattuk a motort és illatosítottuk katalizátorszaggal a környezetet, hogy a nekünk tetsző, kellő szinten – mondjuk 120 dB-en – hifi-zhessünk.



62. ábra. Raptorsub-15





63. ábra

Miután nyilvánvaló, hogy a valamirevaló autó-HIFI-t elsősorban a mélyhangok tertományában szorul támogatásra, akár a rakomány rovására is egy szub-basszus láda beépítése elkerülhetetlen. Ilyen láda építéséhez adunk most segítséget, megjegyezve azt, hogy ami igazán jó (például a Raptor-15 típusú hangszóró), annak az ára bizony eléggé „búzós” is... A hangszóró nagyjából annyiba kerül, mint egy garnitúra jobb gumí, alufelnire szerelve.

A *Raptorsub-15* figyelemre méltó jellemzőit a következők.

Rendszer	szub-basszus reflex
Impedancia	4 Ω
Frekvenciasáv	32 ... 120 Hz*
Érzékenység	91 dB/1 W/1 m
Zenei teljesítmény	max. 1000 W
Névleges teljesítmény	max. 750 W
Meghajtó teljesítmény	legalább 40 W

\* Aluláteresztő 80 Hz-es aktív szűrővel a magasabb frekvenciákat távol kell tartani, továbbá 30...35 Hz alatt mélyvágó szűrőt kell alkalmazni

A Raptorsub-15 hangdoboz asztalosrajza a 63. ábrán látható, míg a doboz frekvenciamenetét a 64. ábra mutatja. A doboz a javasolt aktív szűrők nélkül nem használható, továbbá a viszonylag kis és vékony falú doboz miatt a maximális, 1,5 kW zenei teljesítménnyel nem terhelhető. Aki szeretné teljes terhelhetőségére igénybe venni a

Raptor-15 típusú hangszórót, akkor jóval nagyobb dobozt kell építenie.

A jelenlegi, relatíve kicsi dobozméret mintegy 32 Hz-es alsó határfrekvenciáig teszi lehetővé a működést. Amennyiben jóval nagyobb, például a számításokból adódó 330 literes dobozba építjük be a Raptor-15-öt, akkor az alsó határfrekvenciával *elvéleg* akár 20 Hz alá is lemehetünk (65. ábra). A számított méretű dobozhoz 4 darab, Ø50 mm-es, 90 mm hosszú hangolóső szükséges, az így adódó frekvenciamenet pedig kissé hullámos, mint a legtöbb reflexdoboz esetén.

A hangszóró elkészítése annyiban körülményesebb egy átlagos dobozhoz képest, hogy a hátsó éleket hozzá kell munkálni a ferde hátlaphoz. Ezt reszeléssel vagy óvatos gyalulással tudjuk elvégezni, majd a felületeket csiszolással lehet pontosan egy síkba hozni. A hátlap alsó és felső élét azonban még a ragasztás előtt kell 25°-os szögben gyaluval, reszelővel letörni, míg a ragasztás és az élek összedolgozása után lehet a hangszórónyílást és a négy hangolóső számára a lyukakat kifűrészelni. Az asztalosmunka befejező fázisaként kerekítsük le a doboz éleit és dolgozzuk el csiszolással a fűrészelések nyomait. A doboz felülete ezek után tetszés szerinti módon kikészíthető.

A legtöbb bonyadalommal a szerelés jár. Először is a könyökhajlással rendelkező, állítható hosszúságú hangolósőveket húzzuk ki kb. 30 cm hosszúra. Ezt az állapotot rögzítsük oly módon,



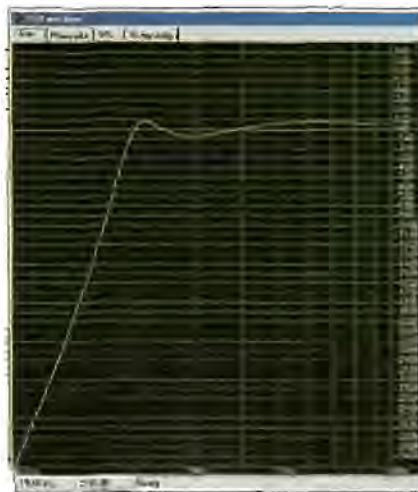
64. ábra

hogy a teleszkópos résznél öntapadó műanyag alapú ragasztószalaggal.

Átmenetileg fektessük a hátára a dobozt és tegyük be a Raptort a nyílásába, majd próbáljuk becsúsztatni a hajlított hangolósőveket a helyükre. Minden bizonytalannal kell ahhoz néhány próbálkozás, hogy a csövek akadálytalanul bemenjenek a helyükre úgy, hogy elegendő hely maradjon mind a dobozfalak mentén, mind pedig a raptor mellett. Ezek után rendre valamennyi hangolósövet rögzítsük a helycén.

A Raptort kiemelve, ragasszuk be a hátsó falra a fél csomag (1 darab) tojásmintás MDM-40 műanyagcsillapítót, majd lazán tömjük meg a dobozt a két csomag MDM-2 poliésztervattával úgy, hogy sem a hangolósővek végét, sem pedig az utolsó mozzanatként csavarozással beépítendő Raptor-15 hangszóró hátsó, részben mozgó, szabad részeit ne takarjuk el.

A Raptorsub-15 nem rendelkezik semmiféle villamos kiegészítő alkatrészsel, szűrővel stb., mert a használatához feltételezhetően hozzá tartozik egy autós szub-basszus erősítő, amelybe a szükséges kiegészítő szűrőket többnyire automatikusan belepítik.



65. ábra



# Zenekari erősítő, félvezetőkkel

Plachtovics György, gyorgy.plachtovics@mall.somos.hu

Örökzöld téma a gitár-, illetve hangszererősítő. A kezdő zenészek (zenekarok) számára a márkás hangerősítők megfizethetetlenek. Középszintű elektrotechnikai és elektronikai elméleti ismeretek birtokában, no meg alapos szakmai gyakorlattal, megfelelő kapcsolási rajz, építési leírás birtokában jó minőségű erősítőt készíthetünk. A beméréshez természetesen néhány alapvető mérőműszer is szükséges, amelyek kezelése szintén szakismerteket igényel!

A jelen írásomban bemutatott készülék főbb jellemzői:

- mikrofoncsatorna magas- és mélyhangszabályzóval,
- gitár- (hegedű-, villanyorgona-) csatorna, magas- és mélyhangszabályzóval, ebbe a csatornába bekapcsolható tremoló vagy torzító,
- kimenőteljesítmény (szinuszos) 70 W, 8 Ω-os terhelésen,
- átvitt frekvenciasáv 20 Hz-től 100 kHz-ig, 3 dB, 60 W,
- maximális kivezérléshez tartozó bemeneti feszültség a mikrofoncsatornáról 1 mV, a gitárcsatornáról 50 mV,
- hangszínszabályozás  
mély +16,5 dB, -17,6 dB,  
magas +16 dB, -15,6 dB.

Egyéb szolgáltatások: bekapcsolható gitárszűrő, tremoló, torzító. A kimenőteljesítmény pillanatnyi értékét négy LED jeleníti meg.

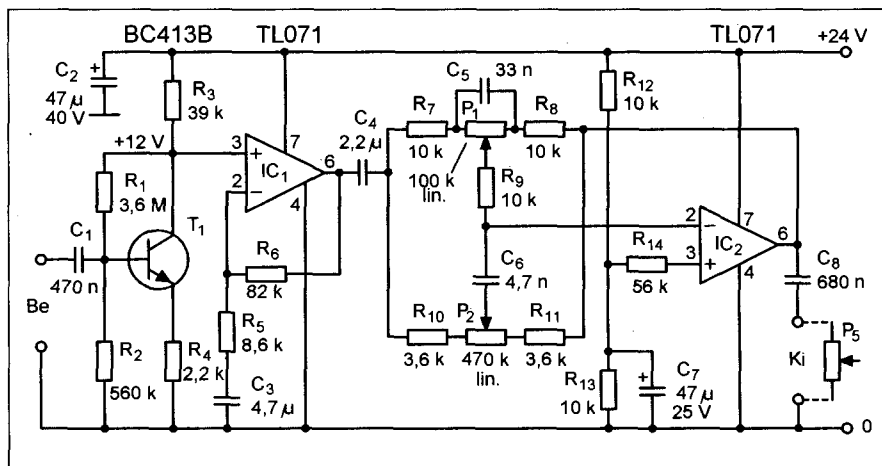
A zenekari erősítő tömbvázlatát az **1. ábrán** láthatjuk. Az egyes egységek működését, bemérését ennek alapján ismertetem.

## A mikrofon-előerősítő és a hangszínszabályozó

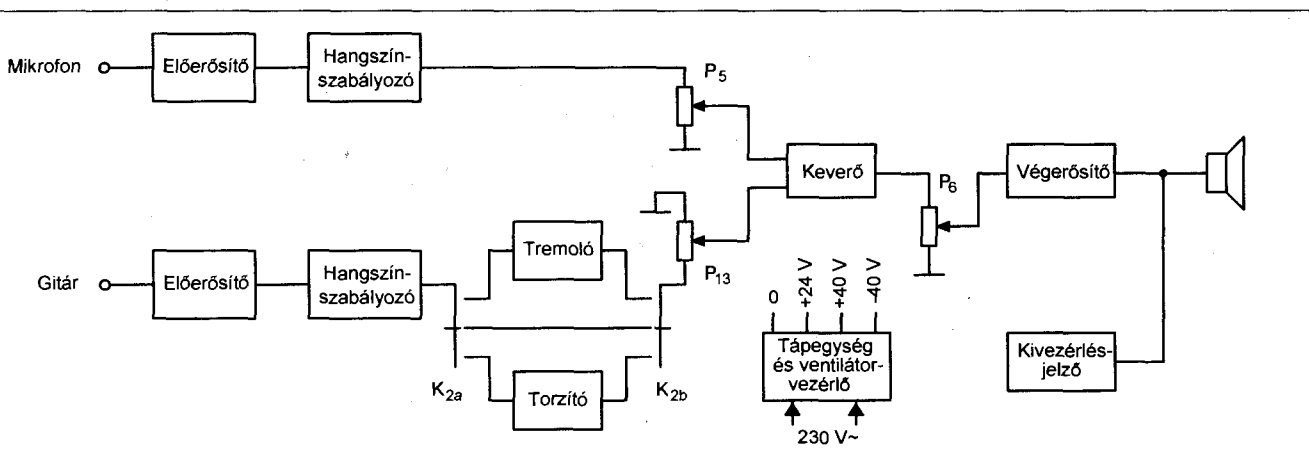
Elvi kapcsolási rajzát a **2. ábra** mutatja. A dinamikus mikrofon jele a  $C_1$  kondenzátoron keresztül a  $T_1$  tranzisztor bázisára jut. A tranzisztor munkapontját az  $R_1$  és az  $R_2$  (feszültségosztó) állítja be. A tranzisztor kollektora és bázisa között található az  $R_1$  ellenállás. Nagysága meghatározza a fokozat kollektorfeszültségét, erősítését; az ellenálláson keresztül negatív visszacsato-

lás jön létre. További munkapont-stabilizáló szerepe van az  $R_4$  emitter-ellenállásnak is, amelyen negatív áramvisszacsatolás keletkezik. A többszörös visszacsatolással „megfogott” áramkör minden különösebb beállítás nélkül, szinta azonnal üzemképes.

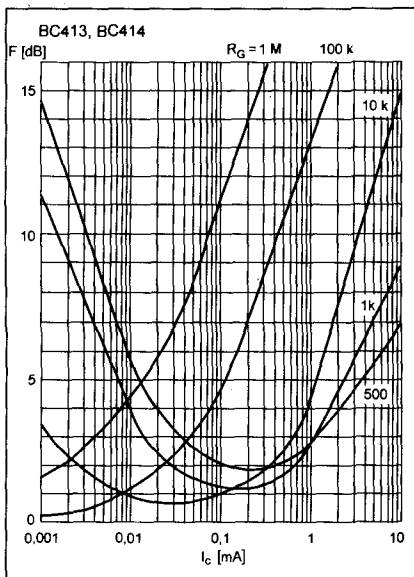
A  $T_1$  tranzisztor BC413B típusú; a katalógusadatok szerint igen kis zajt produkál, s az áramerősítési tényezője még kis kollektoráramnál is jelentős ( $F < 3$  dB,  $\beta = 200...900$ ). A bipoláris tranzisztorok zaja a meghajtógenerátor ellenállásától, valamint a kollektoráramtól függ. Ezt az összefüggést szemlélteti a **3. ábra**. A legtöbb dinamikus mikrofon kis méretű illesztőtranszformátorral kerül forgalomba. Ezek



2. ábra. A mikrofonerősítő és hangszínszabályozó kapcsolási rajza



1. ábra. A hangszererősítő tömbvázlata



3. ábra. A BC413 zaja a kollektoráram függvényében; paraméter a generátorellenállás

impedanciája 1 kHz frekvencián kb. 1 kΩ, ez tehát a generátorellenállás. A görbéről leolvasható optimális kollektoráram értéke itt 200 mA.

A T<sub>1</sub> kollektorához galvanikusan kapcsolódik az IC<sub>1</sub> műveleti erősítő bemenete és a kimenet között található az R<sub>6</sub> ellenállás. A fokozat erősítését az R<sub>6</sub> és az R<sub>5</sub> ellenállás értékének hányadosa adja. Képletben kifejezve:

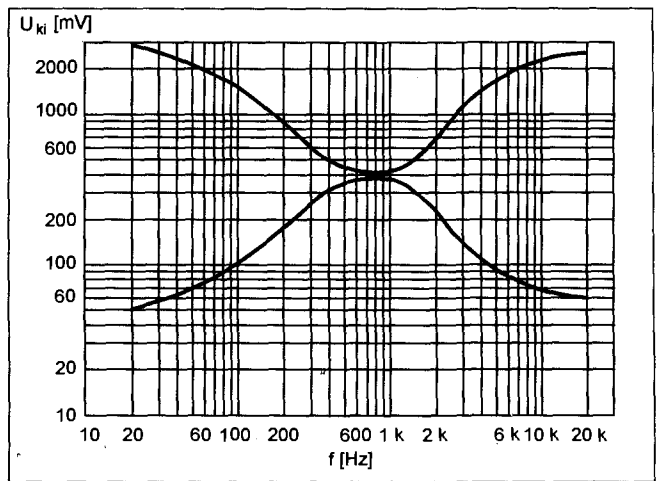
$$A_u = 1 + R_6/R_5.$$

A TL071 típusú integrált áramkör kettős tápfeszültségre készült. A fél-tápfeszültséget a T<sub>1</sub> tranzisztor kollektorfeszültsége biztosítja. Az IC BiFET bemenetű, kis zajú, korszerű típus. Külső kompenzálást nem igényel.

Hasonló felépítésű a TL081-es típus, de a zaja az előzőénél valamivel nagyobb. Ennek nincs igazán jelentősége, mert az előerősítő zaját döntően a T<sub>1</sub> tranzisztor határozza meg.

Az előerősítő alsó határfrekvenciáját a C<sub>1</sub>, a C<sub>3</sub> és a C<sub>4</sub> kondenzátor értéke szabja meg. A felső határfrekvencia a beállított erősítés nagyságától függ. Az előerősítő feszültségerősítése közel 210-szeres. Az előerősítő frekvenciamenete kiváló. Ennél az erősítésnél 1 mV-os bemenőfeszültség mellett, az 1 dB-es szintesés alsó frekvencián 20 Hz közelében, a magasabb frekvenciáknál 180 kHz-nél van.

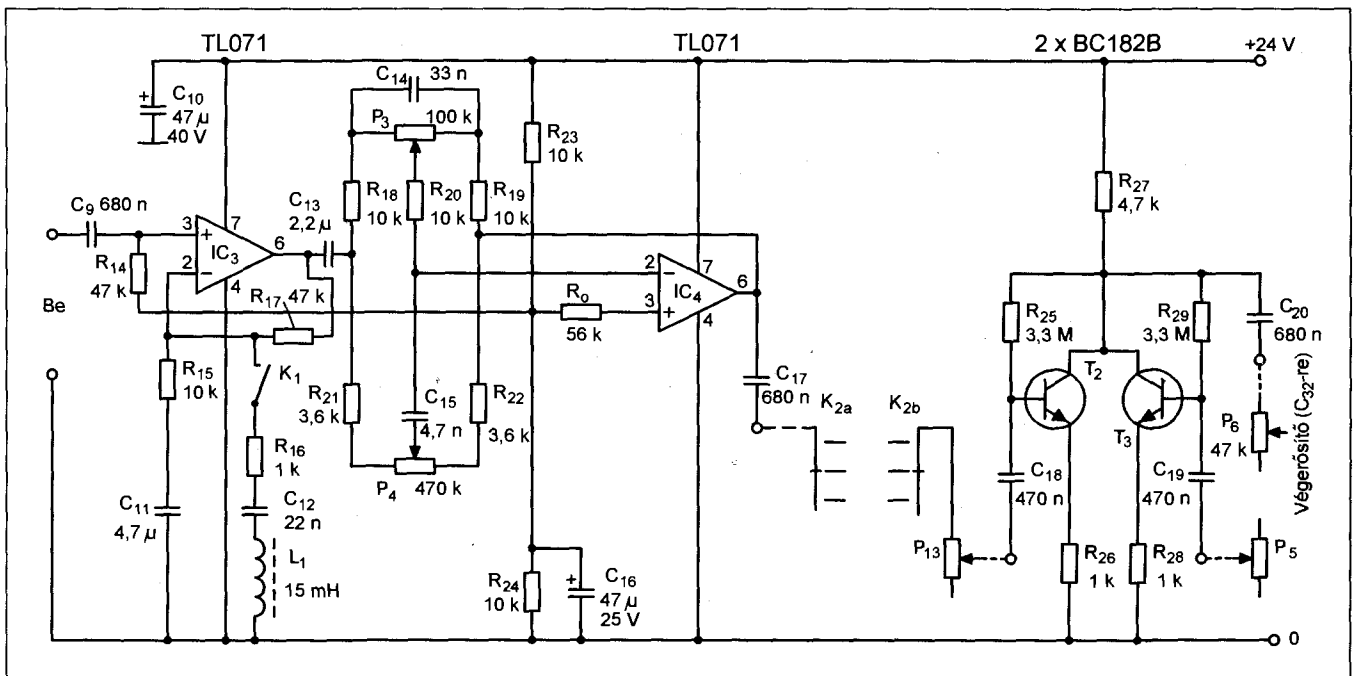
A felerősített hangfrekvenciás jel a C<sub>4</sub> kondenzátoron keresztül a Baxan-



4. ábra. A hangszínszabályozó frekvenciamenete maximális emelés, ill. vágás esetén

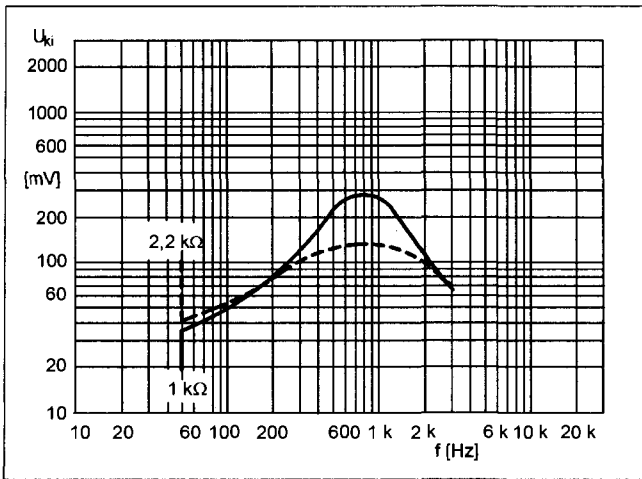
dall-típusú hangszínszabályozó fokozatra kerül. Ez az RC-elemből felépített hálózat az IC<sub>2</sub> műveleti erősítő visszacsatoló hálózatát alkotja. A hangszínszabályozó keresztelési frekvenciája 800 Hz-re esik. Szabályozási tartománya viszonylag széles: 20 Hz-nél +16,5 és -17,6 dB-t, míg 20 kHz-nél +16 dB és -15,6 dB-t produkált az áramkör.

A hangszínszabályozó frekvenciamenete maximális emelés és vágás helyzetében, a frekvencia függvényében a 4. ábrán látható. A mély hangok átvitelét a P<sub>1</sub>, a magas hangok átvitelét



5. ábra. A gitárerősítő, hangszínszabályozó és keverő kapcsolási rajza





6. ábra. A gitárszűrő frekvenciamenete

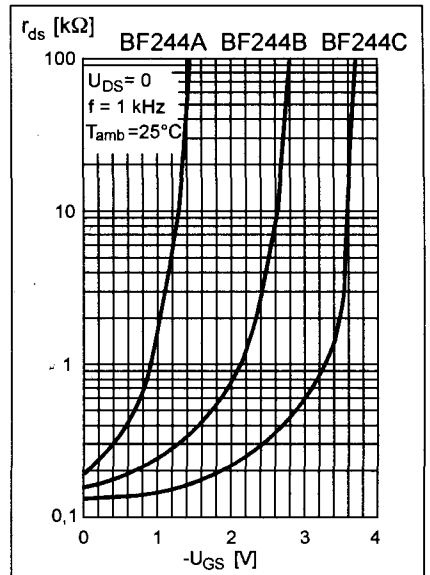
a  $P_2$  potenciométer állása határozza meg. Mindkét potenciométer lineáris karakterisztikájú.

Kövessük végig magas hangok szabályozásánál a jel útját! Az  $IC_1$  kimenetéről a jel a  $C_4$  csatolókondenzátoron, valamint az  $R_{10}$  ellenálláson át a  $P_2$  potenciométerre jut. A potenciométer csúszkájáról a jel a  $C_6$  kondenzátoron keresztül a műveleti erősítő invertáló

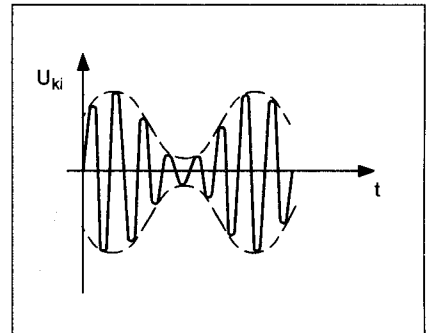
változtattuk. A negatív visszacsatolás kisebb lett, az erősítés tehát megnőtt. A  $C_6$  kondenzátor  $X_C$ -je a frekvencia függvényében változik. Alacsonyabb frekvenciáknál növekszik, míg magasabb frekvenciáknál csökken a kapacitív ellenállása. Ezzel természetesen az  $IC_2$  műveleti erősítő kimenetén is változik a kimenőjel amplitúdója a frekvencia függvényében. Vágás esetén a

bemenetére kerül. Ha a  $P_2$  potenciométer csúszkája középpállásban van, akkor a bemeneti ágba lévő ellenállás meg egyezik a visszacsatoló ágba lévő ellenállással, az erősítés ilyenkor egyszerez.

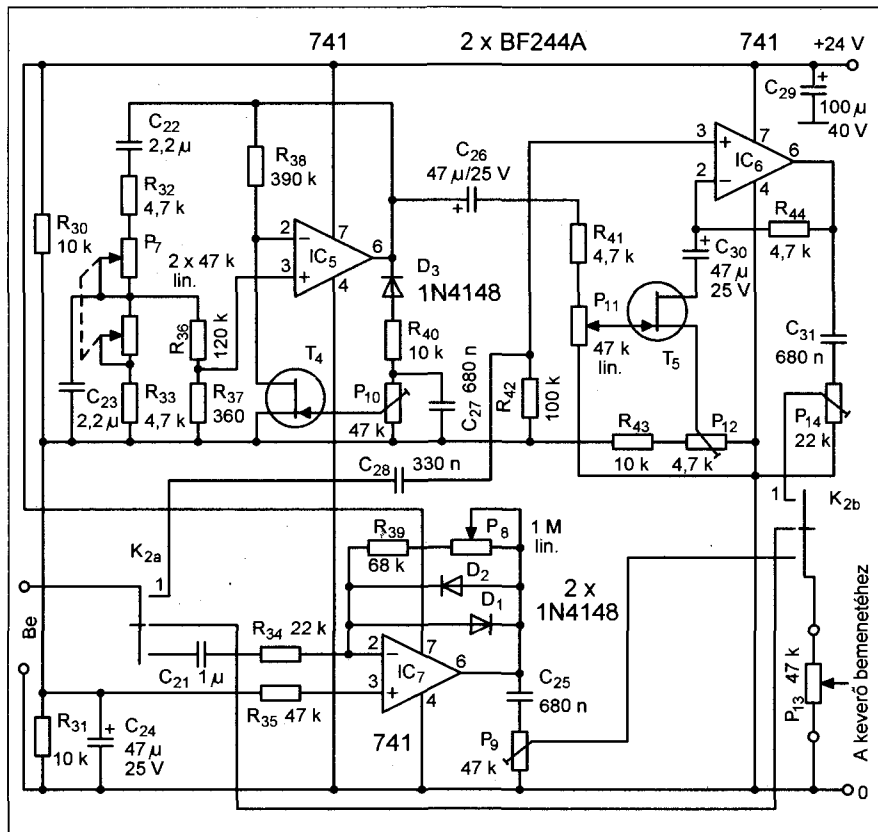
Emelésnél (a  $P_2$  potenciométer csúszkáját az  $R_{10}$  ellenállás felé csavarva) a fent leírt osztási viszonyt



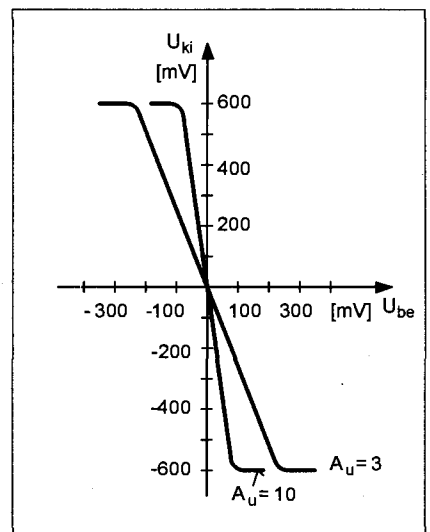
8. ábra. A BF244 FET csatornaellenállása a gate-source feszültség függvényében



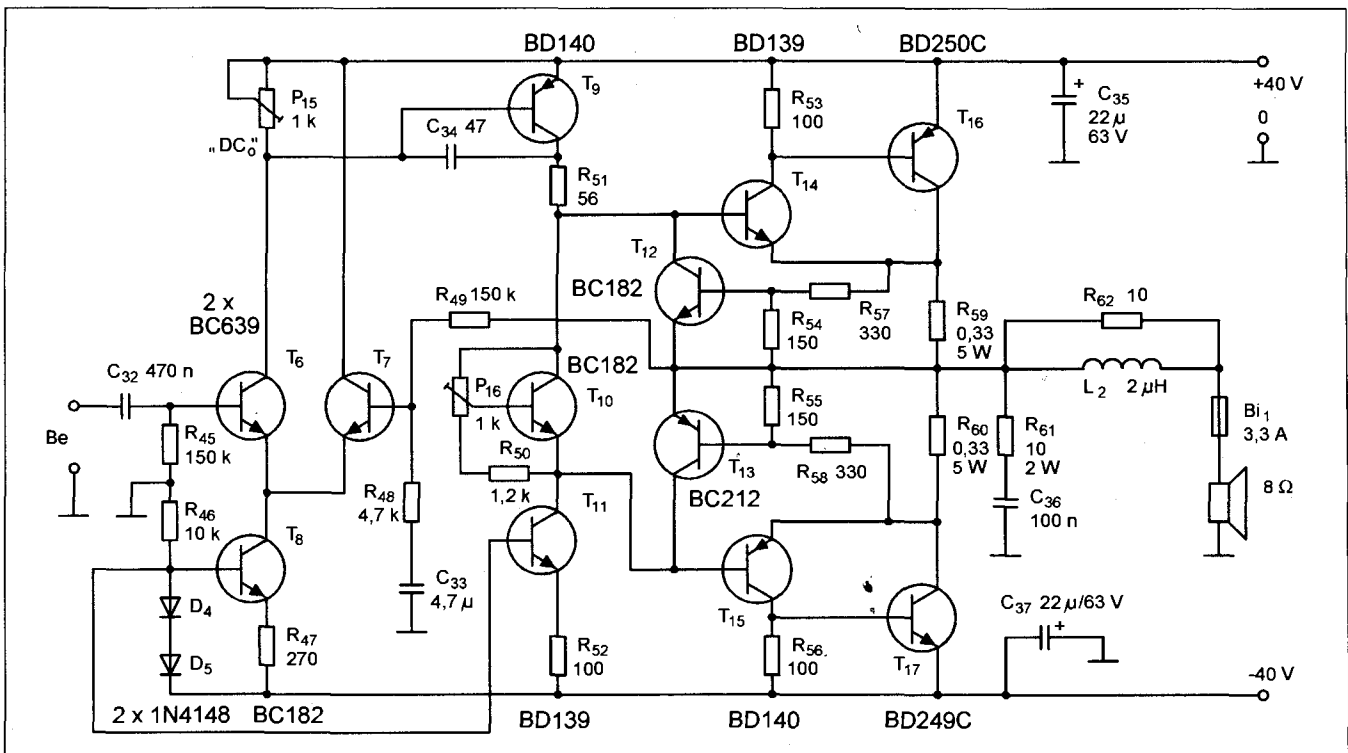
9. ábra. A modulált kimenőfeszültség szemléltetése



7. ábra. A tremoló és torzító kapcsolási rajza



10. ábra. Az  $IC_7$  műveleti erősítő kimeneti karakterisztikája



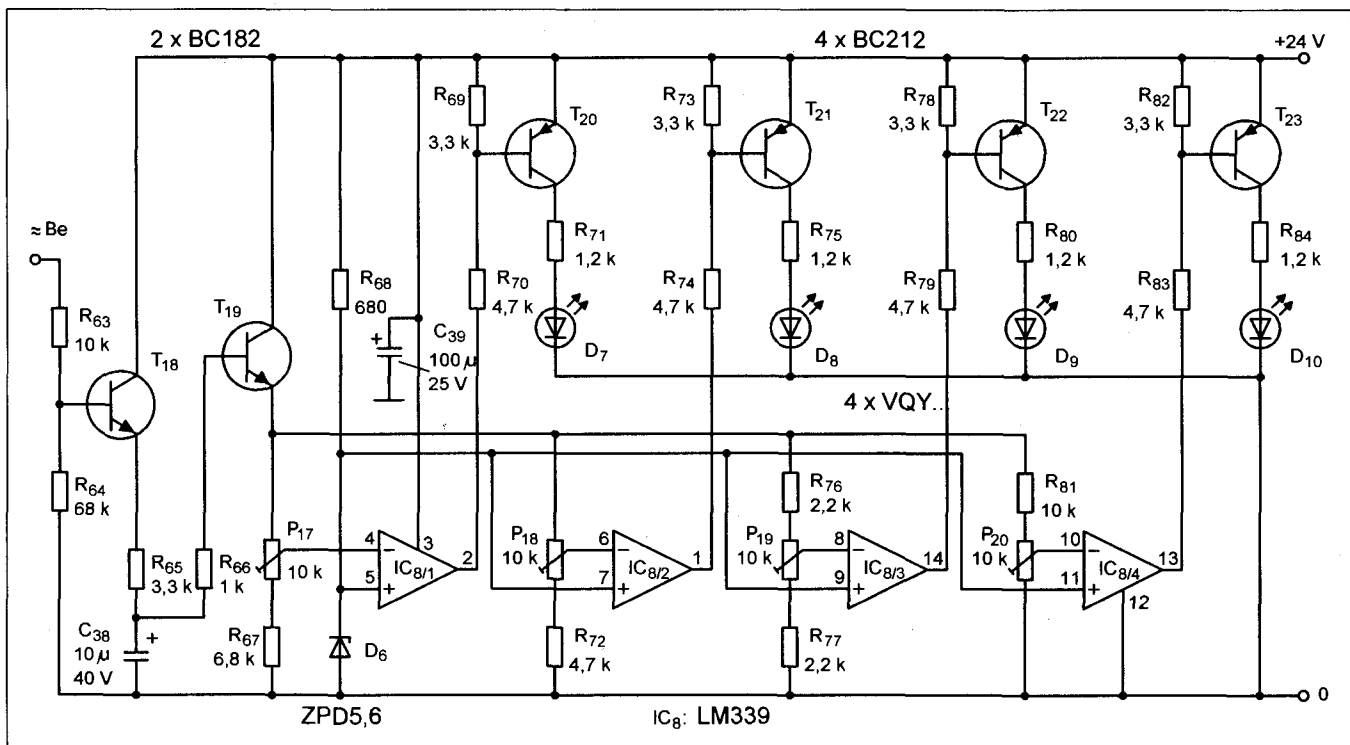
11. ábra. A végerősítő kapcsolási rajza

$P_2$  potenciométer csúszkája az  $R_{11}$  ellenállás felé áll. Ebben az esetben a negatív visszacsatolást növeltük, az erősítés tehát csökken. A frekvencia-

függő vágást az előbbiekhöz hasonlóan a  $C_6$  kondenzátor valósítja meg.

A mélyszabályozás a következőképpen történik. A hangfrekvenciás jel

az  $R_7$  ellenálláson át a  $P_1$  potenciométerre jut. A potenciométerrel párhuzamosan kapcsolódik a  $C_5$  kondenzátor. Az  $R_8$  ellenálláson át valósul meg a



12. ábra. A teljesítménykijelző kapcsolási rajza



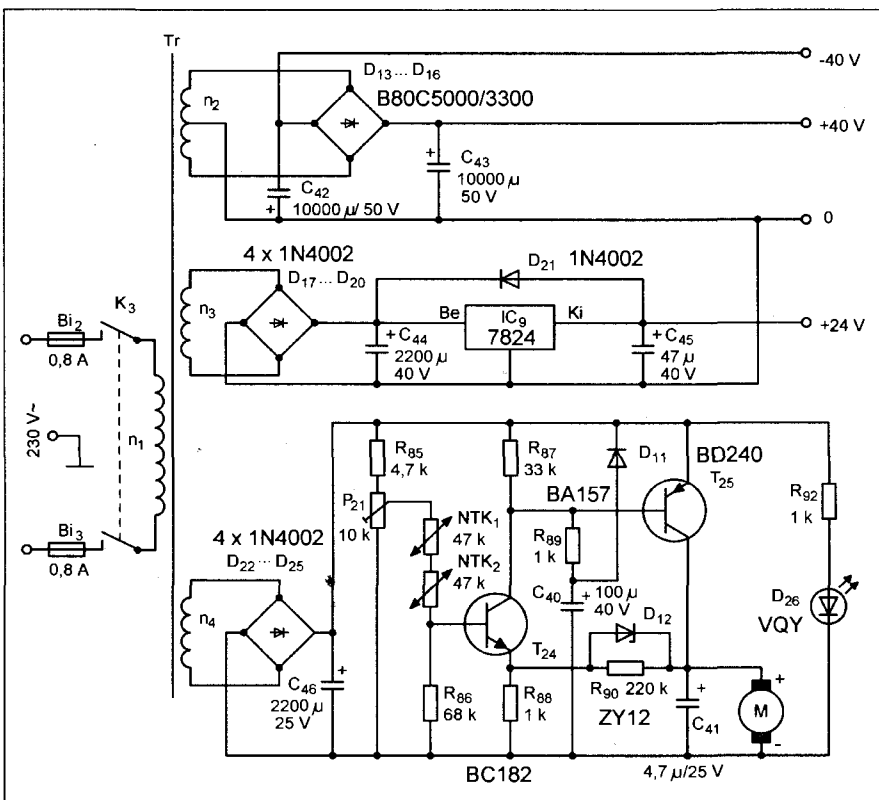
negatív visszacsatolás az IC<sub>2</sub> kimenetéről. A P<sub>1</sub> potenciómterrel lehet szabályozni a mély hangok emelését, illetve vágását. Középpállásban a P<sub>1</sub> potenciómter egyszerűen erősítést állít be, ilyenkor a C<sub>5</sub> kondenzátor hatástalan. A P<sub>1</sub> csúszkáját az R<sub>7</sub> ellenállás felé csavarva, mélyemelés jön létre. A kapcsolási rajzot szemügyre véve felismerhető a C<sub>5</sub> kondenzátorból és a P<sub>1</sub> potenciómterből kialakított párhuzamos RC-tag a visszacsatoló ágban. A C<sub>5</sub> X<sub>C</sub>-je a frekvencia csökkenésével növekszik, így egyre kisebb lesz a negatív visszacsatolás mértéke. Az eredmény: csökkenő frekvencián növekvő erősítés.

Vágásnál értelemszerűen a fent leírt folyamat fordítottja játszódik le. A valóságban a helyzet bonyolultabb a magas- és a mélyszabályozó-körök egymásra hatása miatt.

A TL071 integrált áramkör szimmetrikus, kettős tápfeszültséget igényelne, de itt az egytelepes táplálást alkalmazzuk. Az egytelepes táplálás lényege, hogy a műveleti erősítő nem-invertáló bemenetét fél tápfeszültségre kapcsoljuk, amelyet az R<sub>12</sub> és az R<sub>13</sub> ellenállásból felépített osztó biztosít. A C<sub>7</sub> elektrolitkondenzátor az osztó „hidegítését” végzi.

### A gitárcsatorna

feladata a gitárhangszedő (hegedűhangszedő) jelének erősítése. Elvi kapcsolási rajza az 5. ábrán bal oldali részén látható. A bemeneti jel a C<sub>9</sub> csatoló-kondenzátoron át az IC<sub>3</sub> műveleti erősítő bemenetére jut. A fokozat erősítése 5,7-szeres. Az IC<sub>3</sub> visszacsatoló ágában található az R<sub>16</sub>, C<sub>12</sub>, L<sub>1</sub> komplexum. A K<sub>1</sub> kapcsolóval működésbe hozható szívókör erőteljes kiemelés végez a rezonanciapontján, ez jelen esetben 8 kHz. A kiemelés nagysága az R<sub>16</sub> ellenállás értékétől függ. Nagyobb ellenállással a görbe laposabbá válik. A K<sub>1</sub> kapcsoló zárásakor létrejövő frekvenciamenetet a 6. ábra szemlélteti. (A görbét az IC<sub>3</sub> kimenetén vettem fel, a paraméter az R<sub>16</sub>.)



13. ábra. A tápegység és a ventilátorvezérlő kapcsolási rajza

A hangszínszabályozó kapcsolása, működése azonos a mikrofoncsatornával. Az IC<sub>4</sub> kimenetéről a jel a C<sub>17</sub> csatoló-kondenzátoron át a K<sub>2a</sub> kapcsoló mozgóérintkezőjére jut. A kapcsoló kétáramkörös, háromállású. Az egyes állások funkciói:

- 1. tremoló, keverő,
- 2. keverő,
- 3. torzító, keverő.

*Itt az R<sub>0</sub> jelű, akár a cikk más kapcsolásaiban hasonló szerepű ellenállások elhagyhatók (rövidzárral helyettesíthetők), ha a műveleti erősítő FET-es bemenetű (pl. a TL-sorozat). Bipoláris tranzistoros bemenetű (pl. a µA741 típusú) műveleti erősítő alkalmazása esetén ezek az ún. bemenetiáram-ki egyenlítő – ellenállások feltétlenül szükségesek. A szerk.*

### A tremoló és a torzító

Itt egy fogalom tisztázásával kell foglalkoznom. Eredetileg a tremoló amplitúdómodulációt, míg a vibrató frekvencia-amodulációt jelent, amit például a húrok feszítésével, illetve lazításával tudunk létrehozni. A gyakorlatban ez a két elnevezés összekeveredett.

A továbbiakban tehát az eredeti tremoló kifejezést használjuk, mert az ismertett áramkör amplitúdómodulációt hoz létre.

A moduláló frekvenciát egy alacsonyfrekvenciás Wien-hidas műveleti erősítővel felépített RC-generátor hozza létre (7. ábra). A generátor frekvenciáját a P<sub>7</sub> potenciómterrel tudjuk változtatni, azzal gyakorlatilag az amplitúdómoduláció szaporaságát változtatjuk. Az IC<sub>5</sub> műveleti erősítő kimenete és a nem-invertáló bemenete között azo-

**((beyma)) GELESTION ECLEREE**

REFLEX SOUND SYSTEM

Hangrendszerek tervezése kivitelezése | Hangszórók, hangszugárzók  
Erősítők, processzorok | 100 V-os rendszerek  
Kültéri hangszugárzók | Hangosítás  
Elektroakusztikai eszközök javítása

**Beyma** pro mélynyomók:  
- Neodymium mágnessel is  
- Két év garanciával

2000 W / 18"

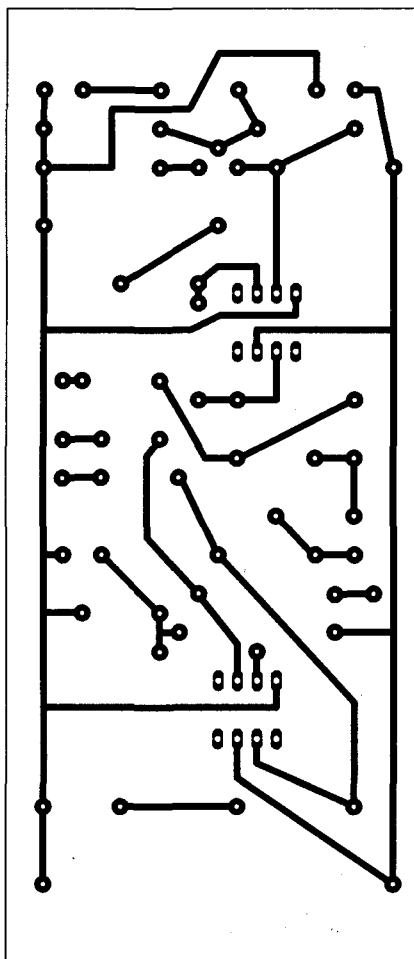
2000 W / 21"

**Ecler** erősítők  
Maximális teljesítmény megállás nélkül  
Digitális erősítő:  
2x3320 W és csak 10 kg!  
DPA300 hangváltó-processzor (2 be / 6 ki)

Truvox sorozat  
**Celestion**

**MINDEN ANNAHANG**

2225 Üllő, Pesti út 69. Tel.: 29 - 320-071, 320-688 Fax: 29 - 322-225 Nyitva: H-P 8-17 [www.reflexsound.hu](http://www.reflexsound.hu)



14. ábra. A mikrofonerősítő és a hangszínszabályozó fóliarajza

nos RC-elemből felépített Wien-hídon keresztül pozitív visszacsatolás jön létre.

A műveleti erősítő invertáló bemenete és a kimenete között az  $R_{38}$  ellenálláson át negatív visszacsatolást hozunk létre. Az oszcillációs amplitúdót a negatív visszacsatolás automatikus szabályozásával stabilizáljuk. E célra a műveleti erősítő invertáló bemenete és a test között térvezérlésű tranzisztort alkalmazunk, lényegében egy változtatható ellenállásnak.

Az  $IC_5$  műveleti erősítő kimenete a  $D_3$  diódán és az  $R_{40}$  ellenálláson át negatív szabályozó feszültséget hoz létre a  $P_{10}$  potenciométer sarkain. A potival párhuzamosan kapcsolt  $C_{27}$  kondenzátor az egyenirányító időállandóját növeli meg.

A kimenőfeszültséggel arányos egyenfeszültség a  $P_{10}$  potenciométerrel beállított leosztásnak megfelelően a  $T_4$  FET gate elektródjára jut. A  $T_4$  csatornaellenállása a szabályozó feszültség-

nek megfelelően változik, így lényegében az  $R_{38}$  ellenállással osztót képezve az erősítést változtatja. Az oszcillátor frekvenciaátfogása 1:10 arányú. Az átfogás nagyságát a  $P_7$  potenciométerrel soros  $R_{32}$  és  $R_{33}$  ellenállással állíthatjuk be.

A tremoló következő lényeges része a modulátor. Több áramköri megoldás ismert, például diódás vagy optocsatolós modulátor. A mintapéldányban a FET vezérléssel változó csatornaellenállását alkalmazom moduláció céljára.

A  $K_2$  kapcsoló 1. állásában a hangfrekvenciás jel a  $C_{28}$  kondenzátoron át az  $IC_6$  műveleti erősítő neminvertáló bemenetére jut. A fokozat erősítését az  $R_{44}$ , valamint a  $T_5$  FET csatornaellenállásának hányadosa szabja meg. Képletben:

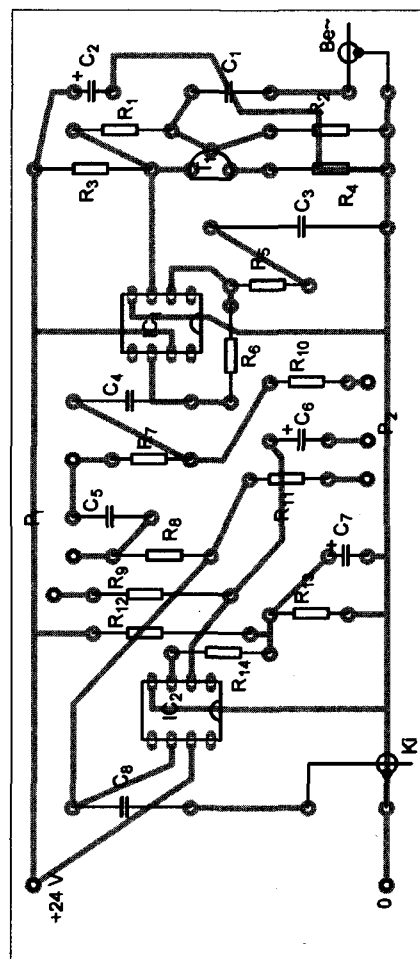
$$A_u = 1 + R_{44}/R_{ds}$$

A FET munkapontját, vagyis a csatornaellenállását a  $P_{12}$  potenciométerrel állítjuk be. A beállításhoz segítséget nyújt a 8. ábra. Ezen látható a BF244 típusú FET csatornaellenállásának változása a gate-source feszültség függvényében. A mintapéldányba BF244A típusú tranzisztort építettem be; az 1 k $\Omega$ -os csatornaellenállást +0,9 V-nál kapjuk. Ezt a feszültséget a test és a  $P_{12}$  potenciométer csúszkája között mérjük. Az előző képlet értelmében az erősítés kb. 5,6-szeres.

Lecsavart  $P_{11}$  potméterállásnál nem jut alacsonyfrekvenciás moduláló jel a  $T_5$  vezérlő elektródjára. Ilyenkor az  $IC_6$  műveleti erősítő kb. 5,6-szeresére erősíti a bejövő jelet. A felerősített hangfrekvenciás jel a  $C_{31}$  kondenzátoron át a kimenetre kerül. Amikor a  $P_{11}$  potenciométert felcsavarjuk, úgy alacsonyfrekvenciás moduláló jel jut a  $T_5$  FET gate-jére. A tranzisztor csatornaellenállása a moduláló jelnek megfelelően csökken, illetve növekszik. Ennek megfelelően a fokozat erősítése is növekszik, illetve csökken.

Az eredmény az amplitúdómodulált hangfrekvenciás jel. A moduláció mélységét a  $P_{11}$  potenciométerrel lehet beállítani. Méréseim szerint legfeljebb 80%-os modulációt lehet elérni, amely bőven elegendő a kívánt hanghatás eléréséhez. A 9. ábra szemlélteti a modulált kimenőjelet.

A  $K_2$  kapcsoló 3. állása a torzítót kapcsolja be a gitársatornába. A hangfrekvenciás jel a  $C_{21}$ - $R_{34}$  soros tagon az  $IC_7$  műveleti erősítő invertáló beme-



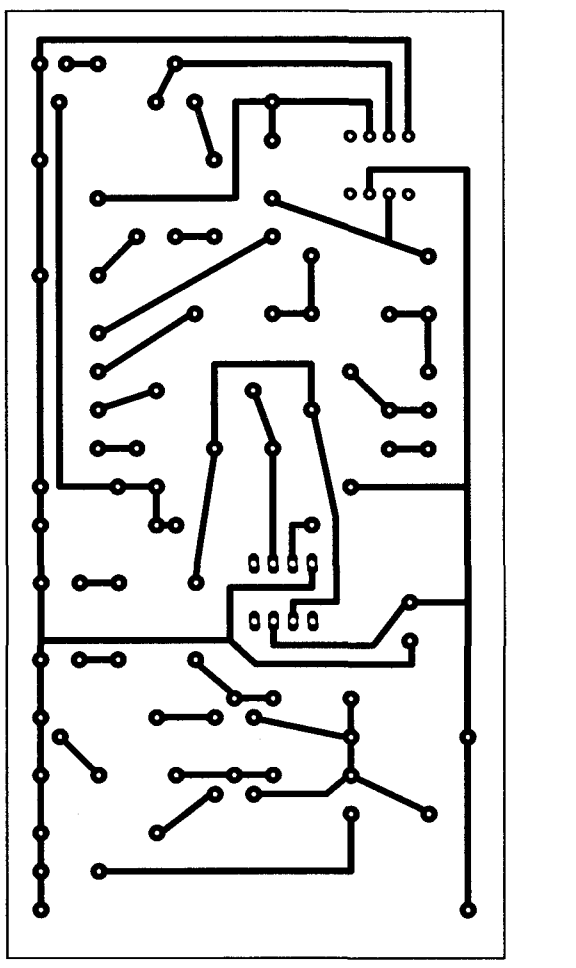
15. ábra. A mikrofonerősítő és a hangszínszabályozó alkatrész-beültetési rajza

netére jut. Az integrált áramkör invertáló bemenete és a kimenete között található az antiparalel kapcsolású  $D_1$  és  $D_2$  szilíciumdióda. A  $P_8$  potenciométerrel a fokozat erősítését szabályozhatjuk a diódák nyitási szintjéig. A fázisfordító műveleti erősítő erősítése az

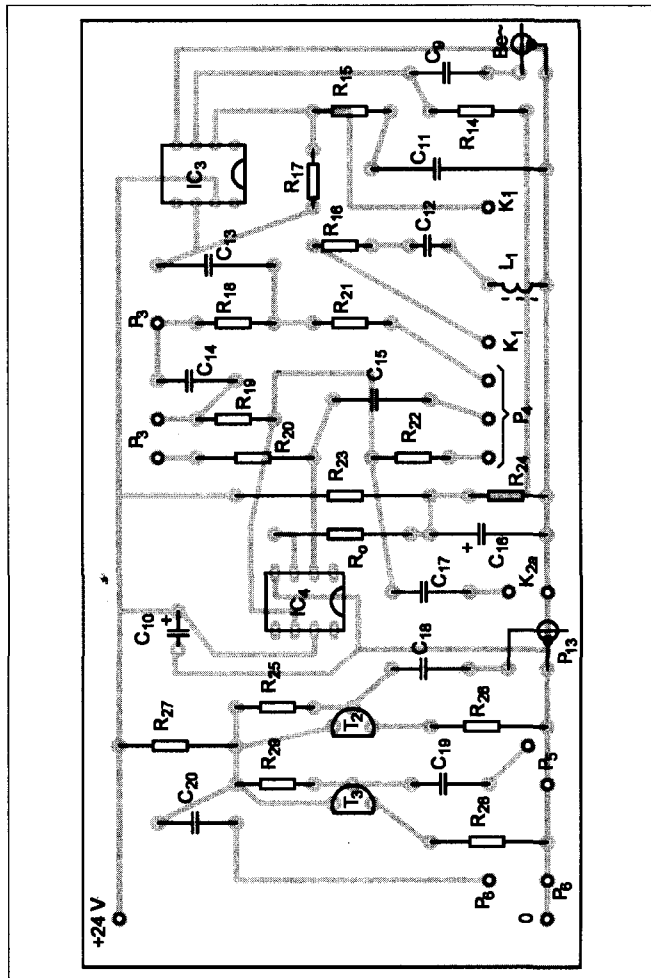
$$A_u = (R_{39} + P_8) / R_{34}$$

összefüggés szerint számolható. Természetesen ez csak addig igaz, amíg az integrált áramkör kimenőfeszültsége el nem éri a  $D_1$  és a  $D_2$  nyitási feszültségét. Tekintve, hogy szilícium alapanyagú diódákról van szó, ez a szint 600 mV. Nagyobb bemenőjelnél, ha az erősítést konstansnak vesszük, a kimenőjel amplitúdója túllépné a 600 mV-ot. Ekkor a pozitív, ill. a negatív félperiódusban kinyit hol az egyik, hol a másik dióda. A negatív visszacsatolás mértéke megváltozik, az előbbi képlet már nem igaz. A visszacsatoló ágban lévő antiparalel diódák a nyitási fe-





16. ábra. A gitárerősítő, a hangszínszabályozó és a keverő fóliarajza



17. ábra. A gitárerősítő, a hangszínszabályozó és a keverő alkatrész-beültetési rajza

szültségükkel határolják a kimeneti feszültséget.

A műveleti erősítő kimeneti karakterisztikáját szemlélteti a 10. ábra, a  $P_8$  erősítésszabályozó potenciométer két helyzetében. Az ábrán jól látható az erőteljes határolás. A határolás után fellépő negatív visszacsatolás miatt az erősítő nagy bemenőjel esetén sem túlvezérlődni. A limitálási szint alatt a műveleti erősítő erősítését szabályozni lehet. A legkisebb erősítés 3,1-szeres, a legnagyobb erősítés 48,5-szeres. Ez a beállítás a kereskedelemben kapható gyári gitárhangszedőkhöz készült. Mé-

réseim szerint ezek jelentős, mintegy 80...200 mV-os kimenőfeszültséget produkálnak.

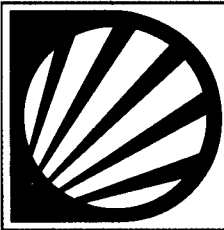
A műveleti erősítő kimenetéről a  $C_{25}$  kondenzátoron át jut a torzított jel a  $P_9$  potenciométerre. Ezzel állítjuk be az alapszintet (az eredeti hangerőt).

### A keverő

Elvi kapcsolási rajza az 5. ábra jobb oldali részén látható. A  $T_2$  és a  $T_3$  tranzistorral felépített áramkör „elhúzásmentes” keverést valósít meg. A két csatorna hangfrekvenciás jeleinek

összegzése a közös kollektorköri munkaellenálláson, az  $R_{27}$ -en jön létre. A szimmetrikus felépítésű keverő tranzistoronként két negatív visszacsatolást is alkalmaz. Az  $R_{25}$  és az  $R_{29}$  ellenálláson át negatív feszültség visszacsatolás jön létre. Az  $R_{26}$  és az  $R_{28}$  ellenállás sarkain negatív áramvisszacsatolás keletkezik.

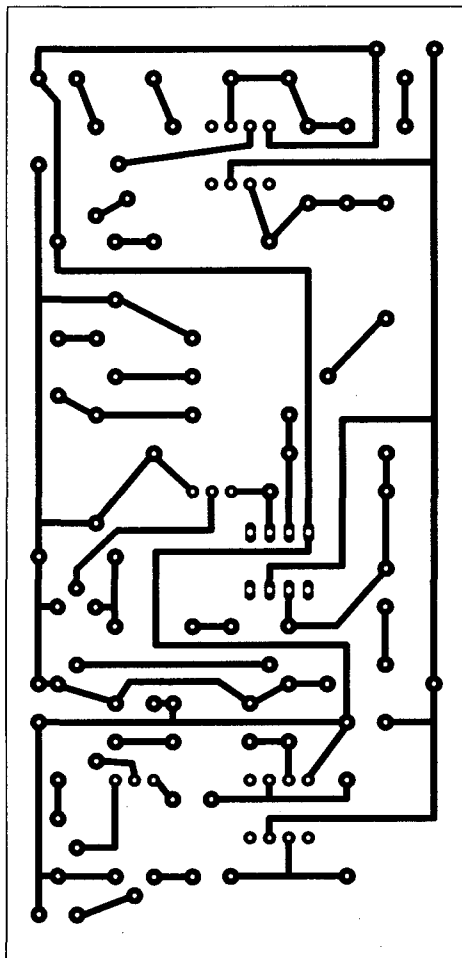
A keverő erősítése négyszeres. A gitár csatorna jele a  $C_{18}$  kondenzátoron át jut a  $T_2$  tranzisztor bázisára, a mikrofon csatorna jele a  $C_{19}$  kondenzátoron át kerül a  $T_3$  tranzisztor bázisára. Az összegzett kimenőjel a  $C_{20}$  kondenzá-



## DEÁKI ELEKTRONIKA Kft.

### Műszergyártás, tervezés, speciális elektronikák javítása

**Termékeink:** adatátvitel GSM hálózaton keresztül, feszültségmérők, számlálók, frekvenciamérők, speciális kijelzők. Vállaljuk egyedi készülékek, műszerek, vezérlések tervezését, gyártását.  
1158 Bp., Molnár Viktor u. 74/b • Tel./fax: 410-6212 • Internet: [www.deaki.hu](http://www.deaki.hu) • e-mail: [mail@deaki.hu](mailto:mail@deaki.hu)



18. ábra. A tremoló és a torzító fólia-  
rajza

toron át a P<sub>6</sub> potenciométeren jelenik meg. A végerősítő kimenetjelisményét ezzel a potenciométerrel szabályozzuk.

### A végerősítő

meglepően kevés alkatrészt tartalmaz. Az áramkört szemlélve feltűnik a szimetriára való törekvés (11. ábra).

A végerősítő DC-csatolt. Szimmetrikus tápfeszültséggel működik. Így elmarad a kicsatoló kondenzátor, amelynek X<sub>C</sub>-je alacsony frekvencián növelné az erősítő eredő kimeneti ellenállását, rontaná a frekvenciaátvitelt.

Az erősítendő hangfrekvenciás jel a P<sub>6</sub> potenciométeren csúszkájáról a C<sub>32</sub> kondenzátoron át a T<sub>6</sub> tranzisztor bázisára jut. A T<sub>6</sub> és a T<sub>7</sub> differenciálerősítő kapcsolásban üzemel. A két tranzisztor emitteráramát a T<sub>8</sub> tranzisztorral felépített áramgenerátor biztosítja. A differenciálerősítő alkalmazásával jelentősen csökken a hőmérsékletfüggőség.

Az R<sub>49</sub> ellenálláson át egy erőteljes DC-csatolást valósítunk meg, így az erősítő hosszú idejű stabilitása kiváló. Ez alatt a kimenet virtuális nullapontjának „mászása” értendő. Több órás üzemelés után sem tapasztalható a kimeneti pont nullájának elmozdulása. Ennek jelentősége a következő.

A kimeneti ponton megjelenő egyenfeszültség a hangszórók lengőtekercsét kimozdítja a nyugalmi helyzetéből, az ily módon „előfeszített” hangszóró jelentős torzítást okoz.

A T<sub>8</sub> áramgenerátor referenciafeszültségét a D<sub>4</sub> és a D<sub>5</sub> szilíciumdióda állítja be. A két dióda előfeszítését az R<sub>46</sub> ellenállás látja el. Az áramgenerátor kimeneti áramát az R<sub>47</sub> emitterellenállás értéke szabja meg. A T<sub>6</sub> kollektorellenállása a P<sub>15</sub> potenciométer, ennek változtatásával lehet beállítani a kimeneti (hangszóró) pont „0” egyenfeszültségét.

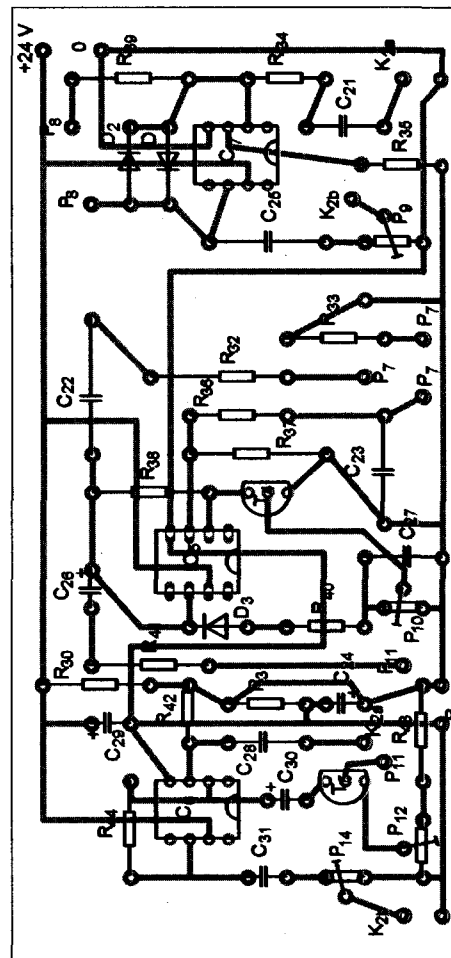
A T<sub>6</sub> kollektorához galvanikusan kapcsolódik a T<sub>9</sub> bázisa. A T<sub>9</sub> földelt emitteres kapcsolásban üzemel, feladata a feszültségerősítés. Kollektoráramát a T<sub>11</sub> tranzisztorral realizált áramgenerátor adja. Az áramgenerátor referenciafeszültségét szintén a sorosan kapcsolt D<sub>4</sub> és D<sub>5</sub> szilíciumdióda biztosítja. Az áramgenerátor kimeneti áramát, amely jelen esetben 6 mA, az R<sub>52</sub> emitterellenállás értéke határozza meg.

A T<sub>9</sub> kollektorárama egyben a végtranzisztorok vezérlőáramára is. A T<sub>11</sub> áramgenerátor áramát akkorára választottam, hogy a végtranzisztorokat (minimális β-ra számolva) a maximális kollektoráramnál is ki tudjuk vezérelni. A T<sub>9</sub> és a T<sub>11</sub> tranzisztor között helyezkedik el a T<sub>10</sub> szinteltoló tranzisztor, amely lényegében egy visszacsatolt feszültségforrás.

A szinteltolás nagyságától függ a végtranzisztorok nyugalmi kollektoráramára. Ennek nagyságát a P<sub>16</sub> potenciométerrel lehet beállítani. A T<sub>10</sub> tranzisztor termikus csatolásban áll a végtranzisztorokkal.

Melegedés hatására a T<sub>10</sub> tranzisztoron eső feszültség csökken, így a végtranzisztorok nyugalmi árama jó közelítéssel az eredeti szintjére áll vissza. Ezzel a módszerrel megakadályozható a végtranzisztorok termikus megfűtése.

A végerősítő felső határfrekvenciáját a T<sub>9</sub> tranzisztor bázisa és kollektora közé kapcsolt C<sub>34</sub> kondenzátor állítja be. Az alsó határfrekvenciát a C<sub>32</sub> és C<sub>33</sub> kondenzátor kapacitása határozza



19. ábra. A tremoló és a torzító alkat-  
rész-beültetési rajza

meg. A kimenetről a T<sub>7</sub> bázisára az R<sub>49</sub> ellenálláson át erőteljes AC-DC visszacsatolás valósul meg. A végerősítő feszültségerősítése (hasonlóan a műveleti erősítőkhöz) az  $A_u = 1 + R_{49}/R_{48}$  képlettel számolható ki.

A végerősítő kimeneti rövidzárnál fellépő túláramát a T<sub>12</sub> és a T<sub>13</sub> tranzisztor határolja. Hangszóró- vagy vezetékzárlat hatására a kimenet rövidzárlatba kerül. Ekkor a kimeneti áram hirtelen megemelkedik. Az R<sub>59</sub> és az R<sub>60</sub> ellenállás sarkain a nagyobb áram hatására nagyobb feszültség jön létre. Amikor ennek nagysága eléri a kb. 1,9 V-ot, a T<sub>12</sub>, illetve a T<sub>13</sub> tranzisztor kinyit. A komplementer darlingtonokat zárás felé húzza, beáll a végfok áramgenerátoros üzemmódja.

Ugyanakkor – a tapasztalataim szerint – ez a védelem sem mindig eléggé hatásos; a nagy hangerőnél hirtelen fellépő kimeneti zárlat az esetek jelentős részében a végtranzisztorok pusztulását idézi elő.



## A teljesítménykijelző

Az áramkör (12. ábra) négy konkrét teljesítményszint kijelzésére alkalmas. Az alapelv ismeretében szinte bármilyen lépcsőben kijelmezhetjük a pillanatnyi teljesítményszintet. A mintapéldányban növekvő sorrend szerint, wattban a következők: 10, 20, 60 és 80.

A hangfrekvenciás jel az  $R_{63}$  ellenálláson át a  $T_{18}$  tranzisztorra jut, amely nyugalmi helyzetben, vezérlés nélkül le van zárva. Amikor a hangfrekvenciás jel pozitív félperiódusának amplitúdója eléri, vagy meghaladja a  $T_{18}$  tranzisztor  $U_{EB}$  küszöb feszültségét, az kinyit. A meginduló emitteráram az  $R_{65}$  ellenálláson keresztül feltölti a  $C_{38}$  elektrolitkondenzátort. Az elektrolitkondenzátor feszültségét a  $T_{19}$  tranzisztorral realizált emitterkövető bemenetére juttatjuk az  $R_{66}$  ellenálláson át. A  $T_{19}$  emitterén a hangfrekvenciás feszültséggel arányos egyenfeszültség jelenik meg.

A hangfrekvenciás feszültség csúcsegyenirányítását tehát a  $T_{18}$  tranzisztor végzi, a jel felfutási idejét az  $R_{65}$  ellenállás nagysága határozza meg. A lecsengési időt, amely lényegében a  $C_{38}$  elektrolitkondenzátor kisütési ideje, a  $T_{19}$  tranzisztor határozza meg. Ebben a felépítésben ugyanis a kisütést a  $T_{19}$  tranzisztor bázisárama végzi el.

A szintérzékelő az LM339 típusú komparátor-IC. A DIL tokozású integrált áramkörben négy egyforma komparátor található. A referenciafeszültséget a  $D_6$  Z-dióda állítja be. A dióda munkaponti áramát az  $R_{68}$  ellenállás biztosítja. A billenési pontokat a  $P_{17}$ , a  $P_{18}$ , a  $P_{19}$  és a  $P_{20}$  potencióméterrel állíthatjuk be.

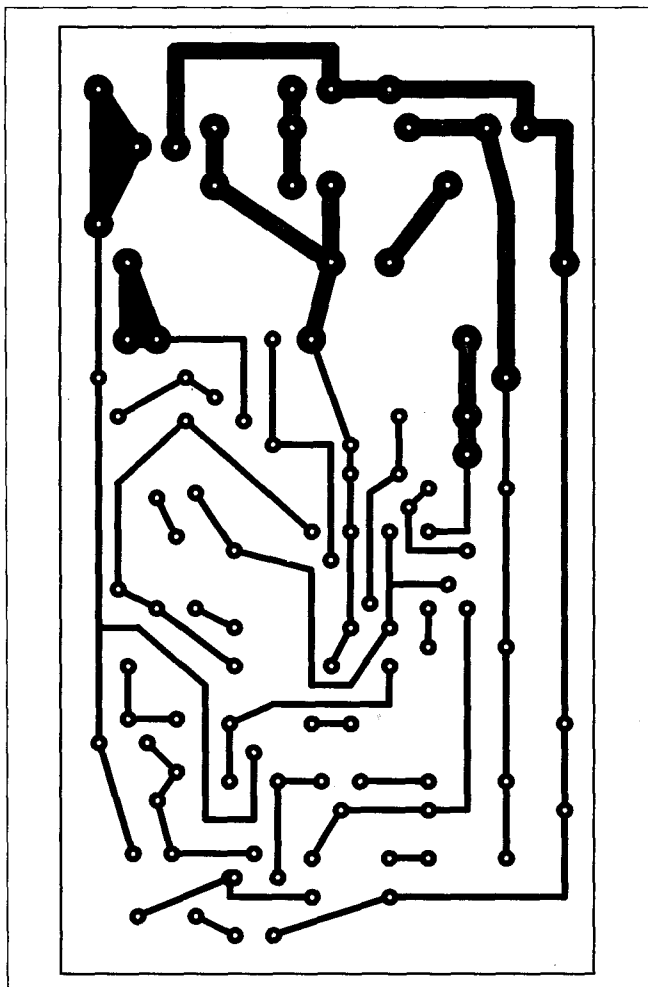
Amikor a kimenőteljesítmény eléri a 10 W-ot, akkor az 1-es komparátor átbillen, a kimenete testpotenciálra kerül. Az  $R_{70}$  ellenálláson át bázisáram folyik a  $T_{20}$  tranzisztorból. A meginduló kollektoráram kigyújtja a  $D_7$  LED-et. A világítódióda áramát az  $R_{71}$  ellen-

állás állítja be kb. 18 mA-ra. A következő LED 20 W kimenőteljesítménynél gyújt be. Ahogy növekszik a kimenőteljesítmény, úgy kezdenek világítani a további LED-ek.

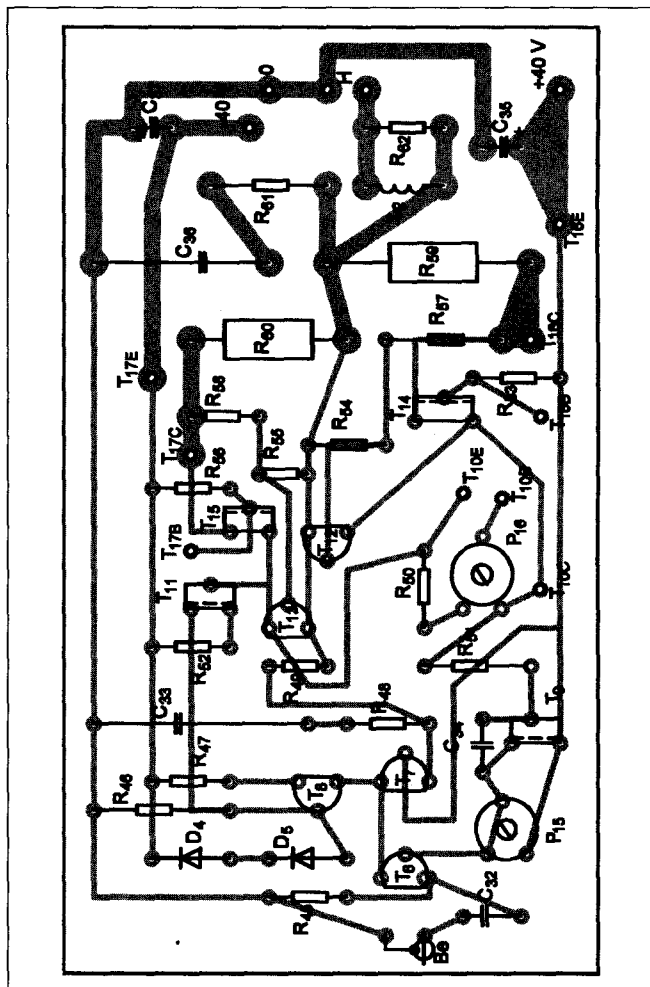
## A tápegység és a ventilátorvezérlő áramkör

elvi kapcsolási rajzát a 13. ábra szemlélteti. A hálózati feszültség a  $B_{12}$  és a  $B_{13}$  olvadóbiztosítón, majd a  $K_3$  két-áramkörös kapcsolón keresztül a hálózati transzformátor primer ( $n_1$ ) tekercsére kerül. Az  $n_2$  szekunder tekercs  $2 \times 29$  V-os váltakozó feszültsége a  $D_{13}$ – $D_{16}$  diódahídra jut. A pozitív feszültséget a  $C_{43}$ , a negatív feszültséget a  $C_{42}$  elektrolitkondenzátor szűri, simítja.

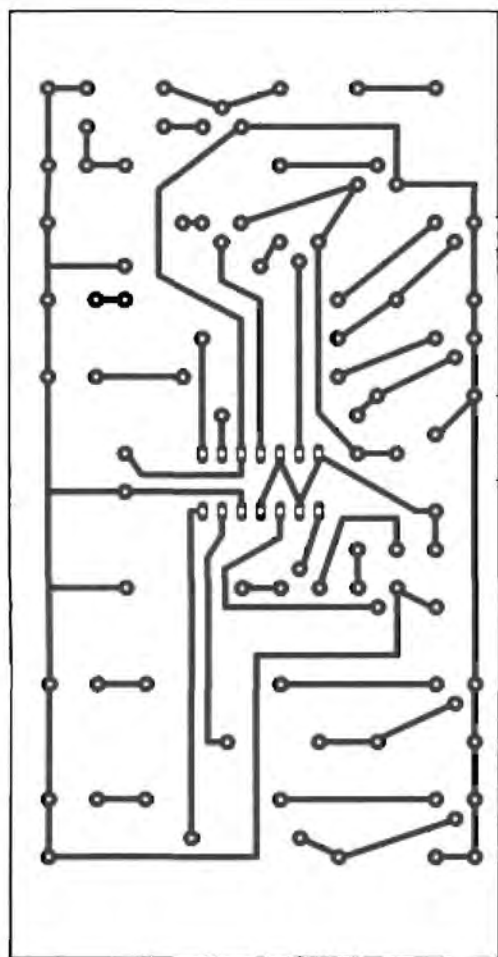
Az  $n_3$  tekercs sarkain 22 V-os váltakozó feszültség jön létre, amelyet a  $D_{17}$ – $D_{20}$  Graetz-híd egyenirányít. A pulzáló egyenfeszültség simítását a  $C_{44}$  elektrolitkondenzátor végzi. A kon-



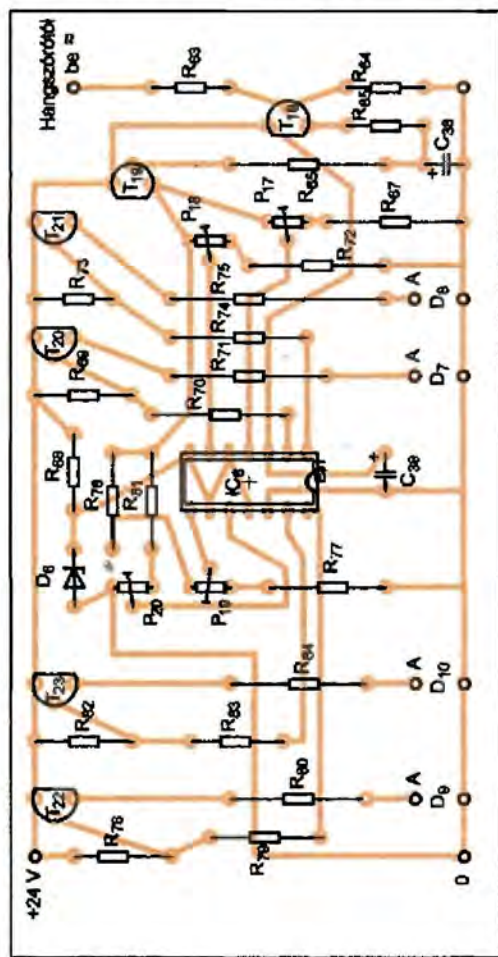
20. ábra. A végerősítő fóliarajza



21. ábra. A végerősítő alkatrész-beültetési rajza



22. ábra. A teljesítménykijelző fóliarajza



23. ábra. A teljesítménykijelző alkatrész-beültetési rajza

denzator sarkain terheletlen állapotban kb. 30 V egyenfeszültség van, a 7824 típusú stabilizátor ebből állítja elő a 24 V-os kimenőfeszültséget a hangszeregerősítő kisteljesítményű áramkörrei részére.

A ventilátorvezérlő áramkör táplálását az  $n_1$  tekercsről nyerjük. A kap-

csolás érdekessége, hogy a hőmérséklet függvényében változtatja a ventilátor fordulatszámát. A hőérzékelő 2 db ún. gyöngytermisztor, az ellenállások egyenként 47 k $\Omega$ , amelyek a végtranzistorokra felragasztva kaptak helyet. Az áramkör a következőképpen működik.

Bekapcsoláskor a  $T_{16}$  és  $T_{17}$  végtranzisztor háza szobahőmérsékletű. A  $P_{21}$  potenciométerrel úgy állítjuk be az áramkört, hogy az M motorra kb. 5 V jusson. A számítógépek tápegységeiben alkalmazott, 80 x 80 mm-es keretes ventilátor ezen a feszültségen már működik. A leosztott tápfeszültség a

## Nagy Évkönyv-akció!

### A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE

'91, '92, '93, '94, '95, '96, '97, '98, '99, 2000, '01, '02, '03, '04, '05 kötetek közül 1 db csak 990 Ft-ért,

2 db most összesen

**1900 Ft-ért kapható.**

**A fenti 14 darab együtt csak 11 111 Ft!**

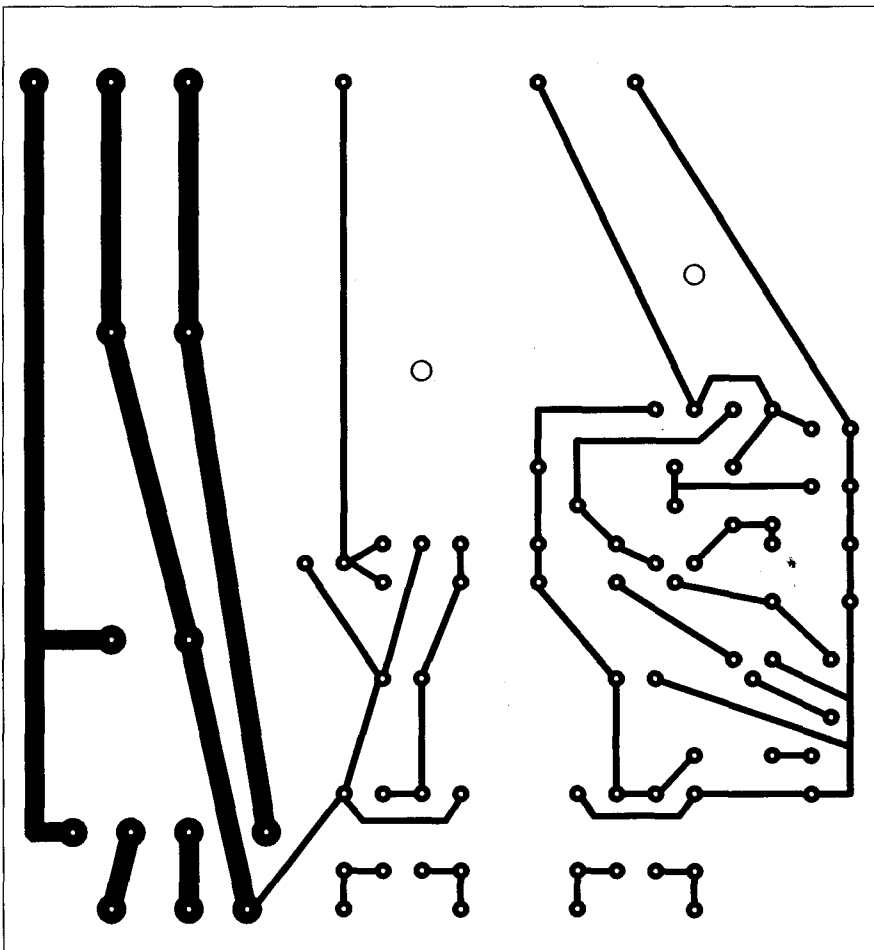
Tel./fax: 239-4932

Az akcióban tehát 2-4-6... egyforma vagy különböző példányt lehet vásárolni.

✉ 1374 Bp., Pf. 603.  
hambazar@radiovilag.hu  
www.radiovilag.hu

Személyesen a szerkesztőségben, Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. 130. 9-14 óráig.





24. ábra. A tápegység és a ventilátorvezérlő fóliarajza

torokon át a  $T_{24}$  tranzisztor bázisára kerül. A létrejövő bázisáram hatására megindul a kollektoráram, amely megindítja a  $T_{25}$  bázisáramát. Az áram nagyságától függően nyit az utóbbi tranzisztor, a motor sarkaira feszültség jut, a ventilátor forogni kezd.

A  $T_{25}$  kollektora és a  $T_{24}$  emittere között található az  $R_{90}$  ellenállás, melynek segítségével negatív visszacsatolás jön létre. Az ellenállással párhuzamos  $D_{12}$  Z-dióda a ventilátormotorra jutó feszültséget limitálja 12 V-ra. Ha a kimenőfeszültség 12 V fölé emelkedik, akkor a Z-diódán meginduló áram megemeli a  $T_{24}$  tranzisztor emitterfeszültségét. A zárás felé vitt tranzisztoron kisebb kollektoráram folyik, beáll az egyensúlyi helyzet.

Az  $R_{89}$ ,  $C_{40}$  tag a bekapcsolás pillanatában (amíg a kondenzátor fel nem töltődik), nagy bázisáramot hoz létre a  $T_{25}$  tranzisztoron. A ventilátorra jutó feszültség tehát nagy értékkel indul és a  $C_{40}$  töltődésének megfelelő sebességgel áll be 5 V-ra.

Erre azért van szükség, mert néhány ventilátormotor csak 5 V-nál nagyobb feszültségnél indul el. (Ha már forog, akkor bőven elegendő az 5 V.) A  $D_{11}$  dióda kikapcsoláskor kisüti a  $C_{40}$  elektrolitkondenzátort.

Erről a tápfeszültségről működik a  $D_{26}$  pozíciószerű LED is, amely az erősítő előlapján található, s jelzi az erősítő bekapcsolt állapotát. A dióda áramát az  $R_{92}$  ellenállás állítja be.

A hangszererősítők „lelke” a tápegység, ezért a hálózati transzformátort némileg túlméreteztem. Az élő zene nagy dinamikájú. Olyan tápegységet kell tehát készíteni, amelynek belsőellenállása kicsi, vagyis nagy áramot tud leadni a kimenőfeszültség minimális változása mellett. Ezt a célt szolgálja a nagy teljesítményű diódahíd, valamint a  $C_{42}$  és a  $C_{43}$  elektrolitkondenzátor tekintélyes kapacitása. A vasmag gerjesztését alacsonyabbra vettem, mint amit az adatlap megad. Ezzel csökken a transzformátor szórása, javul az erősítő zajtényezője. (Alacsonyabb ger-

jesztésnél kevesebb erővonal lép ki a vasmagból. A kilépő erővonalak az erősítő fóliakontúrjaiban, vezetékében brummáramokat indukálnak, amelyek 50 Hz-es bűgás formájában jelennek meg a hangszóróban.)

A hálózati transzformátort elkészíthetjük hagyományos szilícium ötvöztetű EI-magra, vagy a korszerűbb, hiperszil anyagú szalagmagra. Működés szempontjából nincs különbség, de az utóbbi tömege és térfogata lényegesen kisebb, mint korábbi társaiké.

Vasmag típusa: EI 106/45

Primer: 730 menet  $\varnothing 0,6$  mm-es CuMz huzalból

Szekunder:  $n_2$  196 menet, leágazás a 98. m-nél,  $\varnothing 1$  mm CuMz huzalból;  $n_3$  75 m.  $\varnothing 0,6$  mm CuMz;  $n_4$  40 m.  $\varnothing 0,5$  mm CuMz

Szalagmag típusa: SM102a

Primer: 690 menet  $\varnothing 0,6$  mm-es CuMz huzalból

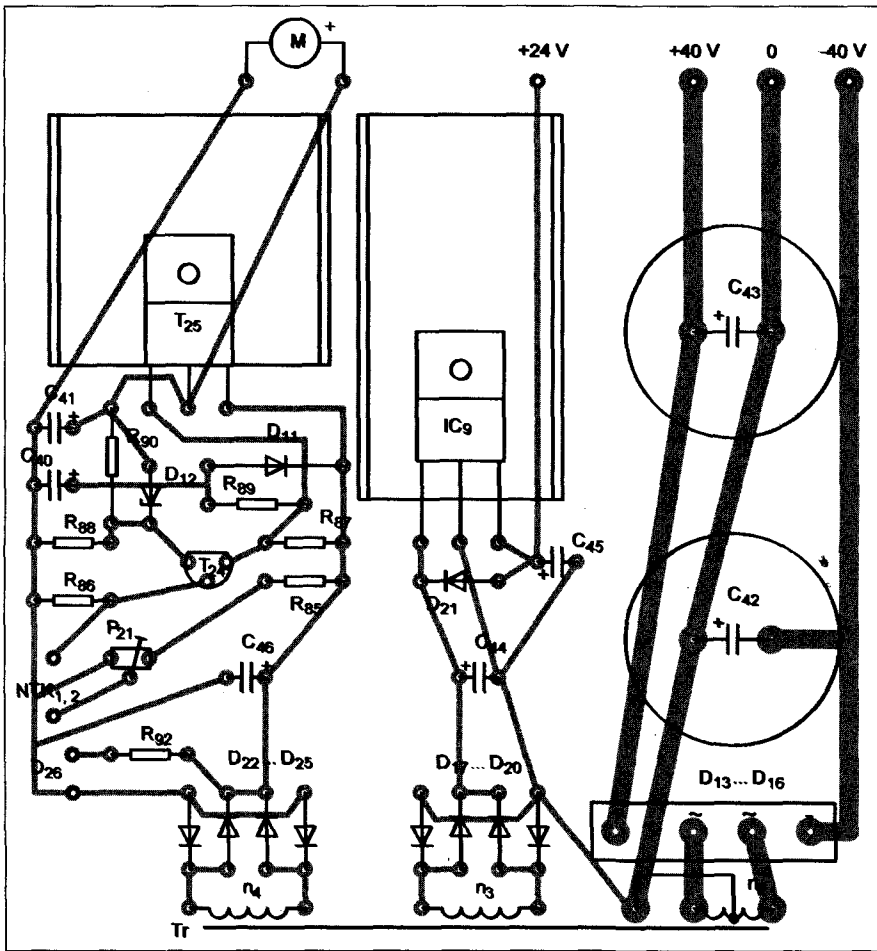
Szekunder:  $n_2$  186 menet, leágazás a 93. m-nél,  $\varnothing 1$  mm CuMz huzalból;  $n_3$  70 m.  $\varnothing 0,6$  mm CuMz;  $n_4$  38 m.  $\varnothing 0,5$  mm CuMz

A primer sorai között 0,05 mm vastag transzformátorpapír-szigetelés szükséges. A primer és a szekunder között 4 réteg 0,15 mm-es prespánszigetelést alkalmazunk. A szekunder sorai között 0,15 mm prespánszigetelés legyen.

## Megépítés, bemérés

Első lépés az alkatrészek beszerzése. Ezek birtokában, ahol szükséges, ott módosítjuk a nyák-lapon a távolságokat. Az ellenállások 0,6 W-os fémréteg típusúak. Az elektrolitkondenzátorok üzemi feszültségét a kapcsolási rajzon feltüntettem. A többi kondenzátor poliészter vagy polikarbonát dielektrikumú legyen! A trimmerpotencióméterek PIHER gyártmányúak.

A nyák-lemezek fóliarajzát és az alkatrészek beültetését a 14. ábrától a 25. ábráig szemléltetjük. A nagy áramokat vezető fóliakontúrokat „rakjuk fel” forrasztóónnal! Az integrált áramköröket célszerű foglalatba helyezni. Többféle IC-foglalat kapható. Javasolom a „precíziós” típus beépítését. Ez még évek múlva is megbízható érintkezést biztosít. Az összes nyomtatott áramköri lap 125 mm hosszú. Erre hagyjunk rá végenként kb. 12 mm-t, így fekszik a 15 × 15 mm-es hordozó



25. ábra. A tápegység és a ventilátorvezérlő alkatrész-beültetési rajza

aluszlegletre. A panelokat M3-as csavarokkal rögzítjük a szegletekhez. A 26. ábrán egy javasolt, jól bevált mechanikát (vázszerkezetet) mutatok be. A hátlapot és a szerelőlapot a sarkokban lévő 4 db 10 × 10 mm-es méretű, alumínium anyagú távtartó fogja össze. A hordozólap és az előlap között 4 db 10 mm hosszú távtartó található. A hátlap, a hordozólap, valamint az előlap anyaga 3 mm vastag fredál (aluötvözet) lemez.

A 27. ábra vázlatán látható a panelok, a ventilátor, és a hálózati transzformátor elhelyezése. A 80 × 80 mm-es keretes ventilátort tartólemez segítségével a 10 × 10 mm-es távtartóhoz csavarozzuk. A hálózati transzformátort 4 darab M3-as csavarral rögzítjük a távtartóhoz. A távtartókba menetet fúrunk a csavarok számára. A hátlapra csavarozva foglal helyet a 28. ábrán szemléltetett hűtőszeglet. A hátlap és a hűtőszeglet közé vékony rétegben szilikonszírt kenünk, ez javítja a hőátadást. A hűtőszegletre csavarozzuk a T<sub>16</sub> és a T<sub>17</sub> végtranzisztort. A hűtőszeglet

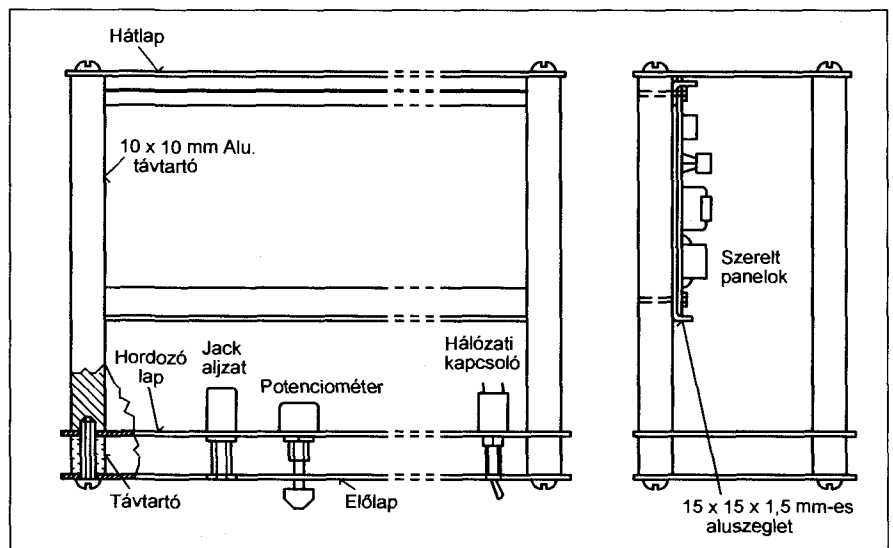
és a tranzistorok közé csillám- vagy teflonszigetelőt helyezünk, amelynek mindkét felét szilikonszírral kenjük be. A rögzítőcsavarra szigetelőalátétet húzunk. A két végtranzistor közötti fu-

ratba ragasztjuk be a T<sub>10</sub> pozíciószerű (aszinteltoló) tranzisztort. A termisztorokat a T<sub>16</sub>, illetve a T<sub>17</sub> tranzistorok házára ragasztjuk. A ragasztó a kétkomponensű UVERAPID 5, ami igen gyorsan megköt. Ragasztás előtt a felületeket zsírtalanítani kell. Erre a célra aceton vagy sebbenzin jól megfelel.

A tápegységben két alkatrészt kell hűteni. A T<sub>25</sub> tranzistor hűtőfelülete a 29. ábrán, a 7824-es stabilizátor hűtőfelülete a 30. ábrán szemléltethető. Ezeknél a félvezetőknél nem szükséges csillámszigetelőt használni, amennyiben nem ér semmi hozzá a hűtőfelülethez (T<sub>25</sub> tranzistor). Természetesen szilikonszírt itt is „illik” felvinni a félvezetők hordozólapjára.

Térjünk vissza az egyes panelokhoz! Az erősítőnek két bemenete van: a mikrofoné, valamint a gitáré. Szigetelten, 6,25 mm átmérőjű jack-aljzatokat építünk be. Az aljzatok és a panelok között árnyékolt vezetékeket alkalmazunk, a testet a vezeték harisnyája viszi át. Az ún. földhurkok elkerülése érdekében – amelyek brumtot, néha gerjedést okozhatnak – vázolom a tápvezetékek bekötését: 31. ábra.

Néhány nyák-lapon található olyan pont, ahová több vezetéket kell beforsztani. Ezeknél a következőképpen járunk el. Ózozott, Ø0,6...0,8 mm-es huzalból szemet hajlítunk, amelybe belefér az összes odatartozó vezeték. A szem végét beforsasztjuk a nyák-lapba, míg az alkatrészoldalon lévő részbe a vezetékeket helyezzzük. Elegánsabb megoldás, ha ezekre a pontokra ezüstö-



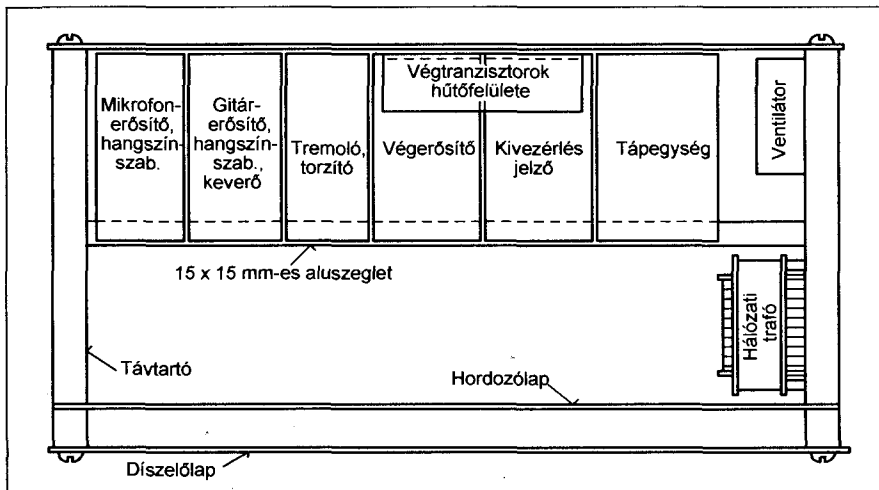
26. ábra. Az erősítő mechanikai vázlatrajza



zött kivezető (csatlakozó) tűskéket forrasztunk be. Ilyen ezüstözött „tűskéket” használt (különböző méretekben) a hajdani VIDEOTON és a hazai – szintén hajdani – ORION a modulos felépítésű tévékészülékeiben.

Nagy teljesítményű ellenállás csak a végfokpanelon található: az  $R_{59}$  és az  $R_{60}$ , egyenként 5 W-os huzallellenállás, valamint az  $R_{61}$  2 W-os fémréteg-ellenállás. A  $C_{36}$  kondenzátor névleges feszültsége legkevesebb 160 V legyen. Pl. 70 W kimenőtelsítmény esetén a kimeneten kb. 24 V hangfrekvenciás feszültség jelenik meg 8  $\Omega$ -os terhelés esetén. Ez a feszültség az  $R_{61}$  10  $\Omega$ -os ellenálláson át a  $C_{36}$  kondenzátorra jut. A kondenzátor sarkain a hangfrekvenciás teljesítménytől függően kisebb, nagyobb áram folyik. Konstans teljesítményt feltételezve a frekvencia növekedésével nő az áram, hisz az  $X_C$  egyre kisebb. A (jobb) gyártó cégek, régen ilyen volt a REMIX is, megadják, hogy bizonyos polarizáló feszültség mellett mekkora váltakozó feszültséget visel el a károsodás nélkül a kondenzátor. Ez az érték a frekvencia növekedésével csökken.

Az erősítőben két tekercs található, az  $L_1$  a gitárszűrőben, míg az  $L_2$  a vég-erősítőben. Az  $L_1$  induktivitása 15 mH. Ilyen készen kapható. Felépítése hasonlít a nyákos elektrolitkondenzátoréhoz. A hordozó egy ferritrud, amely csévetestszerűen van kialakítva, ebben helyezkedik el a huzal. A kivezetés egy oldalon van. Ezeket a tekercseket szűrőkörökben alkalmazzák (kapcsolóüzemű tápegységekben). Ha ilyen induktivitásút nem kapunk, úgy elkészíthetjük pl.  $\varnothing 14 \times 8$  mm méretű fazék-



27. ábra. A panelek javasolt elhelyezése

vasmagra, 0,17 mm átmérőjű CuMz huzalból. A tekercs menetszámát a mag két  $A_L$ -értékére számoltam ki:

$$A_L = 1500, n = 110 \text{ menet,}$$

$$A_L = 2100, n = 96 \text{ menet.}$$

A fazékmagot réz vagy alumínium menetszállal rögzítjük a nyáklaphoz. A vasmag és a panel közé vékony gumilemezt teszünk, ezzel biztosítjuk a vasmag rugalmas összehúzását, különben könnyen elreped.

A végerősítő kimenőkörében lévő  $L_2$  tekercs adatai a következők: a belső átmérője 4 mm, a menetszáma 15,  $\varnothing 0,4$  mm-es CuMz huzalból, ún. önhordó kivitelben. Túreszelő vagy csigafúró szárára felcsavarjuk egymás mellé a 15 menetet, majd nitrolakkal (vagy körömlakkal, hadd örüljön az asszony...) rögzítjük a meneteket.

A végerősítő meghajtó- ( $T_{14}$ ,  $T_{15}$ ) és végtranzisztorait ( $T_{16}$ ,  $T_{17}$ ) célszerű

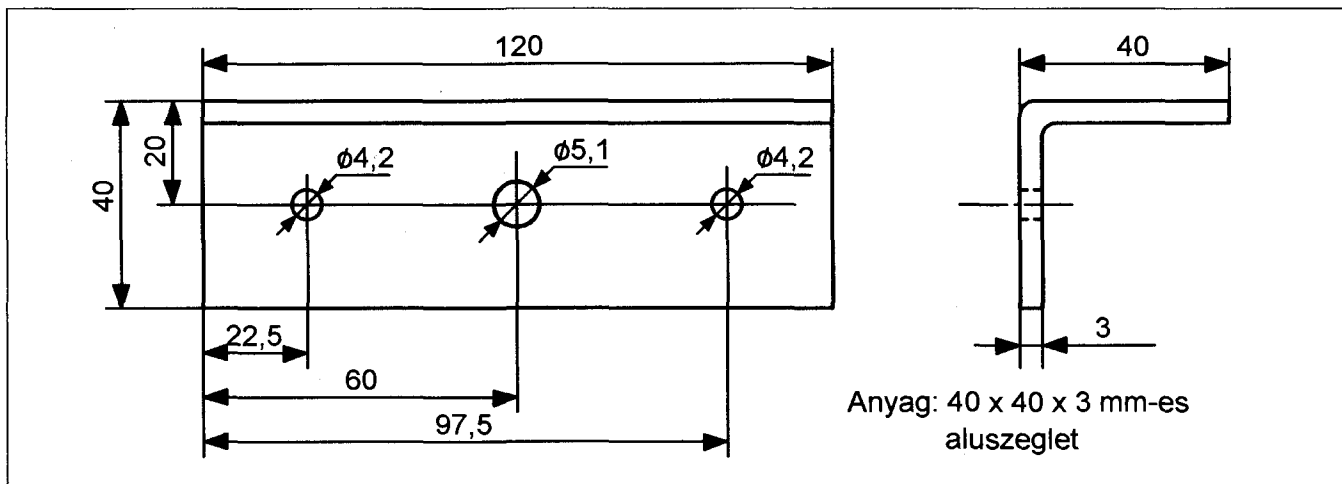
$\beta$ -ra párbaválogatni. Minél jobb az „együtfutás”, annál kisebb nyugalmi áramot kell beállítani a keresztelési torzítás eltüntetésére.

A 32. ábrán látható egy egyszerű áramkör kapcsolási rajza, amely a céljainknak kiválóan megfelel. A mérendő tranzisztor bázis-emitter átmenetén kb. 0,6 V esik.

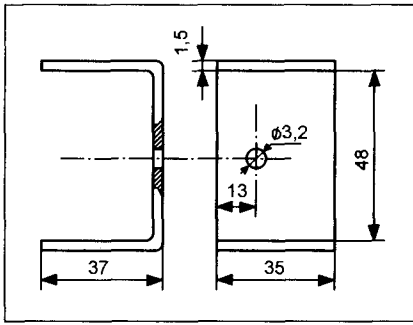
A nyomógomb zárását követően a 820  $\Omega$ -os ellenállás így kb. 4,7 mA-es bázisáramot hoz létre. A műszeren mutatott áramot tranzisztoronként feljegyezzük. Az áramerősítési tényező kiszámítása:

$$\frac{I - I_B}{I_B}$$

Tehát, ha a műszer 100 mA-t mutat, akkor az egyenáramú erősítési tényező = 20,2.



28. ábra. A  $T_{16}$  és a  $T_{17}$  tranzisztor hűtőfelülete



29. ábra. A T<sub>25</sub> tranzisztor hűtőfelülete

Próbáljunk meg úgy vásárolni tranzisztorokat, hogy ami funkció szempontjából azonos, az egy gyártótól származzon. Másik tanács: dupla mennyiségű tranzisztorból vélhetően össze tudjuk állítani a meghajtó- és vég-erősítő-párokat, szerencsés esetben.

### A tápegység élesztése

Az elektromos élesztést a tápegységgel kezdjük. Zárjuk a K<sub>3</sub> kapcsolót, majd feszültséget mérünk a test (0), valamint a +40, a -40 és a +24 V-os kimeneten. A hálózati feszültségtől függően a vég-erősítő tápfeszültségei (terheletlenül) ±2 V-tal térhetnek el a nominális értéktől. A 24 V-os tápfeszültség pontossága a stabilizátor minőségétől függ. Általában csupán néhány tized volt eltérés tapasztalható, de ez lehet a mérőműszerünk pontatlansága is! Az áramkörök szempontjából nincs jelentősége akár a 2 V-os eltérésnek sem.

A ventilátorvezérlő beállítása a következő sorrendben történik. A motor

helyére 82 Ω, 2 W-os ellenállást forrasztunk, a sarkaira feszültségmérőt kapcsolunk; a P<sub>21</sub> potenciométerrel 5 V-ot állítunk be. Ilyenkor a termisztorok szobahőmérsékletűek. Ez után hajszárítóval meleg levegőt fújunk a termisztorokra. A feszültség fokozatosan emelkedik, majd kb. 12 V-nál megáll. A hajszárítót kikapcsolva a feszültség fokozatosan csökken, visszaáll 5 V közeli értékre.

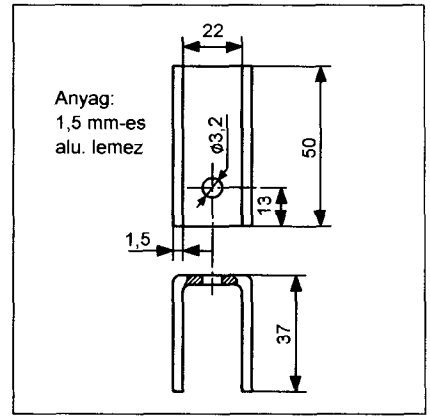
A LED-nek világítania kell.

### A végerősítő élesztése

Összekábelezük a végerősítőt a tápegységgel. A tápegység 230 V-os hálózati ágába sorba kapcsolunk egy 230 V, 150 W-os izzólámpát. A végerősítő kimenete és a föld közé (hangszóró) DC-voltmérőt kapcsolunk. Bekapcsoljuk az erősítőt a K<sub>3</sub> kapcsolóval. A P<sub>15</sub> potenciométerrel „0” feszültséget állítunk be. Ez után felváltva mérünk az R<sub>59</sub> és az R<sub>60</sub> ellenállás sarkain feszültséget. Amennyiben a két ellenállás egyforma, a mért egyenfeszültség azonos lesz. A P<sub>16</sub> potenciométerrel 10 mV-ot állítunk be, ez kb. 30 mA-es nyugalmi áramnak felel meg. Párba válogatott meghajtó- és végtranzisztorok esetén ez az áram elegendő.

Többször leírtam már a lényegesen jobb eredményt nyújtó, ún. dinamikus beállítást. Ehhez a méréshez hanggenerátor, oszcilloszkóp, műterhelés, valamint hangfrekvenciás voltmérő szükséges.

Kiiktatjuk a hálózati transzformátor primer tekercsével soros izzólámpát. A végerősítő kimenetére 8 Ω, 80...100 W-os műterhelést kapcsolunk.

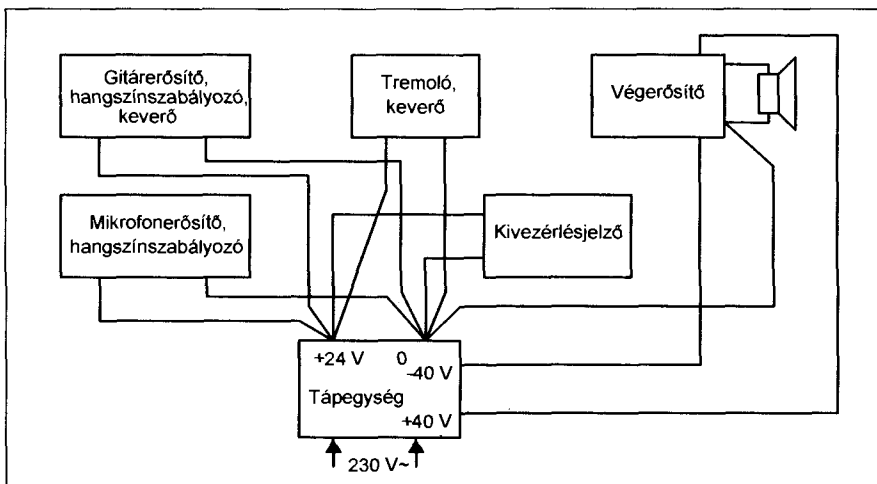


30. ábra. A 7824 típusú feszültségstabilizátor hűtőfelülete

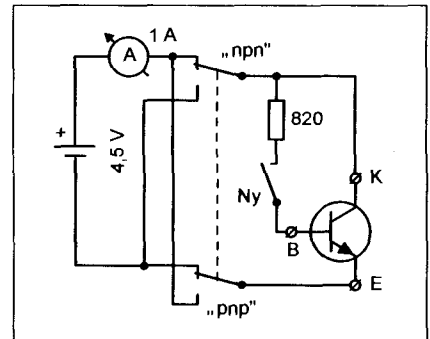
Az alkatrésziacról szinte teljesen eltűntek a nagyteljesítményű huzallellenállások. Időnként, régi raktárak felszámolásakor néhány üzletben kaphatók. Azt javaslom, aki rendszeresen foglalkozik hangerősítők készítésével és/vagy bemérésével, vásároljon néhány nagyteljesítményű huzallellenállást. Az sem baj, ha ezek egyforma értékűek. Vegyes kapcsolással rendszerint összehozható a kívánt érték.

Íme egy példa: 4 db 20 W, 33 Ω-os huzallellenállást forrasztunk párhuzamosan. Az így létrehozott műterhelés 80 W-os és 8,25 Ω-os.

Térjünk vissza a műszeres beállításhoz! A végerősítő bemenetére, a C<sub>32</sub> kondenzátorra a hanggenerátor kimenetét kapcsoljuk, amelynek állása: U<sub>ki</sub> = 80 mV, f = 1 kHz. A műterhelés sarkain oszcilloszkóppal vizsgáljuk a szinusz formájú jelet. Ekkora bemenőfeszültségnél a kimenőteljesítmény kb. 1 W. Akkor nyugalmi áramot kell beállítani a P<sub>16</sub> potenciométerrel, hogy eltűnjön az ún. keresztvezési torzítás. (Ez a nulltengely közelében lévő szétcsúszás, megtérés, ami akkor jön létre,



31. ábra. A hangszererősítő tápvezetékeinek bekötése



32. ábra. Tranzisztorválogató kapcsolás

amikor kicsi a nyugalmi áram.) Ez után a generátor frekvenciáját 10 kHz-re kapcsoljuk. Előfordul, hogy ennél a frekvenciánál megjelenik a fent leírt torzítás. Ilyenkor a P<sub>16</sub> állításával növelni kell a nyugalmi áramot.

Aki rendelkezik torzításmérővel, felveheti a végerősítő jeleket (harmonikus) torzítását a teljesítmény függvényében.

A műterhelés sarkaira hangfrekvenciás voltmérőt, oszcilloszkópot, torzításmérőt kapcsolunk. A hanggenerátor frekvenciája 1 kHz. A hanggenerátor kimenőfeszültségének változtatásával állítjuk be a teljesítményértékeket. A mérést megismételjük 40 Hz-en és 16 kHz-en. A kapott eredménynek – jó közelítéssel – egyeznie kell a 33. ábrán látható görbékkel.

### A kivezérélésjelző kalibrálása

Ehhez a méréshez olyan hanggenerátor szükséges, amelynek kimenőfeszültsége eléri a 30 V-ot. Ezt a feltételt a régi elektroncsöves műszerek teljesítették, pl. a közel 25 éven át gyártott EMG-1113 típusú elektroncsöves (Wien-hidas) hanggenerátor... Sajnos az újabb gyártású, félvezetős generátorok kimeneti feszültsége csupán néhány volt körüli érték.

Áthidaló megoldás az 50 Hz-es feszültséggel történő kalibrálás. Keresünk olyan transzformátort, amelynek szekunder feszültsége 28...30 V. (Pl. két pákatrafó szekunder tekerese fázishelyesen sorosan.) Erre kapcsolunk 10 kΩ, 3 W-os huzalpotenciometert. A csúszkáját a teljesítménykijelző bemenetére, a potenciométer szélét a testpontra kötjük. A csúszka és a test között váltakozó feszültséget mérünk, s 9 V-ot állítunk be. A P<sub>17</sub> potenciometert addig esavarjuk, amíg a D<sub>7</sub> LED kigyullad. A bemenőfeszültséget 12,7 V-ra állítjuk. A D<sub>8</sub> LED kigyújtását beállítjuk a P<sub>18</sub> potenciométerrel. A 60 W teljesítményt jelző LED<sub>9</sub> gyújtását a P<sub>19</sub>, míg a 80 W-nak megfelelő LED<sub>10</sub> gyújtását a P<sub>20</sub> potenciométerrel állítjuk be. A 60 W-hoz 22 V, míg a 80 W-hoz 25,3 V bemenőfeszültség tartozik.

Természetesen más bontásban is kalibrálhatjuk a teljesítménykijelzőt. A referenciafeszültség 5,6 V (D<sub>6</sub> dióda). Ebből következik, hogy a legkisebb kijelzett teljesítmény 5 W lehet. Az egyes teljesítményekhez tartozó feszültségértéket a következő képlettel számolhatjuk:

$$U = \sqrt{P \times R},$$

ahol U voltban, P wattban, R ohmban értendő.

### A tremoló élesztése, bemérése

Az áramkörre 24 V-os egyenfeszültséget kapcsolunk. Egyenfeszültséget mérünk a C<sub>24</sub> elektrolitkondenzátor sarkain. Ez az érték a tápfeszültség fele kell legyen. Ugyanezt a feszültséget kell mérnünk az IC-k kimeneti pontján.

Következő lépés a Wien-hidas oszcillátor beállítása. Oszcilloszkóppal mérünk az IC<sub>6</sub> műveleti erősítő kimenetén. A P<sub>10</sub> trimmerpotenciométerrel beállítjuk a szinuszos hullámformát. Oszcilloszkóp híján hangfrekvenciás voltmérővel mérünk a megadott ponton, a trimmerrel 1 V effektív értékű feszültséget állítunk be. Ügyeljünk arra, hogy olyan műszerrel mérjünk, amely alacsony frekvencián is számottevő szintesés nélkül működik. Megkönnyíti a mérést, ha a P<sub>7</sub> potenciométerrel magasabb frekvenciára állítjuk az RC-generátort.

A modulátor bemérése a következő sorrendben történik. A test és a P<sub>12</sub> csúszkája közé DC-műszert kapcsolunk. A potenciométerrel 0,9 V-ot állítunk be. A P<sub>11</sub> (a modulációs mélységet állító potenciométer) csúszkáját a testre esavarjuk. Hanggenerátorból

## INCOMP Electronics Elektronikai alkatrész kis- és nagykereskedelem

2120 Dunakeszi, Fő út 35. Tel.: 27/342-407  
Nyitva: hétköznap 9.00–17.00 óráig

Fax: 27/341-601 E-mail: [incomp@dunaweb.hu](mailto:incomp@dunaweb.hu)  
Postai utánvételes csomagküldés

Raktárról kínálunk több ezerféle elektronikai alkatrészt.

IC-k, ellenállások, kondenzátorok, diódák, tranzisztorok, LED-ek, kvarcok stb. nagy választékban. SMD kivételben is.  
Internet címünkről [www.incomp.hu](http://www.incomp.hu) online keresést és rendelési lehetőséget!

**COM MED TRADE KFT**  
TÁPEGYSÉG-CENTRUM



**MÁR**  
11.976.-Ft -tól

EVE-UNIVERZÁL SZERVIZ  
JAVÍTÁS KALIBRÁLÁS

COMMED TRADE KFT T 222-7000  
1074 Budapest Vörösmarty u 3/a  
[Http://www.commed.hu](http://www.commed.hu)

**ElektroArt Bt**

ElektroArt Bt.  
**Elektronikai Alkatrészbolt**

5900 Orosháza  
Kossuth u.6-8.

☎ 68/411-638  
Mobil: 20/9618-955

Online bolt:  
[www.elektroart.hu](http://www.elektroart.hu)

**H & M**  
**T R A F O Kft.**

4400 Nyíregyháza,  
Derkovits u. 132-136.  
Tel./fax: 06-42-422-024  
[hmtrafo@axelero.hu](mailto:hmtrafo@axelero.hu)  
[www.hmtrafo.hu](http://www.hmtrafo.hu)

**Híradásipari**  
**TRANSZFORMÁTOROK**

hálózati, kimenő, tojtó,  
szűrő tekercsek,  
toroid, M, EI, ferrit  
kivitelben



100 mV, 1 kHz-es jelet adunk a modulátor bemenetére. A  $K_2$  kapcsoló ekkor az 1-es állásban van. A kimeneten mérünk oszcilloszkóppal vagy hangfrekvenciás voltmérővel. A  $P_{11}$  potenciometert felcsavarjuk. Oszcilloszkóppal ellenőrizzük a jelalakokat különböző modulációs mélységek esetén. A 9. ábrán a modulált kimenőfeszültség látható.

### A torzító bemérése

A  $K_2$  kapcsolót a 3. állásba helyezzük. Hanggenerátorból 1 kHz, 80 mV-os jelet adunk a  $K_2$  kapcsoló gyűjtősinére. Oszcilloszkóppal mérünk a torzító kimenetén. A  $P_8$  potenciometert a minimális erősítésből csavarjuk a maximális felé. Minimális erősítés állásban 240 mV-os, szinuszos formájú jelet kell látnunk az oszcilloszkóp képernyőjén.

Növeljük a fokozat erősítését. Amikor a kimenőjel amplitúdója eléri a  $\pm 600$  mV-ot, elkezdődik a vágás. Kis bemenőjelnél szinuszos, közepesenél trapéz-, míg nagy bemenőjel esetén négy-szög hullám formájú jelet láthatunk. A mérési pont az  $IC_7$  kimenete (a 6-os lába).

A kimenetre hangfrekvenciás voltmérőt kapcsolunk. A torzító bemenetére továbbra is 1 kHz-es, 80 mV-os feszültséget adunk. A  $P_8$  potenciométer a minimális erősítés állásban van. A  $P_9$  potenciometert olyan helyzetbe hozzuk, hogy a hangfrekvenciás voltmérő 80 mV-ot mutasson.

### A gitár-előerősítő, hangszínszabályozó és keverő élesztése, bemérése

Egyenfeszültséget mérünk a  $C_{16}$  elektrolitkondenzátor sarkain, amelynek nagysága 12 V. Az  $IC_3$  és az  $IC_4$  kimenetén szintén 12 V-ot kell mérnünk. A keverő ( $T_2$  és  $T_3$ ) kollektorfeszültsége  $14 \pm 2$  V.

A hangszínszabályozó karakterisztikája maximális emelés, ill. vágás állásban a 4. ábrán látható. Amennyiben az RC-elemek értékei az előírtak, mérésnél ezt a karakterisztikát kapjuk. Tapasztalataim szerint a potenciométerek értékét célszerű ellenőrizni, mivel 20%-os (vagy ennél nagyobb) eltérések igen gyakoriak. Pl. 100 k $\Omega$ -os névleges értékű potenciométerek között találtam 75 k $\Omega$ -ost, volt már 130 k $\Omega$ -os is. A régebbi gyártású magyar, cseh-

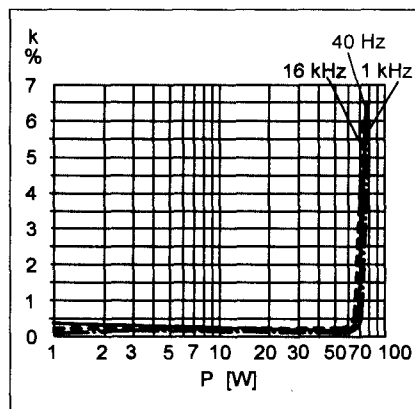
szlovák, keletnémet potenciométerek lényegesen jobbák voltak!

A gitárhangszedők kimenőfeszültsége típusonként változik. A drágább hangszerek pick-upjai nagyobb feszültséget adnak le. Ezzel ugyanis jelentősen javul a jel/zaj viszony. Amennyiben nagy az erősítés, az  $R_{17}$  ellenállás értékét kell csökkenteni, ami egyszerűen kiszámolható a fokozat ismertetésénél leírt képlet szerint. Másik megoldás, ha trimmerpotenciometert forrasztunk az  $R_{17}$  ellenállás helyére, s ezzel beállítjuk a szükséges erősítést; kiforrasztjuk, értékét lemérjük, majd ekkora ellenállást építünk be.

### A mikrofonerősítő és a hangszínszabályozó bemérése

Egyenfeszültséget mérünk a  $T_1$  kollektorán:  $12 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$ . Nagyobb eltérés esetén értelemszerűen módosítjuk az  $R_1$  ellenállás értékét. (Nagyobb kollektorfeszültségnél csökkentjük, kisebbnél növeljük.) Az  $IC_1$  kimenetén azt az egyenfeszültséget kell mérnünk, mint amit a  $T_1$  kollektorán mértünk. A  $C_7$  elektrolitkondenzátor sarkain, valamint az  $IC_2$  kimenetén is 12 V-nak kell megjelennie. A hangszínszabályozóra ugyanazok vonatkoznak, amit a gitár-csatornánál leírtam.

A 34. ábrán vázlatosan összefoglaltam az erősítőben alkalmazott félvezetők tokrajzát, s azok lábkiosztását.

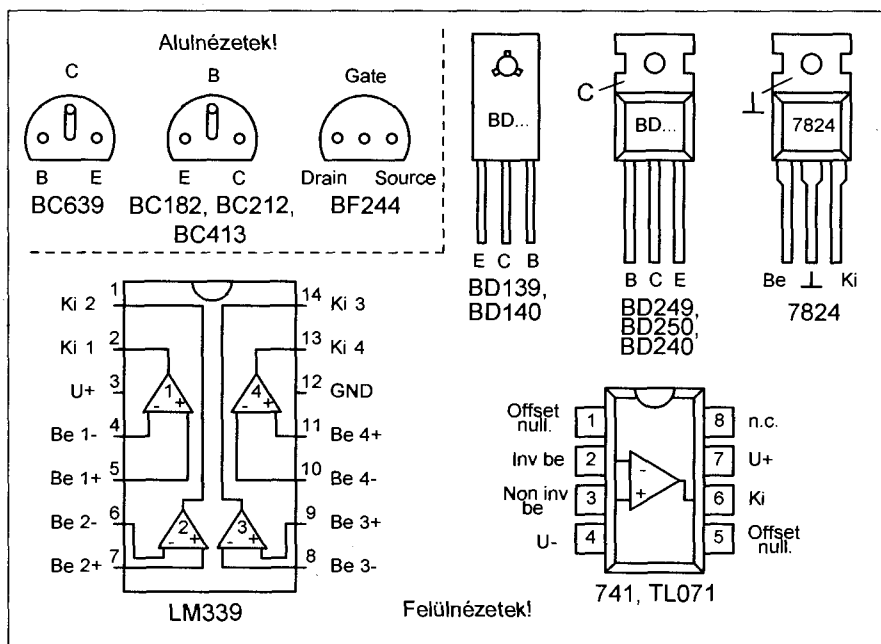


33. ábra. A végerősítő jelalaktorzítási különböző frekvenciákon, a kimenőteljesítmény függvényében

Végezetül néhány tanács az erősítő használatához.

A hangszererősítőt védőföldes konnektorból tápláljuk, amint arra a 13. ábrán szemléltethető, 230 V-os hálózati bemenetet is talál!

Ha valamelyik csatornát nem használjuk, annak hangerőszabályozó potenciométerét csavarjuk le, így nem kerül zaj a keverőre. Két csatorna (gitár, mikrofon) használatánál csatornánként beállítjuk a hangszint (magas, mély), majd a hangerőszabályozó potenciométerrel a kívánt hangerőarányt. A kimenőteljesítményt a végfok előtt lévő  $P_6$  pozíciójelű potenciométerrel állítjuk be.



34. ábra. A félvezetők lábkiosztása

# Négyszöggenerátor, hangfrekvenciás erősítők méréséhez

Plachtovics György, gyorgy.plachtovics@mail.somos.hu

A cikkben ismertetett jelgenerátor hasznos tagja lehet a hangtechnikával foglalkozó szakemberek műszerparkjának. Akinek van hanggenerátora, hangfrekvenciás millivoltmérője, oszcilloszkópja, esetleg torzításmérője, az igen sok féle mérést tud elvégezni. Ezek közül néhány: jelalaktorzítás különböző frekvenciákon a teljesítmény függvényében, jelalaktorzítás adott teljesítményen a frekvencia függvényében, frekvenciaátvitel adott kimenőteljesítménynél, kimeneti ellenállás a frekvencia függvényében stb.

Manapság, s néhány éve már, a kereskedelmi forgalomban lévő híradástechnikai termékek egy jelentős részének specifikációja – enyhén szólva – csapnivaló. A több tízezer forintos termékek kimenőteljesítményét megadják, de a hozzá tartozó jelalak- (k) és intermodulációs (IM) torzításról hallgatnak. A kimenőteljesítményről sem lehet tudni, hogy szinuszos vagy csúcs (zenei) teljesítmény. A középkategóriás termékeknel gyakori, hogy a hálós

zatról (230 V) felvett teljesítmény lényegesen kisebb, mint a hangszórókra megadott kimenőteljesítmény. Íme az „energiatermelés” ázsiai módra!

Az alacsony jelalaktorzítású hangerősítők általában alacsony intermodulációs torzítást produkálnak. Az intermodulációs torzítás nagysága az erősítő áramköri felépítésétől függ. Félvezető erősítőknél a szimmetrikus, komplementer végfokok intermodulációs torzítása lényegesen kisebb, mint a „fapados” kvázikomplementer testvéreiké.

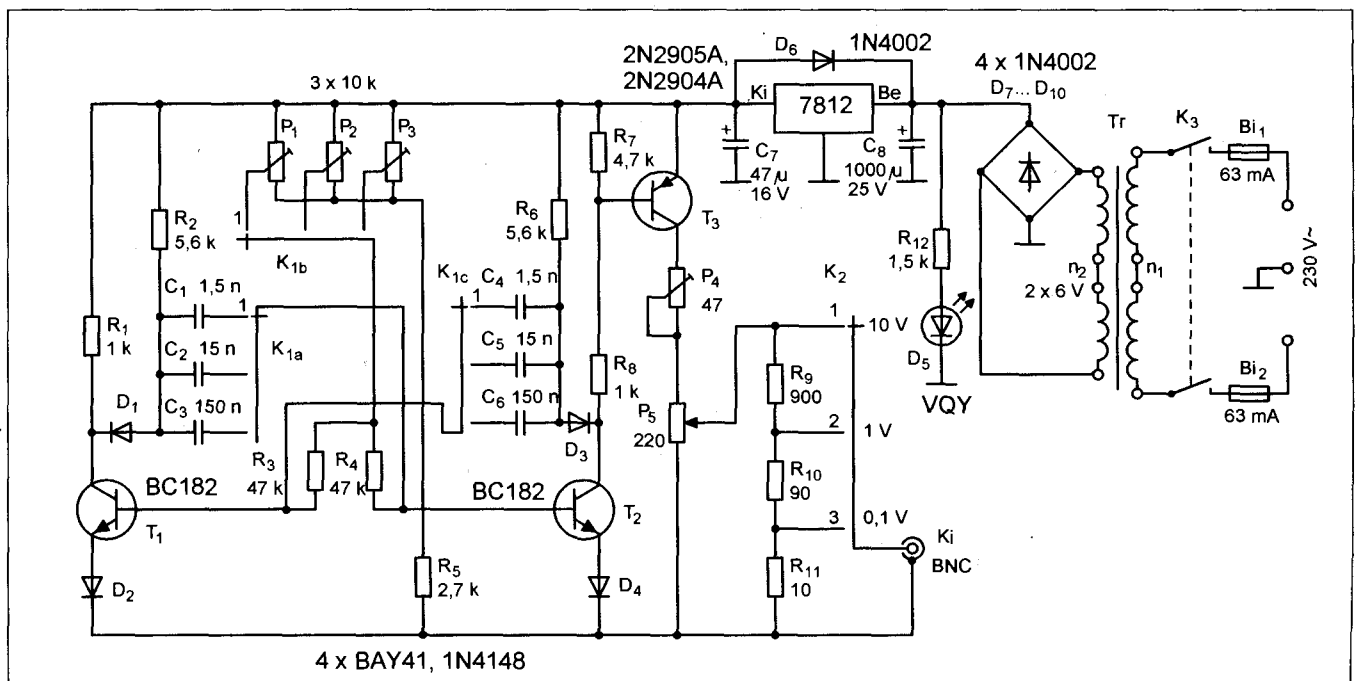
Az elektroncsöves erősítőknél a csövek munkapontja, a kimenőtranszformátor paraméterei, valamint az áramköri megoldások szabják meg a jelalak- és az intermodulációs torzítás nagyságát. Az intermodulációs torzítás mérése a következő.

A mérendő erősítő bemenetére két különböző frekvenciájú és amplitúdójú jelet vezetünk, majd mérünk az erősítő kimenetén. Kiszűrjük a két alulfrekvenciát, mérjük a létrejövő kombiná-

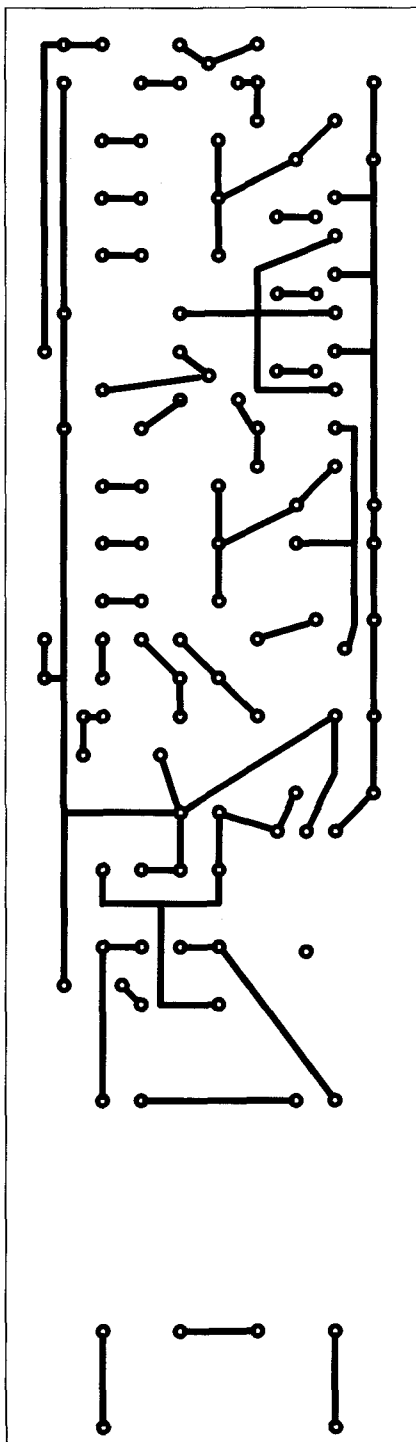
ós frekvenciák összességét. Ehhez a méréshez már komoly műszerpark szükséges (szelektív szűrős voltmérő vagy hangfrekvenciás analízátor stb.).

Kompromisszum a négyszögjeles mérés. A négyszögjeles vizsgálati módszert a hazai ORION fejlesztőgárdája dolgozta ki az 1940-es évek közepén. Abból indultak ki, hogy a négyszögjel az alulfrekvenciáján túl számtalan sok harmonikkussal is modellezhető. Az élőhang erősítése is hasonló. Nem csupán szinuszos jelet erősítünk (ahogy mérjük a jelalaktorzítást), hanem különböző frekvenciák keveredését. Gondoljunk csak egy egyszerű dolgra. A normál „á” hang (440 Hz) teljesen másképpen szól egy gitáron, hegedűn, zongorán, vagy pl. szaxofonon, trombitán. A különböző hangzás oka az, hogy az alulfrekvencián kívül más arányban jelennek meg a harmonikusok.

Visszatérve a négyszögjeles méréshez, a következőket állapíthatjuk meg. A négyszögjeles mérés hasonló az in-



1. ábra. A négyszöggenerátor kapcsolási rajza



2. ábra. A négyszöggenerátor nyákrajza

termomodulációs méréshez, mert több frekvencia együttes átvitelét vizsgáljuk. A négyszögjeles mérés természetesen pontatlanabb, de kellő információt nyújt az erősítő átviteléről, frekvenciamenetéről. Némi gyakorlattal felismerhető, hogy a négyszögjel változása milyen áramkörüi hiányosságokra

kat takar. A mérendő végerősítő bemenetére a négyszöggenerátor jelét kapcsoljuk. A kimenetre műterhelést kapcsolunk, utóbbi sarkain oszcilloszkóppal mérünk. A katódsugárcsővön megjelenő képből értékelhetjük az erősítő tulajdonságait.

A négyszöggenerátor három (esetleg több) frekvencián működik, amelyet kapcsoló segítségével választhatunk ki. A kimeneti amplitúdót folyamatosan potenciométerrel, szakaszosan pedig – 20 dB-es lépésekben – kapcsolóval változtatjuk.

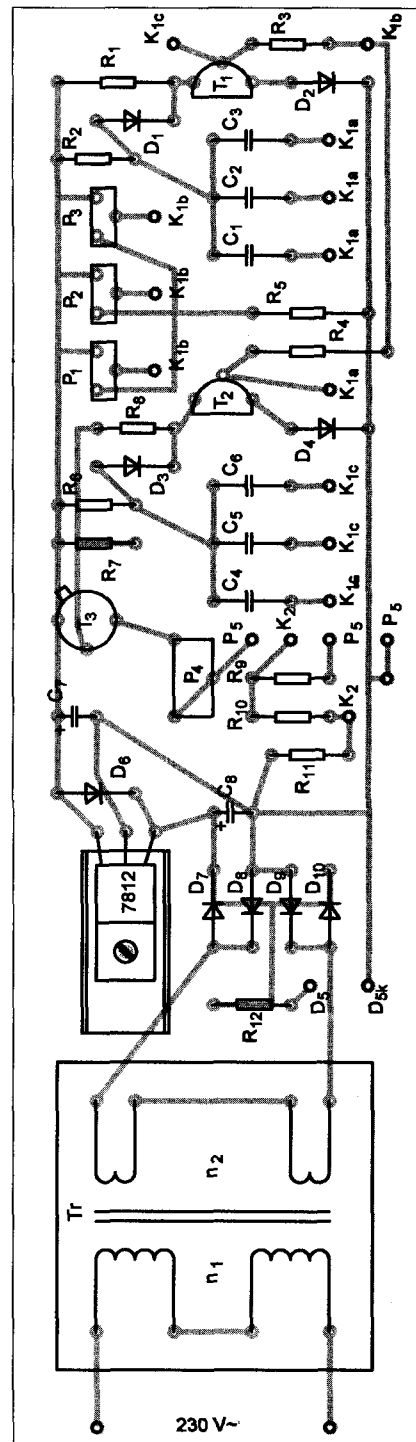
Műszaki adatok	
Frekvencia	100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, kapcsolóval állítható
Kimenő-feszültség	potenciométerrel 0 és 10 V között folyamatosan szabályozható; kapcsolóval három állásban, 20 dB-es lépésköben tovább osztható
Fel- és lefutási idő 90%, ill. 10%-os amplitúdóra	3...5 ms

A generátor kapcsolási rajzát az 1. ábra szemlélteti.

A rezgéskeltő lényege a  $T_1$  és a  $T_2$  tranzisztorral felépített asztabil multivibrátor. A különböző rezgési frekvenciákat a  $K_1$  kapcsolóval állítjuk be, növekvő értékű kondenzátorokkal. A kalibrálás (a kívánt frekvencia beállítása) a  $P_1$ , a  $P_2$  és a  $P_3$  potenciométerrel történik. Az asztabil multivibrátor tranzisztorai azonos munkaponti beállításban működnek, a szimmetrikus felépítés eredményének köszönhetően az áramkör hő- és tápfeszültség-változásra csak kevésbé érzékeny. A  $D_2$  és a  $D_4$  dióda feladata a  $T_1$ , ill. a  $T_2$  tranzisztor EB-átmenetének védelme.

(A szilícium alapanyagú tranzisztorokra a megadott emitter-bázis zárófeszültség határértéke típusától függően 5 és 7 V körüli. Amennyiben a multivibrátort működtető tápfeszültség ennél nagyobb, akkor az éppen zárásba kerülő tranzisztor emitter-bázis átmenete átütethet.

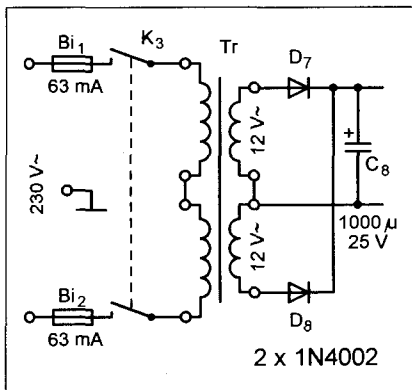
Esetünkben a tápfeszültség 12 V. Ez azt jelenti, hogy a zárásba vitt tranzisztor bázisára –12 V-os „ugrás” kerül. Az emitter és a föld között lévő szilícium diódák megvédik az EB-átmenetet az átütéstől. A szilícium alapanyagú tranzisztorok EB-átmenete zá-



3. ábra. A négyszöggenerátor alkatrész-beültetési rajza

rófeszültség irányában a Z-diódákhoz hasonló karakterisztikát produkál. A fellépő zárófeszültség által létrehozott áram rendszerint nagyobb, mint amit a tranzisztor elvisel, így néhány heti működés után az EB-átmenet roncsolódik, a tranzisztor tönkremegy. Ez utóbbi néhány sort azoknak a konstruktőröknek





4. ábra. A kétutas egyenirányítás – másként

ajánlom szíves figyelmébe, akik erre az effektusra ezidáig nem figyeltek...)

Amikor a  $T_1$  tranzisztor bázisára negatív feszültség jut, a  $D_2$  dióda lezár. Hasonlóan működik a  $D_4$  dióda is.

A kimenőfeszültség felfutási idejének csökkentésére a  $D_1$ ,  $R_2$ , valamint a  $D_3$  és  $R_6$  szolgál. Ha a például a  $T_1$  tranzisztor éppen lezár, akkor a kollektorfeszültsége a tápfeszültségig emelkedik.

A terhelés következtében az  $R_2$  segéd-kollektorellenállás feszültsége a  $C_1...C_3$  kondenzátoron keresztül éppen olyan lassan növekszik, mint az előző áramköré. Ez azonban nincs hatással a kimeneti feszültség menetére, mert a  $D_1$  dióda lezár, s ezzel az  $R_2$  segéd-kollektorellenállást leválasztja az  $R_1$  kollektorellenállásról.

Ha a  $T_1$  tranzisztor ismét kinyit, akkor a kimeneti (kollektor-) feszültség csökken. Erre a  $D_1$  dióda kinyit, az  $R_2$  feszültsége csökken. Ugyanez játszódik le a multivibrátor másik oldalán, a  $T_2$  tranzisztornál.

A négyszögjel kicsatolása a  $T_3$  tranzisztoron át történik. A  $T_3$  bázisa galvanikusan kapcsolódik – az  $R_8$  ellenálláson keresztül – a  $T_2$  kollektorához. Az  $R_7$  ellenállás a  $T_3$  tranzisztor határozott lezárását segíti elő. A maximális kimenőjelet a  $P_4$  trimmerpotenciométerrel állítjuk be.

A kimenőjel amplitúdója a maximum és a nulla között a  $P_5$  potenciométerrel szabályozható. A potenciométer csúszkájához kapcsolódik a háromállású kimeneti osztó. A  $K_2$  kapcsoló egyes lépései 20 dB-lel csökkentik a kimenőfeszültséget.

A  $P_5$  potenciométer felcsavart állásában, a  $K_2$  kapcsoló 1-es állásában 10 V, 2-es állásában 1 V, 3-as állásában 0,1 V a kimenőfeszültség.

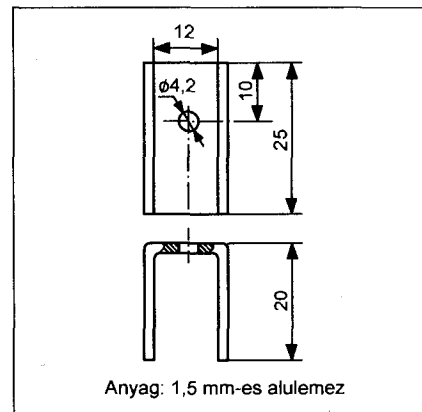
A tápegység egyszerű felépítésű. A hálózati feszültség az olvadócsöves biztosítókon és a  $K_3$  kapcsolón át a hálózati transzformátor n1 (primer) tekercsére kerül. Az n2 szekunder tekercs letranszformált feszültsége a  $D_7...D_{10}$  diódákból kialakított Graetz-hídra jut. A pulzáló egyenfeszültség szűrését a  $C_8$  elektrolitkondenzátor végzi. A tápfeszültség jelenlétét, a generátor üzemkésztségét a  $D_5$  LED fénye jelzi. A LED áramát az  $R_{12}$  ellenállás állítja be.

A 7812 típusú integrált áramkör kimenetén stabil 12 V egyenfeszültséget nyerünk. A négyszögjel-generátor áramfelvétele csekély, így a stab-IC számára viszonylag kis hűtőfelület is elegendő. A rezgékeltő fokozat ( $T_1$  és  $T_2$ ) igazából nem igényel stabilizált tápfeszültséget; az úgynevezett telített logikájú astabil multivibrátor a tápfeszültség változásaira (egy bizonyos határig) érzéketlen.

A stabil tápfeszültség a kimenőfokozat ( $T_3$ ) miatt szükséges. Ez a tranzisztor földelt emitteres kapcsolásban működik. A kollektorán létrejövő négyszögjel amplitúdója  $U_{T-UC_{Esat}}$ . Könnyen belátható, hogy ha változik a tápfeszültség, akkor változik a kimenőfeszültség amplitúdója is.

### Megépítés, bemérés

A négyszögjel-generátor nyomtatási rajza a 2. ábrán, az alkatrészek beültetési rajza pedig a 3. ábrán látható. A  $K_1$  kapcsoló háromállású, háromáramkörös, forgótárcsás típus, a szerkesztőségi HAM-bazárban is kapható. (A teljes, aktuális kínálatot a *Rádiótechnika* havi számai közlik; www.radiotechnika.hu) A  $C_1...C_6$  kondenzátor poliészter vagy polikarbonát dielektrikumú legyen. Az ellenállások 0,6 W terhelhe-

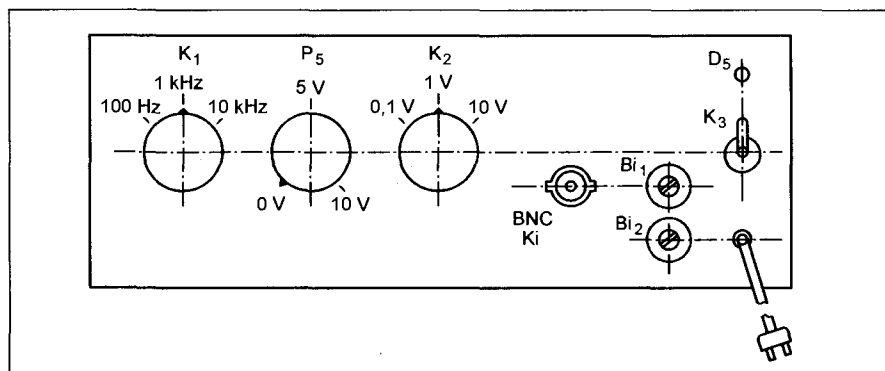


5. ábra. A feszültségstabilizátor hűtőlemeze

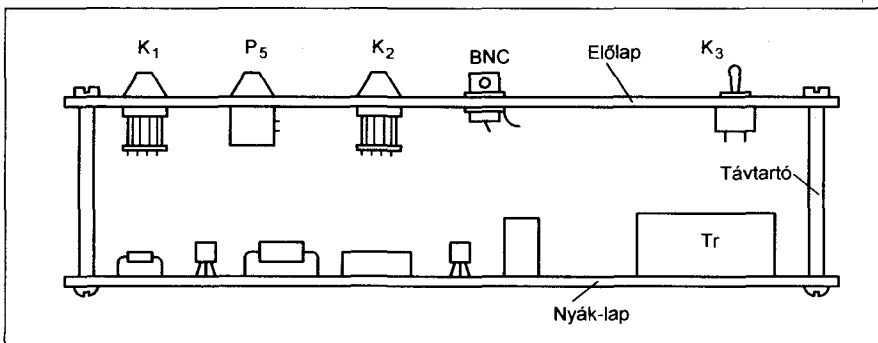
tőségűek. Az összes trimmerpotenciométer PIHER gyártmányú. A  $P_4$  teljesítménye 0,5 W vagy ennél nagyobb legyen! A  $P_5$  potenciométer szén- vagy fémréteg kivitelű, lineáris („A” jelű) karakterisztikájú, a teljesítménye 1 W. A  $K_2$  kapcsoló háromállású, egyáramkörös, szintén forgótárcsás kivitelű. A hálózati transzformátor nyákba ültethető, műgyantával kiöntött. Szekunder tekercsének névleges feszültsége  $2 \times 6$  V. Ha  $2 \times 12$  V-os szekundertekercsű transzformátor áll rendelkezésünkre, akkor az egyenirányítót a 4. ábra szerint építhetjük meg; természetesen ebben az esetben módosítani kell a nyomtatási rajzot is.

A feszültségstabilizátort a biztonság kedvéért hűtőlemezre szereljük, amelyet az 5. ábra szemléltet. A hűtőfelület és az integrált áramkör alaplapja közé vékony szilikonpaszta-réteget kenünk, ez javítja a hőátadást.

A műszer előlapja 2 mm-es félkemény vagy kemény alulemez. Erre szereljük a  $K_1$  (frekvencia), a  $K_2$  (kimeneti amplitúdó) és a  $K_3$  (hálózati) kapcsot.



6. ábra. A készülék előlaprajza – vázlatosan



7. ábra. A generátor felülnézeti vázlata

lót. Ugyancsak az előlapon található a  $P_5$  (folyamatos amplitúdó) potenciométer, BNC-aljzat (kimenőjel) és a bekapcsolást jelző  $D_5$  LED. Az előlap javasolt kiosztása, az egyes alkatrészek elhelyezése a 6. ábrán található. Az előlaphoz négy távtartóval rögzítettem a nyák-lapot. A készülék felülnézeti vázlatos rajza a 7. ábrán látható.

Az elektromos élesztést a tápegységgel kezdjük. Zárjuk a  $K_3$  kapcsolót, a  $D_5$  LED-nek világítania kell. Feszültséget mérünk a  $C_8$  elektrolitkondenzátor sarkain; itt – transzformátortól függően – 18...28 V kell, hogy legyen. A  $C_7$  sarkain 12 V  $\pm 0,5$  V a helyes érték.

Sajnos egyes hazai gyártású transzformátorok üresjáratú feszültsége lényegesen nagyobb, mint amit a burkolaton feltüntetnek. Megmértem a Vas-és Műszeripari Szövetkezet által gyártott 3,5 VA-es,  $1 \times 12$  V szekunderfeszültségű transzformátort. Az üresjáratú feszültség 16,6 V. A szekundert 100 mA-ral terhelve, a tekercs sarkain 14,3 V mérhető. A névleges, 12 V-os feszültség 200 mA-es terhelőáramnál áll be. Hasonló eredményt produkált a Puskás Tivadar Műszer- és Gépipari Szövetkezet által gyártott transzformátor is...

Jelen esetben nincs igazán jelentősége, hogy mekkora feszültséget mérünk a  $C_8$  sarkain. Amennyiben az előbbiekben megadott (18...28 V) tartományban van a feszültség, a készülék működni fog.

A generátor kimenetén a feszültségek kalibrálása a következő sorrendben történik.

A  $T_1$  tranzisztor bázisát a testre kötjük, ezzel leállítjuk a multivibrátor rezgését. A  $T_2$  kinyit az  $R_4$  ellenálláson keresztül folyó bázisárama hatására, s a kollektora a földpotenciálra kerül. Az  $R_8$  ellenálláson át bázisáram folyik a  $T_3$

tranzisztorba, amely kinyit. Kollektorán pozitív feszültség jelenik meg, amelynek nagysága  $U_T - U_{CEsat}$ . Egyenfeszültséget mérünk (analóg műszer 10 k $\Omega$ /V, vagy digitális multiméter) a kimeneti BNC-n. A  $P_5$  potenciométert felcsavarjuk, a  $K_2$  kapcsolót 10 V-os (1. állás) pozícióba helyezzük. A  $P_4$  trimmerpotenciométerrel 10 V-ot állítunk be.

A  $K_2$  kapcsoló 2. állása esetén 1 V-ot, a 3. állása esetén 0,1 V-ot kell mérnünk. (A leosztott feszültségek pontossága az osztóban lévő  $R_9$ ,  $R_{10}$  és  $R_{11}$  ellenállástól függ.)

Célszerű a  $P_5$  potenciométer feszültségelosztását skálázni. A  $K_2$  kapcsolót 1-es, azaz 10 V-os állásba tesszük. A potenciométer csúszkáját a föld felé csavarva, voltonkénti lépcsőben jelöljük az egyes feszültségeket.

Következő lépés a rezgési frekvenciák beállítása. Le vesszük a rövidzárt a  $T_1$  tranzisztor bázisáról. A multivibrátor rezegni kezd. Oszilloszkóppal mérünk a kimeneten; ehhez olyan szkóp szükséges, amely kalibrált időalappal rendelkezik. A  $K_1$  kapcsoló három különböző állása értelmében:

- 1. állás,  $f = 10$  kHz; a  $P_1$  potenciométerrel 0,1 ms periódusidőt állítunk be,
- 2. állás, 1 kHz;  $P_2$  1 ms,
- 3. állás, 100 Hz;  $P_3$  10 ms.

### A négyszögjel-generátor használata

A négyszögjeles mérésekhez oszcilloszkóp szükséges. A mérendő erősítő bemenetét csatlakoztatjuk a négyszög-generátor kimenetéhez. A  $P_5$  potenciométerrel és a  $K_2$  kapcsolóval beállítjuk a kimenőjel nagyságát. Az erősítő kimenetére műterhelést kapcsolunk, ennek sarkain mérünk oszcilloszkóppal.

A végerősítőt először a névleges kimenőteljesítmény felénél mérjük, s a 100 Hz-es négyszögjelet értékeljük. A felés a lefutásnak folyamatosnak kell lennie, nem lehet betörés.

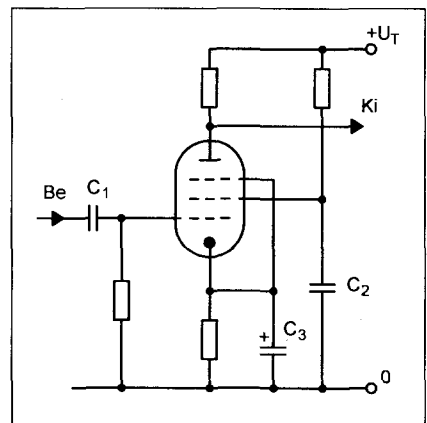
A szkóp ernyőjén a négyszögjel tetőzése a mélyhangok átviteléről ad tájékoztatást. Minél nagyobb a tetőzés, annál rosszabb az alacsonyfrekvenciás átvitel. Elektroncsöves erősítőkben ezt a hibát a rácsköri RC-tagok kis időállandója okozza. A kis kapacitású katód-kondenzátor is jelentősen rontja a mélyátvitelt.

Amennyiben pentóda is van a feszültségerősítő fokozatban, úgy ennek segéd- $r_{cs}$ hidegítő-kondenzátorától, valamint katód-kondenzátorától is függ az alacsonyfrekvenciás átvitel. Amikor igencsak öreg, de márkás erősítőket javítunk, s a mélyhangátvitel nem teljesíti az eredeti specifikációt, akkor cseréljük ki az összes katód-kondenzátort, mert ezek vélhetően kiszáradtak, a kapacitásuk lecsökkent.

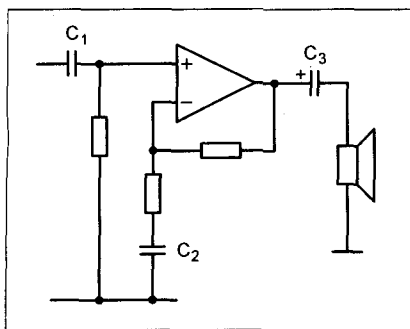
A 8. ábrán látható egy pentódás feszültségerősítő fokozat kapcsolási rajza. A mélyátvitelt befolyásoló kondenzátorok a következők: a rácsköri  $C_1$ , a segéd- $r_{cs}$ hidegítő  $C_2$ , valamint a katódköri  $C_3$ . Többfokozatú erősítőnél az átviteli hiba halmozódik, ilyenkor érdemes fokozatonként vizsgálni a jel torzulását.

Tetőzést okozhat a rosszul méretezett kimenőtranszformátor is. Az alacsony primerindukció rossz mélyhangátvitelt eredményez. Az alacsony primerindukció a kevés primermenet-számból és/vagy a kis vasmagkeresztmetszetből adódhat.

A félvezető végerősítők túlnyomó része alig tartalmaz csatoló-kondenzá-



8. ábra. Pentódás erősítőfokozat mélyhangátvitelét befolyásoló kondenzátorok



9. ábra. Félvezetős erősítők mélyhangátvitelét befolyásoló kondenzátorok

tort. Ezek négyszögjeles vizsgálata jobb eredményt ad, mint az elektroncsöves elődjeiké. Amennyiben nagyobb tetőesést látunk az oszcilloszkóp képernyőjén, akkor a  $C_1$  bemeneti kondenzátor, valamint a visszacsatoló körben lévő  $C_2$  s a kimeneten lévő  $C_3$  kondenzátor kapacitását célszerű növelni (9. ábra).

Jónak tekinthető egy végerősítő mélyhangátvitele, ha a 100 Hz-es négyszögjelnél a tetőesés 18...20%, ami kb. 2 dB-es szintesésnek felel meg.

Névleges kimenőteljesítménynél vizsgálva oszcilloszkópon a kimenőjelet, lényegesen nagyobb tetőesést tapasztalunk. Ennek oka a következő.

Amikor nincs kimenőjel, a tápegység kondenzátorai közel a csúcshőmérsékletig töltődnek fel. Tartós kivezérlésnél a kondenzátorokon mérhető feszültség csökken. Ennek oka, hogy a tápegységből felvett áram megnőtt, a transzformátor belsőellenállásán, valamint az egyenirányító diódák nyitóirányú ellenállásán így nagyobb feszültség esik.

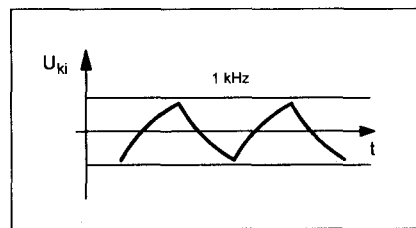
Névleges kimenőteljesítménynél mérve az erősítőt, célszerű ellenőrizni

a gerjedékenységet. Összehúzzuk az oszcilloszkóp időalapját úgy, hogy 3...4 periódus legyen látható. Figyeljük, hogy nincs-e alacsonyfrekvenciás infragerjedés. A túlzottan nagy negatív visszacsatolású elektroncsöves erősítők tipikus hibája az alacsonyfrekvenciás gerjedés. A szakmai szleng „lihegés”-nek nevezi a jelenséget. A hangszóró membránját figyelve lassú mozgást észlelhetünk. Ezért kell olyan kapcsolást választani, ahol a negatív visszacsatolás nélkül is alacsony a torzítás. A másik „üdvöztető” megoldás több (viszonylag kis értékű) negatív visszacsatolású együttes alkalmazása, több fokozatra kiterjesztve.

Az infragerjedést a négyszögjelek lassú (a szkópon függőleges, azaz Y tengely irányú) mozgásából ismerhetjük fel. Itt jegyzem meg, hogy ez a jelenség bemenőjel nélkül is létrejöhet. Ilyenkor az oszcilloszkóp képernyőjén csak egy vonal látható, amely lassan le-föl mozog. A 10. ábrán bemutatom egy rossz mélyhangátvitelű erősítő kimenetén látható négyszögjelet.

Következő frekvencia, amin mérünk, 1 kHz, itt is először a félteljesítményen. A generátor amplitúdója azonos az előző beállításával. A négyszögjel fel- és lefutásának folyamatosnak kell lennie, nem tartalmazhat betörést. Ha a négyszögjel fel- és lefutása megdől (trapéz alakú jel), akkor rossz a magashangok átvitele.

Ez a következőkből adódhat. Nagy a szerelési kapacitás, amit pl. hosszú, rossz minőségű árnyékolt vezeték okozhat. Az elektroncsöves erősítőknél a hiba fokozottan jelentkezik. A nagy értékű anód- és rácslévezető-ellenállások miatt már néhány száz pikofaradnyi kapacitás vágást okoz. Példának megmértem egy, a kereskedelem-



12. ábra. Nagy teljesítménynél látható sávzélesség-csökkenés képe

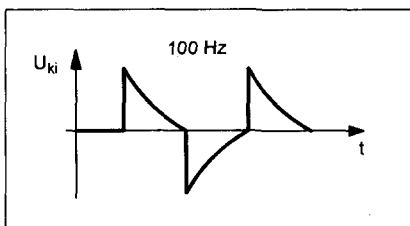
ben kapható hangfrekvenciás árnyékolt vezeték kapacitását: 1 méter hosszú vezetékre 1000 pF feletti értéket mutatott a műszer...

Rossz fel- és visszafutás esetén fokozatról fokozatra haladva deríthetjük ki a hiba okát. A rossz magashangátvitelű négyszögjeles képe a 11. ábrán látható. A teljes teljesítménynél való mérésnél a négyszögjel fel- és lefutási ideje hosszabb lesz. Ez abból adódik, hogy csökken a sávzélesség. A sávzélesség és az erősítés szorzata állandó. Tehát, nagyobb teljesítményhez (mivel a végerősítő erősítése konstans) kisebb sávzélesség tartozik. Ezt szemléltetjük a 12. ábrán.

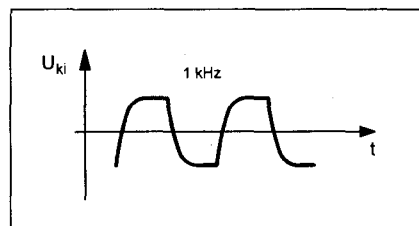
Előfordul, hogy az oszcilloszkóp képernyőjén olyan négyszögjelet látunk, amelynek fel- és lefutásán belengés van. A hibát rendszerint a kimenőtranszformátor okozza. A közép vagy a magas hangok tartományában a transzformátor kiemel: a transzformátor rezonanciájából adódó átviteli hibát a 13. ábra négyszögjelei szemléltetik.

#### Felhasznált irodalom:

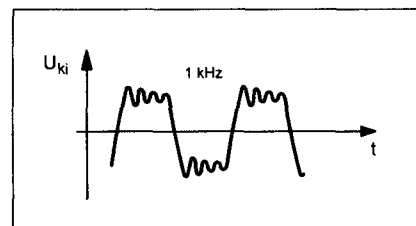
- Demeter Károly: Négyszöggenerátor a mérés technikában
- Tietze-Schenk: Analóg és digitális áramkörök
- Kocsis Miklós: Félvezetős impulzustechnika



10. ábra. Rossz mélyhangátvitelű elektroncsöves erősítő kimenetén szemlélhető négyszögjel



11. ábra. Rossz magashangátvitelű elektroncsöves erősítő kimenetén szemlélhető négyszögjel



13. ábra. Kimenőtranszformátor okozta belengések az erősítő kimenetén



dr. Fábíán Tibor okl. villamosmérnök

## 10 éve történt

– Az 1996. évi fizikai Nobel-díjat – megosztva – *David Morris LEE* (\*1931), *Douglas Dean OSHEROFF* (\*1945) és *Robert Coleman RICHARDSON* (\*1937) amerikai fizikus kapta a  $^3\text{He}$  izotóp szuperfolyékonyságának felfedezéséért.

– Január elsején éjfélkor a tokaji adó a Magyar Televízió 1. programjának sugárzását az OIRT 4 csatornán beszüntette. Március elsejétől az MTV1 műsorát is a PAL színes norma szerint adják.

– Februárban a budapesti internet-kapcsolóközpont („node”) átadásával megindul a MATÁV Rt. kísérleti internet szolgáltatása, a MATÁVnet.

– Az év elején a Las Vegas-i szórakoztatóelektronikai kiállításon bemutatták az első egyoldalas digitális videolemezeket (DVD). Decemberben már a DVD-lejátszók és filmek is megjelentek a japán boltokban. Piacra dobták az újírható CD-t (CD-RW).

– Márciusban meghalt *David PACKARD* (\*1912) amerikai rádiómérnök, a Hewlett-Packard (HP) elektronikai műszergyártó cég egyik alapítója, nyugalmazott elnöke. A vállalatot W. R. Hewlett 1939-ban alapították egy Palo Alto-i garázsban, 538 dollár kezdőtőkével. Első gyártmányuk – Hewlett szabadalma alapján – egy hangfrekvenciás oszcillátor volt.

– Április 18-án létrejött az első élő hazai kísérleti rádióközvetítés az inter-

neten: a Petőfi rádió délutáni adása volt hallható. Az év végén jelentkezett a neten a Broadcast Motel Internet Rádió, a ParaRadio.

– Május végén a Texas Instruments bejelentette, hogy 125 millió tranzisztort állított elő egy kb.  $2\text{ cm}^2$ -es chipen. Az eredményt annak köszönhetjük, hogy a vezetécsík szélességet sikerült  $0,16\text{ }\mu\text{m}$ -re redukálniuk. (Ez 600-szor kisebb, mint az emberi hajszál átmérője.)

– Svédországban négy földfelszíni adóról megkezdődtek az Eureka 147 szerinti DAB adások.

– A Cartographia Kft. kifejlesztette és kiadta első CD-ROM-ját: Budapest multimédiás térképét.

## 25 éve történt

– A fizikai Nobel-díjat *Nicolaas BLOEMBERGEN* (\*1920) holland származású amerikai és *Arthur Leonard SCHAWLOW* (1921–1999) amerikai fizikus a lézerspektroszkópia, *Kai Manne Börje SIEGBAHN* (\*1918) svéd fizikus pedig a nagy felbontóképességű elektronspektroszkópia kifejlesztése terén végzett úttörő munkásságáért kapta.

– Januárban a Magyar Posta üzembe helyezte nyilvános vonalkapcsolt adatátviteli hálózatát a NEC Nedix-510A elektronikus tároltprogram-vezérlésű, időosztásos elvű telex- és adatkapcsoló központra alapozva (innen a rendszer postai neve: „Nedix”). Az első hálózat 200 vonallal üzemelt, a felhasználók a Radio Austria csomópontján át tudtak a nemzetközi hálózatra kapcsolódni.

– Februárban a Minisztertanács tagjai előtt bemutatták a „tévé-újságot”, a teletextet. Az őszi BNV alkalmából első ízben sugároztak a Magyar Televízióból élő, szerkesztett teletext-oldalakat. A fejlesztésben a Magyar Posta, a Budapesti Műszaki Egyetem és a Magyar Távirati Iroda vett részt (1. ábra).

– Márciusban bemutatkozott *Clive Sinclair* (\*1940) skót feltaláló Z80A processzoron alapuló mikroszámítógépe, a ZX81.

– Áprilisban piacra került az Osborne Computer cég által gyártott Osborne-1, az első hordozható számítógép, azaz „ds-laptop”.

– Április 12–16.: a *Columbia* – a világ első űrrepülőgépe – először a világűrben, *J. W. Young* és *R. Crippen* űrhajóssal a fedélzetén.

– Júliusban a Microsoft Inc. 925 ezer dollárért megvásárolta a DOS (Disk Operating System) operációs rendszer jogait a Seattle Computer Products-tól és azt MS-DOS néven kezdte forgalmazni.

– Meghalt *JUHÁSZ István* (\*1894) gépészmérnök, aki testvérével, Zoltánnal 1921-től vezette az egy évvel korábban alapított Gamma Műszaki Rt.-t, a volt Gamma Művek elődjét. A Gammában 1938-tól gyártották a Juhász testvérek szabadalma alapján – a külföldön is nagy sikert aratott – lőelemképzőt, mely egyfajta mechanikai analóg célszámítógép volt.

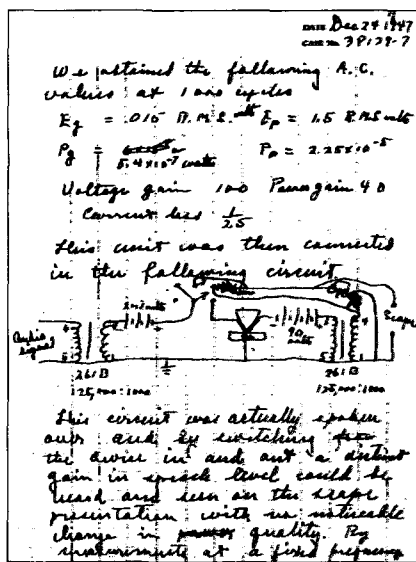
– Augusztusban az IBM bemutatta az „igazi” PC-t. Az IBM-5150 számítógép az Intel 8088 processzorra épült (órajel-frekvenciája:  $4,7\text{ MHz}$ ),  $16\text{...}256\text{ KiB}$  RAM-ja,  $40\text{ KiB}$  ROM-ja és PC-DOS-ra átkeresztelt MS-DOS operációs rendszere volt. Az adattároláshoz kazettás mágnesszalagot használtak. A gép bevezető ára – kiéptéstől függően –  $1565$  és  $5000$  dollár között mozgott.

– Szeptemberben meghalt *Gregory BREIT* (\*1899) orosz származású amerikai fizikus. 1925-ben – M. E. Tuve-val – impulzusmódszer segítségével meghatározta az ionoszféra ionizált rétegeinek a magasságát. A II. világháború idején az amerikai atomprogramot vezette.

– Franciaországban megindul a DGT – a France Telecom elődje – által létesített interaktív videotex (másként teledata) rendszer, a *TELETEL*, melyet a telefonkönyv pótlására találtak ki. A telefonhálózatra csatlakozó, „intelligencia” és tárolóelem nélküli, képernyős-nyomógombos *MINITEL* terminálok száma kezdetben  $5$  ezer volt, tizenöt évre rá hét millió francia háztartás mindennapos használati tárgyává lett.



1. ábra. Fényképfelvétel egy teletext oldalról. Az ismertető dr. Nagy Péter (BME Híradástechnikai Elektronika Intézete) munkája



2. ábra. Az első tranzisztoros erősítő kapcsolási rajza Brattain jegyzőkönyvéből

– Karácsonykor meghalt *Heinrich Johann WELKER* (\*1912) német fizikus, a Siemens AG központi kutató és fejlesztő részlegének vezetője. 1942-ben kifejlesztette a tűs germánium diódát, 1945-ben háromelektrodás félvezető elrendezésre tett szabadalmi bejelentést (ez az első MOSFET-elmélet).

## 50 éve történt

– Az ez évi fizikai Nobel-díjat *John BARDEEN* (1908–1991), *Walter Houser BRATTAIN* (1902–1987) és *William Bradford SHOCKLEY* (1910–1989) amerikai fizikus kapta a „félvezetőkkel kapcsolatos kutatásaikért és a tranzisztoeffektus felfedezéséért”. Az első germánium tűstranzisztor 1947. december 22-én készítették el a Bell Labs.-nál, majd két nappal később megépítették az első hangerősítőt is (2. ábra). A sorozatban gyártott tranzisztorok 1955-ben jelentek meg, de egy évre rá már 164 különböző típus volt a piacon.

– Februárban *Jay Wright Forrester* amerikai kutató szabadalmat kapott a ferritgyűrűs memóriára („Random access magnetic storage”).

– Februárban meghalt *Georg Heinrich BARKHAUSEN* (\*1881) német fizikus, az elektroncsövek elméletének megalapozója. Nevét őrzi az „elektroncső-egyenlet”, a csövek zajának leírása, a logaritmikus hangosság-mértékegység, a *phon* bevezetési javaslata, a Barkhausen-Kurz-féle mikrohullámú triódás oszcillátorkapcsolás,

valamint ötkötetes alapvető munkája, a „Lehrbuch der Elektronenröhren”.

– Megindult az Orionban az első hazai tévévevő, az AT-501 sorozatgyártása. Az év végéig ebből a típusból 2177 db-ot gyártottak. A kétsatornás, intercarrier rendszerű készülék 20 elektroncsövet és 43 cm-es képátlójú 70° eltérítésű képcsövet tartalmazott. Részben még importált alkatrészekből épült fel.

– Ebben az évben vezették be a hazai gyártók a nyomógombos hullámváltót. Ezzel egyszerűbbé vált a konstrukció, a készülék kezelése, „modernebb” lett a rádió megjelenése. A működés biztonsága viszont nem nőtt: rengeteg kontakthiba adódott!

– A BHG elkészítette az új budapesti 1/0,4 kW-os tévéadót, mellyel a rendszeres kísérleti adások június 27-én indultak a Széchenyi-hegyről. Az év őszére már a heti kétszeri – keddi és csütörtöki – kétórás mozifilm-vetítés bevett gyakorlattá vált. A Posta Kísérleti Intézetben elkészült az Ikarusz buszba épített első „mozgó tévéstúdió” is. A közvetítőkocsival kísérleti helyszíni közvetítést adtak az április 4-i katonai díszszemléről, majd a május 1-jei felvonulásról. A budapesti adón október 13-án volt látható az első külföldről „átvett” műsor. A Dobogókőn telepített (katonai) átjátszóadó segítségével juttatták el a bécsi műsor képét Budapestre. Másnap kísérleti jelleggel, 10–15 perces élő blokkokban adták – Szepesi György közvetítésével – az osztrák-magyar futballmérkőzést.

– Augusztusban meghalt *George Washington PIERCE* (\*1872) amerikai fizikus. Kristályoszillátorát 1923-ban, magnetrokicsós oszcillátorát öt évvel később szabadalmaztatta. Megalapította az első amerikai rádióamatőr szervezetet, a Harvard Wireless Club-ot (WIAF, 1909).

– Szeptember 25-én megindult a forgalom az első, mintegy 3600 km hosszúságú TAT-1 vivőfrekvenciás koaxiális transzatlanti telefonkábelén át Európa és Észak-Amerika között. A kábelen London és New York között 29, London és Montreal között pedig 6 darab minőségi duplex kapcsolatot biztosítottak egészen 1978-ig.

– Az 1956-os októberi forradalom rádiós vonatkozású eseményeit, pl. a Szabad Magyar Rádió, a Vörösmartyádó, a Rákóczi és Csokonai rádió megszólalását, működését pár szóban

összefoglalni lehetetlen. Ezért itt csak *Sugár Gusztáv: A néprádiótól a műholdas televízióig* c. könyvének 151–165. oldalaira hivatkozunk (kapható a HAM-bazárban).

– November végén Budapesten meghalt *TARJÁN Ferenc* (\*1885) matematika-fizika szakos tanár, feltaláló. Találmányai közül az elektromágneses hangszedőt, a szemüveggel nézhető *Plasticophon* térhatású filmet, a képet és hangot rögzítő-lejátszó gramofont (képlemezjátszó!) említjük. 1924. május 29-én a Zeneakadémián ő tartotta az első hazai nyilvános rádió bemutatkozó előadást. A *Hogyan születik a találmány* c. 1935-ös könyvében a térhatású televíziózás kérdéseivel is foglalkozik.

– Az Ampex értékesíteni kezdte a tévéműsorok felvételére alkalmas, a képet és a kísérő hangot is rögzítő, VR-1000 típusú, 4 forgófejes (Quadruplex) videomagnóját. Elsőként a CBS tévéhálózatában sugároztak videofelvételt. November 30-án este a New Yorkban rögzített élő adást három órával később az Egyesült Államok nyugati partvidékén élők is megnézhatték a fő műsoridőben.

– Ebben az évben jelenik meg a számítógépekben a „winchester” (hard disk). Az első mágneslemezes gép az IBM-305 RAMAC (Random Access Memory Accounting Computer), melyben 50 darab mágneslemez volt található. Tárolókapacitása nem haladta meg az 5 MB-t. Az első merevlemez 1 millió dollárba került, fejlesztője *Reynold B. JOHNSON* volt.

– A General Electric bemutatja a tirisztor (SCR, Silicon Controlled Rectifier). A négyrétegű félvezető-szerkezetet eredetileg Shockley javasolta; a négyrétegű dióda és a tirisztor leírása az amerikai Rádiómérnöki Intézet (IRE) közleményeinek 1956. évi 9. számában jelent meg J. L. Moll, M. Tannenbaum, J. Goldey és N. Holonyak tollából.

– *John Backus* és az általa vezetett csoport az IBM-nél kifejleszti az első magasszintű programnyelvet, a FORT-RAN-t.

## 75 éve történt

– Január 13-án szívrohamban meghalt *KANDÓ Kálmán* (\*1869) gépészmérnök, a nagyvasúti elektromos vontatás egyik megteremtője és tökéletesítője. Elsőként alkalmazta a vasútnál a váltakozó nagyfeszültséget (Val Tellina



3. ábra. Edison első szénzásalás izzólámpája

vasút). 1917-ben kidolgozott fázisváltós mozdonya lehetővé tette az 50 Hz-es váltakozó áram közvetlen felhasználását.

– Február 1-jén először szólalt meg a rádióban a Himnusz az esti műsor zárásaként.

– Vatikánvárosban február 12-én XI. Pius pápa – Guglielmo Marconi jelenlétében – felavatta a Marconi Társaság által épített rádióadót, mely rövidhullámon 10 kW-tal sugározta a Vatikáni Rádió programját.

– Nagyüzem az amerikai televíziózásban. Február 24-én a De Forest Radio Corp. megkezdte Passaic-ban (N. J.) lévő W2XCD adóállomásáról a kisfilmek rendszeres sugárzását 48–60 soros bontással. Április 26-tól a Jenkins Television Corp. napi négy órában képeket sugároz a W2XCR adóról, a kísérőhangot a középhullámú WGBS rádióadó adja. Július 21-én a Columbia Broadcasting System (CBS) üzembe helyezi új New York-i W2XAB állomását és a hét minden napján, napi 4 órában kísérőhangos tévéműsorokat szolgáltat.

A CBS-nél ekkor mutatkozik be a világ első bemondónője, Nathalie To-

wer. A National Broadcasting Co. (NBC) októberben tv-adót telepít az Empire State Building tetejére. A kísérleti adások kísérőhangját a W2XK (61 MHz), a képet a W2XF (41 MHz) 120 soros bontással, 24 Hz képfrekvenciával december 22-től sugározza.

– Hosszas szenvedés után március 2-án meghalt KLUPATHY Jenő (\*1861) fizikus, a Tudományegyetem gyakorlati fizikai tanszékének első tanára, a Budapesti Egyetemi Atlétikai Club megalapítója és elnöke, az első hazai röntgenfelvételek készítője.

Már 1896. január első napjaiban Eötvös Loránddal és Pekár Dezsővel röntgen-kísérleteket végzett, így Röntgen felfedezésének közzététele után pár nappal ők igazolták tudományosan – valószínűleg a világon elsőként – a felfedezést. Az „ös” felvételek között megtalálható Eötvös Loránd kezének röntgenképe is.

– Áprilisban René Barthelemy (1889–1957) francia fizikus, decemberben Henri de France (1911–1986) francia elektromérnök tart mechanikus képátviteli bemutatót Párizsban, ill. Le Havre-ban.

– Április 18-án M. von Ardenne lichterfeldei laboratóriumában bemutatja a teljesen elektronikus képátvitelt. A film futópontos letapogatásához saját fejlesztésű elektronsugaras képbontrót, felrajzolásához katódsugárcsővet használt. A nagyközönség az elektronikus tévét Berlinben az augusztusi Rádiókiállításán láthatta.

– Május 2-án megkezdte kísérleti adását a szovjet tévé a moszkvai Rádiótechnikai Központból. Az Össz-szövetségi Elektrotechnikai Intézet RVEI-I típusú rövidhullámú adója 56,6 m-en az Intézet televíziós laboratóriumának vezetőjéről, P. V. Smakov professzorról és munkatársairól készített fotókat sugározta. Az adás 30 soros bontású Nipkow-tárcsás rendszerben folyt. A rendszeres kísérleti adások október elsejével indultak 479 m-en, a rádió éjfél adástartása után, továbbra is mechanikus bontással. Az adást „homemade” készülékekkel vették az amatőrök; Moszkvában „több mint harminc vevőkészülék működött”.

– Október 18-án bajnokban meghalt Thomas Alva EDISON (\*1847), a világ legnagyobb feltalálójának egyike, több mint 1000 szabadalom tulajdonosa, a „Menlo Park varázslója”. Temetése napján az Egyesült Államokban a közhivatalok, üzletek, szórakozóhe-



4. ábra. Popov szikratávíró-vevőkészüléke, 1895

lyek egy percre sötétségbe borultak és kialakult a Szabadság-szobor fáklyája is. Így emlékeztek arra, hogy ő készítette el 1879 októberében az első, 45 órán át folytonosan égő szénzásalás izzólámpát (3. ábra).

– Ebben az évben született meg hazánkban az első villamosenergia-törvény, amely kimondja, ha a szolgáltató adott szintű nyereséget ér el, akkor a többlet nyereség egy részét a fogyasztói egységár csökkentésére kell fordítania!

– Az Egyesült Királyság és Franciaország között üzembe helyezik az első kísérleti mikrohullámú átviteli rendszert. Itt alkalmaznak először 30 cm-nél rövidebb rádióhullámokat.

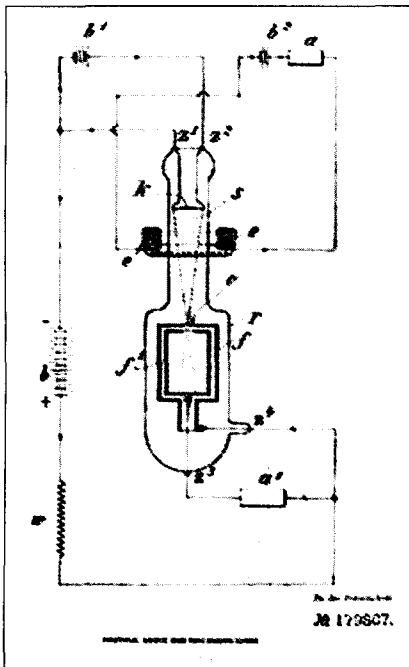
## 100 éve történt

– Az 1906. évi fizikai Nobel-díjat Joseph John THOMSON (1856–1940) angol fizikus kapta a gázok elektromos vezetésére vonatkozó kiemelkedő elméleti és kísérleti vizsgálatairól. Thomson a katódsugárzásban felfedezte és azonosította az elektront, meghatározta az elektron töltését és a töltésméreg arányát (1897), megalkotta az első atommodell.

– Január 1-jén Budapesten született Louis W. PARKER amerikai mérnök, feltaláló, vállalkozó (\*1993). Feltalálta az induktív hurkos kápfrekvenciás műsorközvetítő „szálloda-rádiót”, az intercarrier rendszerű televíziót, a függőleges fénypor-esíkos színes képcsővet. A II. világháború alatt katonai rádiókat, katódsugárcsőves oszcilloszkópokat, repülőgép-irányjelzőket, később az Apollo űrexpedícióhoz különféle műszereket tervezett és gyártott.

– Szentpétervárott – a Gergelynapra szerint január 13-án – agyvérzésben meghalt Alekszandr Sztjepanovics POPOV orosz fizikus, elektrotechnikus (\*1859), a rádió egyik úttörője,



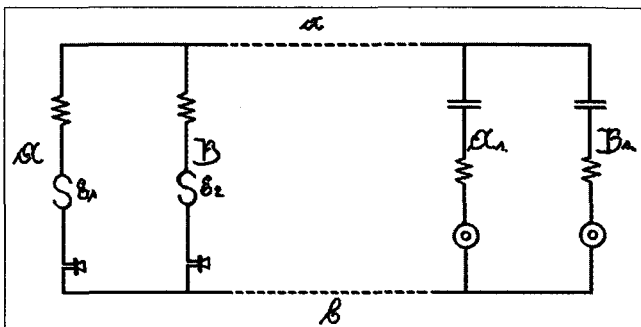


5. ábra. Lieben katódsugaras relé-szabadalmának rajza, 1906

az antenna feltalálója, az első drótnélküli Morse-távírat („Heinrich Hertz”) és a „nyilvános” távolsági szikratávíradás megvalósítója (4. ábra).

– Január 13-án a Scientific American hasábjain megjelent az első rádióval kapcsolatos hirdetés. Egy New York-i cég 7,50 dollárért kínált rádióépítőszekrényt, mely szikraközből, 1”-es szikrainduktorból, billentyűzetből, automatikus kopogtatós kohererből, 50 Ω-os reléből, 4 cellás száraztelepből, antenna- és kötőzhuzalokból, huzalozási rajzokból és kezelési leírásból áll. A vevő állítólag 1 mérföldről is képes volt az adó jeleit venni.

– Februárban született Chester F. CARLSON (†1968) amerikai fizikus, a



6. ábra. Maier vivőfrekvenciás telefonjának kapcsolása. Az ábrán „...A és B-vel jelölt ágakban az E1 és E2-vel jelölt magas frekvenciájú váltakozó áramforrások vannak bekapcsolva...” A jelöletlen áramköri elemek: induktivitás, mikrofon, kondenzátor, telefonhallgató

„száraz” elektrosztatikus másolási eljárás, a xerográfia feltalálója. Az első másolat 1938. október 22-én készült. A szöveget üveglapra írták, majd ezt egy előzetesen sztatikusan feltöltött, kénnel bevont cinklemezre helyezték és rövid ideig megvilágították. A lemezen kialakult töltésképet korpafü-maggal (likopódiummal) szórták be és viaszos papíron rögzítették. Carlson vezette be a huzalos magnónál a váltakozó áramú előmágnesezést a jel-zaj viszony javítására (1927).

– Robert von Lieben (1878–1913), nagyvázsonyi gyökerekkel rendelkező osztrák fizikus, az olmützi (ma: Olomouc) telefongyár tulajdonosa feltalálja a „katódsugaras relé”-t: az oxidkátodos, elektromágnesesen vezérelhető erősítőcsövet (5. ábra). A március 4-én bejelentett találmányában már az elektrosztatikus vezérlés gondolatát is felvetette. A cső a gyenge telefonáramok erősítésére ekkor még nem volt használható, csak a négy évvel későbbi „LRS-Relais” (Lieben, E. Reisz és S. Strauss közös szabadalma: „Relais für Undulierende Ströme”) hozott kielégítő eredményeket.

– Henry Harrison Chase Dunwoody (1842–?) amerikai tábornok, jogász, meteorológus márciusban találmányi bejelentést tesz a szilícium-karbid anyagú pontérintkezős detektorra, mely az első rádiókban a koherert hivatott helyettesíteni.

– Április 19-én meghalt Pierre CURIE (\*1859) Nobel-díjas francia fizikus: Párizsban elgázolta egy lovas kocsit. Curie a természetes radioaktivitás, a rádium, a piezoelektromos jelenség felfedezőinek egyike. Nevét a Cu-

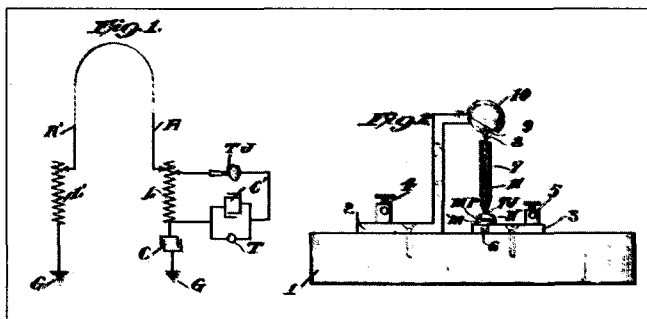
rie-törvény, a ferromágneses anyagok Curie-hőmérséklete és a radioaktív sugárforrás aktivitásának – már nem törvényes – mértékegysége őrzi.

– Augustin Maier (1882–1963) román gépészmérnök, a kolozsvári egyetem fizika professzora – Maier Ágoston néven 1905–1918 között a Posta Kísérleti Állomás munkatársa – feltalálja a többcsatornás vivőfrekvenciás telefonátvitelt, melyről az Elektrotechnische Zeitschrift hasábjain számol be először 1907-ben. A bemutatón szimultán négy beszélgetést vitt át egy érpáron keresztül 13–15 km távolságra (6. ábra).

– Júliusban született Sidney DARTINGTON amerikai villamosmérnök (†1997), a „Dartington-kapcsolás” (1953) feltalálója.

– Augusztusban született Philo Taylor FARNSWORTH (†1971) amerikai feltaláló. Katódsugárcsöves képbontó (Image Dissector) találmányát 1927-ben nyújtotta be. Ennek tökéletesített változatában ő használta először a „képerősítő” elektronsokszorozót. San Franciscóban 1928-ban mutatta be a sajtó előtt teljesen elektronikus tévérendszerét. 1936-tól rendszeresen sugárzott stúdiójából 343 soros bontású képeket a mintegy 50 philadelphiai tévétulajdonos számára. Kameráját a berlini olimpiai közvetítéseknél is használták.

– Greenleaf Whittier Pickard (1877–1956) amerikai rádiómérnök november 20-án szabadalmat kap amorf szilícium alapú tús detektorára („thermo-couple detector”). Mintegy négy évig tartó munkája során kb. 31 250 különböző anyagpárosítást pró-



7. ábra. Detektoros rádió és a detektor rajza Pickard Means for receiving intelligence communicated by electric waves. No. 836,531 (Nov. 20, 1906.) szabadalmából. Fontosabb jelölések: T = telefonhallgató vagy érzékeny galvanométer, TJ = thermo-junction; N = amorf szilícium; M = fém (réz, ezüst), MP = fémbevonat; 7 = fémhüvely; 8 = fémcsp; 9, 10 = gömbcsukló; 11 = rugó



8. ábra. Lee De Forest „audionja”, 1906

bált ki, hogy a legjobb nagyfrekvenciás egyenirányítót megtalálja. Az egyenirányítás jelenségét a termoelektromosság alapján magyarázta (7. ábra).

– A posta szakemberei *Hollós József* műszaki tanácsos vezetésével augusztus-szeptember hó folyamán az Adriai-tengeren folytatják az 1904-ben megkezdett szikratávíró-kísérleteket, melyek célja a rádióhullámok terjedésének vizsgálata. A fix telepítésű 3 kW-os szikraadót Fiume (ma: Rijeka) tengerpartján állították fel. A ferde L-antennát kb. 50 m magasan feszítették ki, a földelővezeték a tengerbe süllyesztett huzalhálóból állt. Az *Előre* gőzhajón lévő „ellenállomáson” Morse-íróval ellátott elektrolitikus detektoros vevő volt. A hajón a T-antennát tartó árbocokat 30 m hosszúságúra növelték. A Fiuméből leadott jeleket igen jól lehetett venni a 70 km-re lévő pólai (ma: Pula) hadikikötőben, de még a 200 km-re fekvő Ancona közelében is.

– Szeptemberben öngyilkos lett *Ludwig Eduard BOLTZMANN* (\*1844) osztrák fizikus, a statisztikus mechanika megalapozója. Igazolta Maxwell fényelméletét, kidolgozta a feketetest sugárzási törvényét (Stefan-Boltzmann-törvény).

– Október 25-én nyújtotta be *Lee De Forest* (1873–1961) amerikai mérnök, vállalkozó (ex W2XG) a három elektródás elektroncsőre, a triódára (a „Forest-féle audionra”) vonatkozó találmányát. Az első, kb. 50 órás élettartamú, 10-szeres erősítésű triódákat hullámok detektálására használták, erősítőként való felhasználásuk majd öt évvel később következett be Forest 1907. januári, az audionos vevőkapcsolásra vonatkozó találmánya hasznosításával (8. ábra).

– November 22-én Berlinben elfogadták az első Nemzetközi Rádiótávíró Egyezményt, s ebben – többek között –

az új segélyhívójelet, az S.O.S.-t. Ehhez később különféle romantikus magyarzatokat fűztek: *Save Our Ship; Save Our Souls; Send Our Succour; Swimm Or Sink*. Az S.O.S. a németek által általános hívásra használt S.O.E.-ből származik: az utolsó betűt zajos vétel esetén is érthetőre cserélték. Sokáig a régebbi jeleket is használták: a Titanic még felváltva adta az S.O.S.-t és a Marconi Társaság által 1904-ben rendszeresített C.Q.D.-t (*Come Quick Danger*). [Az S.O.S. 1903-as datálásának hazai „tévhitte” a *Postamérnöki Szolgálat 50 éve (1887–1937)* c. könyv 145. oldalán található téves adatközlés eredménye!]

– Budapesten 1906. december 2-án született *GOLDMARK Péter Károly* (Peter Carl Goldmark) amerikai mérnök, fizikus, feltaláló, vállalkozó (†1977). A CBS-nél irányításával fejlesztették ki azt a mechanikus színbontható tévérendszert, mely elsőként a világon színes kísérleti műsort sugárzott. Feltalálta a mikrobarázdás hosszanjátzó hanglemezt, elkészítette a televíziós képet „konzerváló” készüléket (Electronic Video Recording). Kidolgozta az orvosi, oktatási, ipari célú zárláncú (színes) televíziót. Az általa kifejlesztett képbontó segítségével közvetítették az Apolló-űrprogram keretében a Hold felszínéről a képeket, kamerája az ember Holdra lépését is megörökítette. [Goldmark születési és halálozási időpontja forrásonként változik! Az amerikai életrajzok 1906. december 2-át adnak, míg a magyar forrásokban december 3. vagy 6. található] (9. ábra).

– Decemberben született *Grace Murray HOPPER* (†1992) amerikai matematikusnő, informatikus, az Egyesült Államok haditengerészeté-



9. ábra. C. Peter Goldmark a CBS laboratóriumában

nek tisztje. 1945 augusztusában a Harvard Egyetem Mark I. számítógépén dolgozva felfedezte a világ első programhibáját („computer bug”). Az UNIVAC programozási munkálatait vezette, részt vett a COBOL programnyelv kidolgozásában, fordítóprogramokat írt. Közel nyolcvan éves korában ellentengennyként vonult nyugdíjba.

– December 24-én *Reginald Aubrey Fessenden* (1866–1932) kanadai származású amerikai mérnök végrehajtotta az első dokumentált amplitúdómodulált adást. Brant Rock-i „DO” hívójelű kísérleti állomásáról karácsonyi műsort adott a hajók szikratávírárszai számára. „Alternátorával” (forgógépes generátorral) előállított 42 kHz/1 kW-os vivőt az antenna-vezetékbe kapcsolt szénmikrofonnal modulálta. A „mü-

10. ábra. Fessenden Brant Rock-i adóállomása, 1906. A kép jobb oldalán az alternátor látható, középen Fessenden, amint mikrofonba beszél, mellette fonográf, az üvegbura alatt pedig relé van







11. ábra. Cooke-Wheatstone öttűs távirója, 1837

sor" Fessenden hegedűszólójából, felesége által előadott karácsonyi dalból, valamint egy fonográfról bejátszott Händel mű részletéből állt. Végezetül Fessenden részleteket olvasott fel a Bibliából, majd jókívánságai után felkérte a hallgatóságot a műsor vételének visszaigazolására. A *Rádiótechnika 1937. évi áprilisi száma* szerint a műsort a mintegy 50–100 mérföldnyi (80–160 km) távolságon belül tartózkodó hajókon több százan is hallották (10. ábra).

### 200 éve történt

– Májusban született *William Fothergill COOKE* (†1879) angol elektrotechnikus (Indiát is megjárt katona, orvosanhallgató, 1866-tól lovag). Wheatstone-nal együtt kidolgozta és szabadalmaztatta a gyakorlatban is alkalmazható öt-, két- és egy-mágnesűs elektromágneses vasúti távirót (11. ábra).

– Júniusban született *Augustus de MORGAN* (†1871) angol matematikus,

a modern formális logika egyik megalapozója, a logikai hálózatok analízisének alkalmazott „Morgan-féle azonosság” (inverziós tétel) megalkotója.

– Augusztusban meghalt *Charles Augustin de COULOMB* (\*1736) francia hadmérnök, fizikus, az elektrosztatika egyik megalapozója. Feltalálta a torziós mérleget az elektromos, ill. a mágneses kölcsönhatás mérésére, majd mérései alapján megfogalmazta az elektrosztatika – róla elnevezett – erőhatás-törvényét. Nevét az elektromos töltés SI egysége őrzi.

– Októberben szabadalmat kap *Ralph WEDGEWOOD* angol feltaláló a másolópapírra és másolókészülékre. A hiteles másolatok készítéséhez használt „indigó” eredetileg speciális tintával átitatott papírlap volt.

### 300 éve történt

– Januárban született *Benjamin FRANKLIN* (†1790) amerikai természettudós (és még: nyomdász, könyvkiadó, diplomata, államférfi, postamester...), a villámhárító feltalálója. Igazolta a villám és az elektronos szikrakísülés azonosságát. Feltalálta – többek között – a sikkondenzátort („Franklin-táblát”), a bifokális lencsét és a harmonikát. A nyári-téli „óraállítás” ötlete is tőle származik (12. ábra).

– Megjelenik az első esti hírlap: a londoni *Evening Post*.

– Júniusban született *John DOLLOND* (†1761) angol optikus, műszerkészítő. Feltalálta a róla elnevezett nagy felbontású teleszkópot, újra felfedezte az akromatikus lencsét. Távcsővét előszeretettel használták az optikai táviróknál.

### 500 éve történt

– Májusban meghalt *Kolumbusz Kristóf* (Cristoforo Colombo, \*1446/47), genovai hajós, Amerika felfedezője. (Legalábbis az európai ember szögéből.)



12. ábra. Benjamin Franklin portréja

(E visszatekintés az 1992-es évkönyvünkben megkezdett, azonos című „sorozat” folytatásának is tekinthető. A szövegben \*-gal a születési, †-tel a halálozási évet jelöltük. A szerk.)

### Az ábrák forrása

1. ábra: *Jei-Kép*, 2. (1981) 1. 137. old.
2. ábra: <http://www.pbs.org/transistor/science/labpages/>
3. ábra: *New Electronics*, Vol. 36. No. 14. p. 17.
4. ábra: <http://www.ptli.ru/eng/n1.html>
5. ábra: <http://www.hts-homepage.de/Lieben/Lieben.html> (D.R.P. Nr. 179807)
6. ábra: *A Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye*, XLVII. (1913) 30. 518. old.
7. ábra: <http://www.jmargolin.com/history/trans.htm>
8. ábra: <http://www.cedmagic.com/history/deforest-audion.html>
9. ábra: Fehér Katalin (szerk.): *Pannon Enciklopédia. Magyar ipar- és technikatörténet*. Kertek 2000. Budapest, 1999. 341. old. (<http://mek.oszk.hu/01900/01906/html/index1558.html>)
10. ábra: [http://www.icce.rug.nl/~soundscapes/VOLUME02/Outline\\_of\\_Radio.html](http://www.icce.rug.nl/~soundscapes/VOLUME02/Outline_of_Radio.html)
11. ábra: <http://www.sciencemuseum.org.uk/online/treasure/objects>
12. ábra: <http://eee.uci.edu/clients/bjbecke/RevolutingIdeas/>

**SAGAX**



1096 Budapest, Haller u. 11-13.

Telefon: 219-5455, 219-5456 Fax: 215-2126 Nyitva 10,00–16,00

Protel, Workbench, Ivex, Optotek, Hyperception programok,

PnP vasalható NYÁK fólia

[info@sagax.hu](mailto:info@sagax.hu)

<http://www.sagax.hu>





# Muzeális készülékek szakszerű restaurálása 8.

## Detektoros vevőkészülékek

Simoncsics László okl. villamosmérnök, simoncsics@freemail.hu

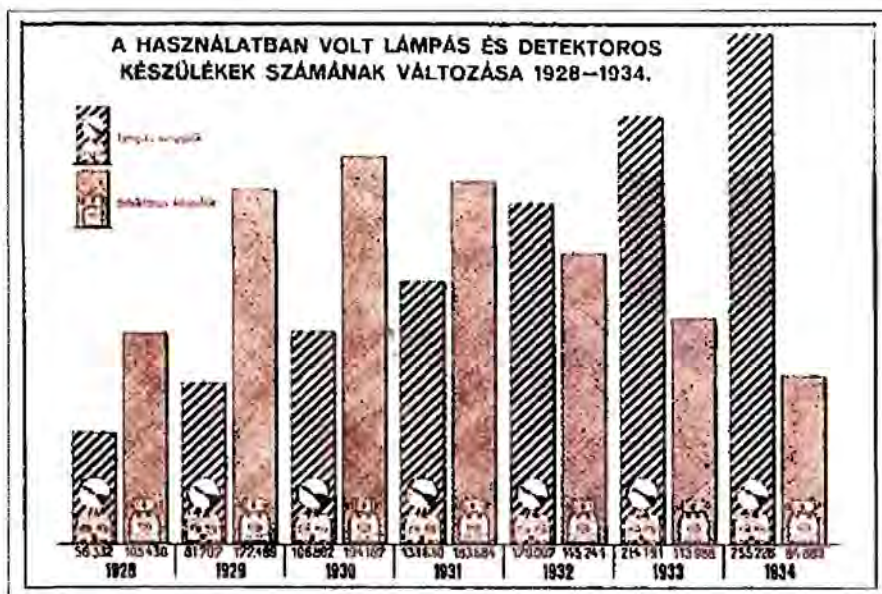
Amikor kezembe került egy újabb kiadású terjedelmes olasz nyelvű könyv, amely csak a detektoros vevőkkel foglalkozik [1], akkor döbbsentem rá, hogy ez a – nálunk mindig csak érintőlegesen említett – terület milyen hihetetlenül gazdag. Megkíséréltem – a teljesség igénye nélkül – ezt a témát a magyar viszonyokra feldolgozni. Sajnos a detektoros vevőkről nem készült olyan összefoglaló mű, mint a csöves készülékekről a gyűjtők „bibliája”, a Kádár könyv.

Ennek az a magyarázata, hogy a detektoros vevők „fénykora” 1936 előtt volt. Remélem, hogy írásom meggyőzi az olvasót, hogy ennek a témának a feldolgozása nem volt fölösleges munka, és még érdemes további anyagokat gyűjteni egy nagyjából terjedelmű, részletesebb anyag összeállítására érdekében. Azért is célszerű a detektoros vevőkkel kicsit részletesebben foglalkozni, mert a gyűjtők körében is komoly kereslet mutatkozik a karabéli márkás készülékek iránt.

### Bevezetés

Gyerekkoromban, mint minden amatőr, én is detektoros vevő építésével kezdtem a rádiózást és a szakma elsajátítását. Ezek az első benyomások olyan mélyen rögződnek az emberben, hogy még ma is kedvenceim ezek az energiaellátás nélkül is működő vevők. Ezért a szűrtben állandóan szól egy padlásantennával működő hangszórós készülék. A solti 2 megawattos adó teljesítménye mellett ez nem nagy csoda.

Az eddigi gyakorlatnak megfelelően rövid történeti áttekintés után ismertetek néhány korabeli gyári és amatőr készüléket, különféle készülékek kapcsolási rajzát, és a detektoros készülékekhez felhasznált alkatrészeket. A részletes ismertetésbe korabeli és „modern” detektoros készülékek építési leírásai kerülnek. Az irodalomjegyzékben kívánom bemutatni, hogy a szakirodalom milyen gazdagon foglalkozott a témával.



1. ábra. A rádióelőfizetők száma

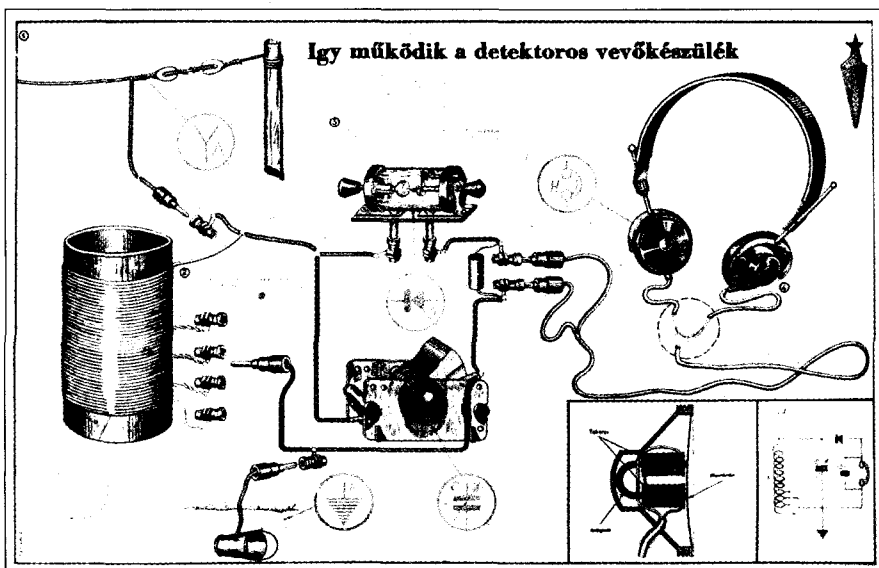
Többször fogok hivatkozni a Rádiótechnikában 2002. év elején megjelent cikksorozatomra. Mivel ez mindenki számára hozzáférhető, az abban leírtakat nem ismétlem meg.

### Történeti áttekintés

A visszapillantásban csak a műsorszórás megindulásáig, 1920-ig megyünk vissza annak ellenére, hogy tudjuk, a magyar drótnélküli táviróforgalom megindulása idején, 1914-ben Csepelen felállított, E 5 típusú, Telefunken gyártmányú vevő még karbonrúd detektoros volt [2]. Ezt a készüléket később nagyobb detektoros vevőkre cserélték, amelyek ma is láthatók a díósi Rádió és Televízió Múzeumban. 1915-ben a detektoros vevők után Lieben-lámpás erősítőt kapcsoltak. A témáról részletesen olvashatunk a [3] és [4] irodalomban.

Európában a szórakoztató célú műsorszórás 1922-ben indult meg, Magyarországon csak lényegesen később, 1925. decemberében a rendszeres adás, ezért a készülékek elterjedése nálunk nem a detektoros vevőkkel kezdődött. Hogy ez mennyire így volt, mutatja,

hogy a gépészmérnök, Molnár János – a kor rádiós ismereteit összefoglaló – alapművének első kiadásában csak könyve végén, röviden említi a detektoros készülékeket [5]. A gyárak (Telefunger, Tungsram, Ericsson) a háromcsöves készülékek gyártását kezdték meg, mert ezekkel a hazai kísérleti adások mellett külföldi műsorokat is lehetett fogni. A három triódával felépített készülék (neutralizált nagyfrekvenciás előerősítő, visszacsatolt audion, transzformátoros csatolású hangfrekvenciás erősítő) abban az időben vételkészség és szelektivitás szempontjából optimális megoldás volt [6]. A fordított fejlődést mutatta, hogy az amatőrök is csöves készülékeket építettek, és csak a hazai műsorszórás, de főleg a lakahegyi 20 kW-os adó beindulása (1928) után szaporodtak meg a detektoros rádióval rendelkező előfizetők [7]. A statisztikai zsebkönyvek közölték a rádióelőfizetők számát és ezen belül a detektoros vevők arányát az egyes időszakokban. Ezeket az adatokat láthatjuk az 1. ábrán a [8] forrás alapján. Látható, hogy a detektoros rádiók száma 1931-ig haladt meg a „lámpás” készülékekét, utána arányuk jelentősen csökkent



2. ábra. A detektoros vevő működése

amellett, hogy az előfizetők száma összességében lényegében nem változott (gazdasági válság).

1936 után a detektoros készülékek elvesztették jelentőségüket. A korlátozott vételképesség, a fejhallgató használatával járó kényelmetlenségek visszaszorították használatukat. A nagyobb cégek leálltak gyártásukról, a kereskedők is a korábbi típusokat, vagy saját kisipari gyártmányaikat reklámozták.

Volt még egy időszak, amikor a detektoros rádiók felértékelődtek, a háború vége felé és az azt követő inséges időkben, amikor a világítási hálózat nélküli területeken nem lehetett telepekhez hozzájutni [9]. Vidéken még 1947-48-ban is használtak detektoros rádiókat. A vezetékes rádióhálózat kiépítése csak ezután kezdődött meg.

### Detektoros vevők a szakirodalomban

A detektoros vevők témája a rádiós szakirodalomban mind a „drótnélküli telegráfia”, mind a „broadcasting”, a szórakoztató és kereskedelmi célú műsorszórás korában gazdasági súlyának megfelelő terjedelemben kapott szerepet. Néhány ifjúsági és ismeretterjesztő könyv csak ezzel foglalkozott [10, 11, 12], a háború után pedig az ifjúság oktatásában, nevelésében volt ezeknek fontos szerepe [13]. Azok a szakírók, akiknek fontos volt, hogy a gyerekek érdeklődését a híradástechnika felé fordítsák (Makai István, Füvesi Gyula), nem röstelltek közérthetően, részletesen foglalkozni a detektoros vevőkkel

[14, 15]. De a kor rádiótechnikai ismereteit tankönyvszerűen tartalmazó művek is kisebb-nagyobb terjedelemben kitértek ezeknek az egyszerű készülékeknek az ismertetésére [16, 17, 18, 19].

A közismert szakfolyóiratok (Rádió Amatőr, Rádiótechnika), a részben műsorújságok (Magyar Rádió Újság, Rádióélet) mellett számtalan leírást találunk a népszerű heti- és havilapokban, mint az Aller Képes Családi Lapjában vagy a Tolnai Világlapjában.

A (Magyar) Rádió Amatőr „A kristály” címen külön rovatot tartott fenn, amelyben a detektorokkal és a vevőkkel kapcsolatos újdonságokat ismertette.

A legfontosabb forrásunk a különféle cégek gyártmányainak megismerésében a kereskedő cégek reklámjainak tanulmányozása. Ezek a telespek hálózati csöves készülékeik ismertetése előtt mindig felsorolják a detektoros készülékeiket, és azok alkatrészeit az egyszerűbbektől a drágábbakig bezárólag. Kapcsolási rajzot természetesen nem közölnek, de a rövid leírásból felépítésükre következtetni lehet.

### A detektoros vevők működése

Detektoros vevőknek azokat a készülékeket nevezzük, amelyek az antennából nyert energián kívül működésükhöz semmilyen külső erőforrást nem vesznek igénybe (nem tekintjük annak a karborundum detektorok előfeszítéséhez használt telepet). Az antennából az amplitúdóban modulált nagyfrekvenciás jel többnyire egy rezgőkörbe jut, amely a venni kívánt adó frekvenciájára van hangolva. A rezgőkörre kapcsolódik a demodulálást végző dióda, amely a nagyfrekvenciás jelnek csak az egyik félperiódusát engedi tovább a hangadó eszközbe. Ez többnyire egy fejhallgató, amely a moduláló jelet hanghullámokká alakítja. A demodulált jel nagyfrekvenciás komponensét egy kondenzátor vezeti el. A működést szemlélteti a 2. ábra. (A rajzot az RT 1953/3. számából vettük. A detektor alatt a jelképi jelölés polaritása megfordítandó. A működést magyarázó szöveg az eredeti szemléltető táblán az 1.-4. pontok mellett volt olvasható.)

Hogy a vevő a kis energia ellenére is jól működjék, jó antennát kell hozzá építenünk, a rezgőkört a venni kívánt frekvenciára kell hangolnunk, a vevőkészüléket veszteségmentes alkatrészekből kell felépítenünk, és illetve, kis veszteséggel kell az energiát a fejhallgatóba juttatnunk. Ez elmondva nagyon egyszerűnek tűnik, de felvetődik akkor a kérdés, miért dolgoztak ki akkor százféle kapcsolást, mint később látni fogjuk. Ennek jórész üzleti okai voltak, el kellett adni ezeket a „szelektív” és „hangerős” vevőket. A „hangszórós” detektoros vevőkről szóló cikkek időnkénti megjelentetésével lehetett a lanyhuló érdeklődést felkelteni.

**A detektoros vevők alkatrészei**

Felépítésükből adódóan a detektoros vevők alkatrészkészlete korlátozott, ezért érdemes velük részletesebben megismerkedni. Természetesen más alkatrészeket használunk egy korhú, és másokat egy modern vevőben.

### A detektoros vevők alkatrészei

**Detektorok**

Heinrich Hertz kísérleteihez (1887) adóként szikrainduktort, vevőként egy egymenetes tekercset használt, amely egy igen finoman állítható szikraközben zárult. A kutató Maxwell 1865-ben felállított elektromágneses elméletét akarta igazolni. A szikrainduktor által keltett elektromágneses hullámok néhány méter távolságban feszültséget indukáltak a tekercsben, amelynek kimutatására szolgált a parányi szikra. A feltaláló ezzel célját elérvén, tragikusan rövid élete miatt nem folytathatta kísérleteit, de bebizonyította az elektromágneses hullámok létezését, azok reflexióját, elhajlását, az állóhullámok

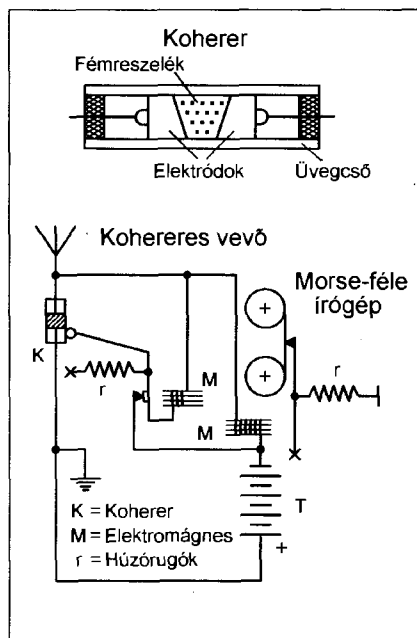
kialakulását. Mondhatjuk tehát, hogy a történelem első elektromágneses detektora ez a kis szikraköz volt.

A drótnélküli telegráfia korában használtak még többféle detektort, amelyek nem a későbbi demodulátor detektorok elvén működtek, hanem csak az elektromágneses sugárzás meglétét detektálták. Ezeket részletesen ismerteti *Mende Jenő* [20]. A legismertebb a *Branly* (1890.) által felfedezett *koherer*, amelyet *Popov* (1895) használt a viharjelzőjéhez és *Marconi* (1896) első kísérleteihez. A koherer egy üvegcsőben két elektróda között elhelyezkedő finom fémreszelék, amelynek nagy az ellenállása egészen addig, amíg az antennából érkező elektromágneses feszültségimpulzus nem éri (3. ábra). Ez az állapot fennmarad egészen addig, amíg az üvegcsövet kívülről gyöngéden meg nem ütjük, ekkor a szikra által összerendezett fémpor vezető szála szétesik, és az ellenállása az eredeti értéket veszi fel. A koherer kocogtatására a villanycsengőkben használatos szerkezetet alkalmazták.

Igen elterjedten használták az elektrolitikus elven működő detektort a *Schlömilch cellát*, amely 1903-ban váltotta fel az érzéketlen koherert.

### A kristálydetektor története

Ferdinánd Braun (1874) fedezte fel, hogy különböző fémek és kristályos



3. ábra. Kohereres vevő

1. táblázat. Félvezetők 1926-ban és 1959-ben

Kristályok vegyi összetétele [21]			Néhány félvezető anyag [22]		
Elnevezés	Jele	Csoport	Képlet	Elnevezés	Osztályozás
Szilícium	Si	Elemek	Si	Szilícium	Elemek
Tellur	Te		Te	Tellur	
Grafit	C		Se	Szelén	
Arzén	As		Ge	Germánium	
Antimon	Sb		B	Bór	
Molibdenit	MoS <sub>2</sub>	Szulfidok	Tl <sub>2</sub> S	Talliumsulfid	Fémszulfidok
Galenit	PbS		PbS	Ólomsulfid	
Bornit	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>				
Stibnit	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>				
Rézpirit	Cu <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> S <sub>4</sub>				
Vaspirit	FeS <sub>2</sub>				
Cinkit	ZnO	Oxidok	ZnO	Cinkoxid	Fémoxidok
Kuprit	Cu <sub>2</sub> O		Cu <sub>2</sub> O	Rézoxidul	
Brokit	TiO <sub>2</sub>		NiO	Nikkeloxid	
Psidomelan	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mangánoxid	
Piroluzit	MnO <sub>2</sub>		PbO <sub>2</sub>	Ólomoxid	
Magnetit	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>				
Kassziterit	SnO <sub>2</sub>				

anyagok érintkezésénél az ellenállás az áramiránytól függ. *Bosse* (1902) használt először galenit (PbS) kristályt és egy csúcsban végződő fémtűt nagyfrekvenciák detektálására. A vevőkészülékekben 1906-tól alkalmaztak kristálydetektorokat. Megindultak a kísérletek különböző kristályokkal és fémekkel. Az amatőrök a legérzékenyebb kristályokat használták, de ezek a vétel bizonytalan volt, mert a tűvel mindig a legérzékenyebb pontot kellett megkeresni. Az ún. fix detektorok kisebb érzékenységek voltak, de nem igényeltek folytonos utánállítást, ilyen volt a karborundum (SiC). *Molnár János* már említett művének 3. kiadásában [21] felsorolja a detektor készítéséhez alkalmas elemeket, oxidokat és szulfidokat. Az 1. táblázatban bemutatjuk, hogy ez a felsorolás mennyire egyezik egy 33 évvel később megjelent félvezetők könyv adataival [22], tisztán tapasztalati úton a kutatók milyen tudás birtokába jutottak. A húszas évek közepén az ismeretek bővülését elősegítette, hogy a kutatókat izgalomba hozta *Loszev*, a nyizsnij-novgorodi rádióállomás mérnöke által felfedezett kristályoszillátor, amelynek működése azon alapult, hogy nyitó-

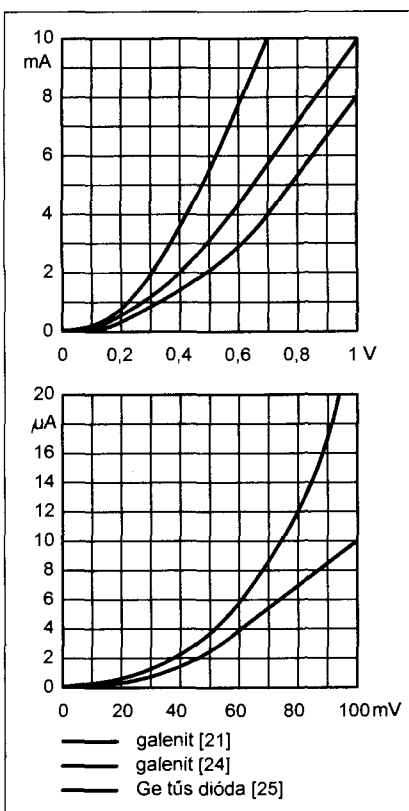
irányban előfeszített cinkit (ZnO) detektor karakterisztikája negatív ellenállású tartománnyal rendelkezik (az alagútdióda elődje). A maga idején ez a felfedezés inkább elméleti, mint gyakorlati jelentőségű volt.

A detektoros vevők működésének homályos pontja sokáig a kristálydetektor volt, mert amíg az elektroncsövekben lejátszódó folyamatokat pontosan le tudták írni, a kristálydetektorok működési elvét a félvezetők elméletének kidolgozásáig nem ismerték. Stabilitási problémáik miatt a vákuumdiodák elterjedése kiszorította azokat a használatból. A második világháború alatt derült ki, hogy a mikrohullámok demodulálására a vákuumdioda nem alkalmas, ezért kifejlesztették a kristálydetektor megbízhatóbb változatát, a tús diódát. Az ezzel kapcsolatos gyakorlati eredmények elősegítették a félvezetők elméletének tisztázását.

### A kristálydetektorok működési elve

1949-ben a Rádió és Filmtechnika érdekes cikket közölt a tústranzisztorokról [23], amelyben visszatért a kristálydetektorok működési elvének ismertetésére. Ebből megtudjuk, hogy





4. ábra. Különbéféle detektorok karakterisztikája

ebben az időben csak polikristályos szerkezetű és erősen szennyezett félvezető anyagok voltak. A mesterséges galenitkristályokat ezüsttel p típusúra szennyezték, ezért többnyire nem sikeres az ólomreszelék és kénpor összekeverése és hevítése után házilag előállított ólomszulfid felhasználása. A karborundum viszont n típusú. A kristálydetektorok lényegében tús diódák. Amennyiben a kristály p típusú és a fémtű negatív, az elektronokat injektál a kristályba, fordított polaritásnál záróirányú diódaaként viselkedik. A p-n átmenet csak pontszerű érintkezés és kis nyomás esetén jön létre, ezért nehéz ezeknek a detektoroknak a beállítása. A szerző, mivel nálunk akkor nem lehetett tiszta germánium alapanyaghoz hozzájutni, megpróbált két tűvel galenittranzisztort létrehozni.

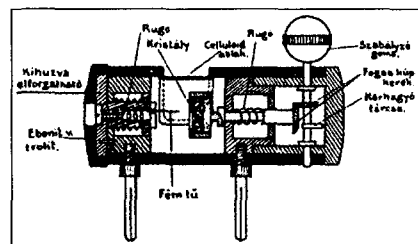
A galenit detektor karakterisztikája helyes beállítás esetén megközelíti a germánium túsdiódák karakterisztikáját kis feszültségek esetén (4. ábra), ezért jó galenit kristállyal hasonló érzékenységet tudunk elérni, mint a germánium diódával. (Megjegyzem, nekem nem sikerült a galenit detektorral, csak a túsdiódához képest rosszabb karakteris-

risztikát mérni, de lehet, hogy nem volt ilyen jó kristályom, hasonló eredményre jutott a [24] cikk szerzője). A karborundum fix detektor anyaga szilíciumkarbid, nyitóirányú árama csak nagyobb feszültségen indul, ezért kis jelek esetén nyitóirányú előfeszítést alkalmaztak.

Miután kidolgozták a germánium egykristály előállításának technológiáját, az alapkristályt n-típusúra szennyezték, ezért a katódot jelző vonal a kristály oldalán van. A beötvözött wolfram fémtű kisméretű p-típusú réteget hoz létre. Az ilyen szerkezetű túsdiódák a modern vevők detektorai. A korszerű diódák tulajdonságait, karakterisztikájuk összehasonlítását megtalálhatjuk a [25] irodalomban.

### A kristálydetektorok szerkezete

A félvezető kristályt valamilyen fém csészébe fogták be, akár csavarozással, akár alacsony olvadáspontú fém segítségével történő beforrasztással. Ezt a csészét elektromos kontaktusba hozták a detektor egyik kivezetésével, amely valamilyen szigetelőanyagból készült vastagabb alaplamezbe volt befogva. A másik kivezetés a tűvel volt összekötve. Az alkalmazott kristálynak megfelelő anyagú tűt használtak, a galenitkristályhoz vékony acélrugót, amelynek a végét kihegyezték. Néhány detektornál két különféle kristályt szorítottak egymáshoz. A szabványos csatlakozó volt a villásdugóknál is alkalmazott, 2 db. 4 mm átmérőjű, 20 mm

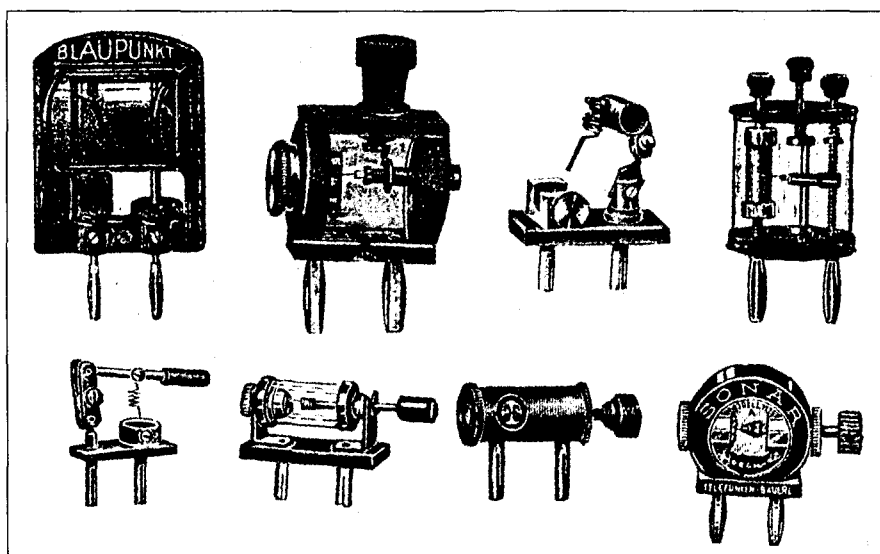


5. ábra. A Red-Ball detektor szerkezete

távolságú, közepén behasított sárgaréz rúd, amelyeket banánhüvelyekbe lehetett behelyezni. Ami nagyon változatos volt az egyes detektor konstrukcióknál az a tű mozgó szerkezet, az egyszerű karos („Daki”) megoldásoktól a kristály vagy a tű finom előtolását és forgatását lehetővé tevő, bonyolult szerkezetekig. Ilyen volt a TRT „Red-Ball” detektora, amelynek szerkezetét látjuk az 5. ábrán.

A különféle detektorokat ábrázoló képet (6. ábra) a Rádióélet folyóirat 1930-ban közölt „Rádióiskola” sorozatából vettük.

Amennyiben a terjedelem lehetővé tenné, érdemes lenne megismerkedni az összes import és hazai gyártású „márkás” detektorral. Néhány kiragadott példány képét és leírását találjuk a gyűjtők lapjában Red Star, Sonar, Héjja, Selectit, Lux, Neuron, Favorit, Rotor, Korona, Napsugár és Mikrométer detektor márkanevek alatt [26]. Ma már nem mindegyiknek ismerjük a gyártóját. A detektorok ára a harmincas



6. ábra. Különbéféle detektorok



7. ábra. Variométerek és variokopplerek

évek elején 1 és 15 pengő között volt a szerkezettől függően.

### Tekercsek

Korabeli detektoros vevőkben minden esetben légmagos tekercseket alkalmaztak. (Csak néhány kivétel volt a BAPO gyártmányú „Draloperm” és a Remix detektoros.)

Ezek között a legmagasabb jósági értéket ( $Q = 200$ ) a hengeres kivitelű egyrétegű tekercsekkel lehetett elérni, amelyek vastag ( $\varnothing 0,5-1$  mm) huzallal voltak tekercselve és tekercsátmérőjük 6–8 cm volt. Ez a kivitel megnövelte a készülékek méreteit, ezért többnyire csak lúdakészülékeknek alkalmazták. Ezek voltak a legdrágább készülékek, különösen, ha légforgóval szerelték azokat.

Több esetben találkozhatunk a hengeres tekercs egy laposabb változatával, ahol a tekercs keresztmetszete ellipszis alakú. Kompromisszumos megoldás volt a lapos készülékeknek a kosárfenék, a kosárfonat vagy a méhsejttekercs egy korai változatának a „Ledion” tekercseknek alkalmazása. Ezek készítéséről a bevezetésben már említett cikkben találunk leírást [27].

### Variométerek

A rezgőkörök hangolásánál vagy az induktivitást vagy a kapacitást változtatjuk. A folyamatosan változtatható induktivitásokat nevezzük variométereknek. Legegyszerűbb változatát az ún. tolokás vevőknél alkalmazták, ahol a hangolást a menetszám változtatásával érik el. Zománchuzallal készített egyrétegű hengeres tekercsnél egy csikban

citávoltják a szigetelést, ezen a csikban fut végig egy leszedő rézrugó, amely a tekercs egyik kivezetését képezi, a másik kivezetés fixen van bekötve. Egy tekercsnél több csúszkát is lehet alkalmazni.

Drágább variométereknél a tekercs egy részét elforgathatóra képezték ki, amennyiben a két rész menetiránya azonos, az induktivitás nő, ellenkező esetben csökken. A drága és nehezen elkészíthető gömbvariométereknél mindkét tekercsrész gömbalakúra volt kiképezve, és a belső gömb elforgatható volt a külsőhöz képest. Valamivel olcsóbb megoldás volt egy nagyatmérőlű hengeres tekercsen belül kisebb átmérőjű tekercset elforgathatóan kialakítani.

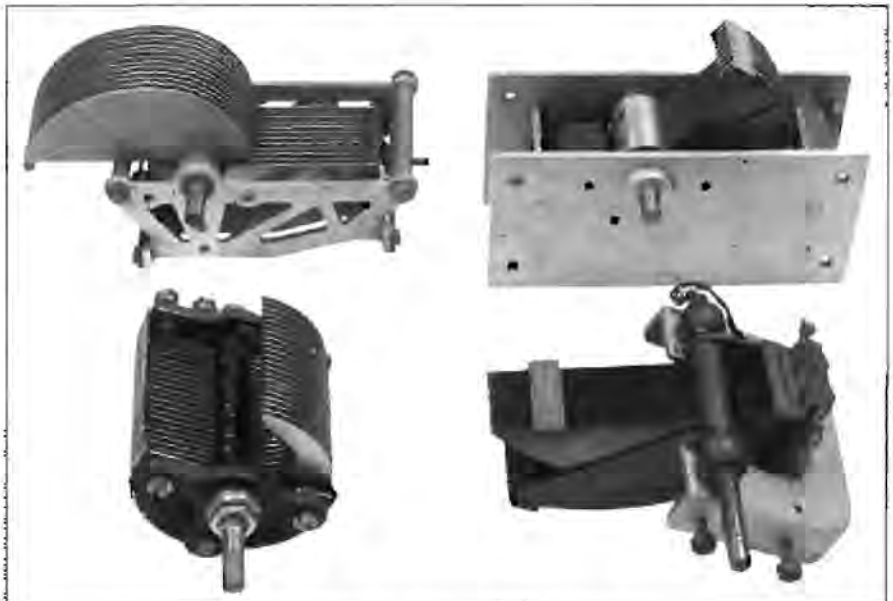
A készülék szelektivitását változtathatták, ha az antennatekeres és a rezgőkör tekercs közötti csatolást változtathatóvá tették. Ezt úgy oldották meg, hogy az antennatekereset elforgathatóra képezték ki, vagy az előbb említett variométer szerkezeteket alkalmazták, de két külön tekercssel. A 7. ábrán bemutatjuk a kétféle variométert és variokopplert. A képeket a korabeli Rádiólexikonokból vettük [28, 29]

### Kondenzátorok

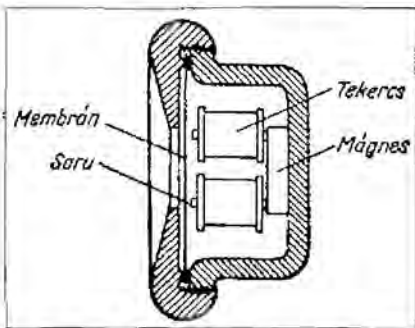
Detektoros készülékekben két helyen alkalmaztak kondenzátort, egyet a rezgőkörben és egyet a fejhallgatóval párhuzamosan, amely az egyenirányított jel nagyfrekvenciás komponensét zárta rövidre. Az utóbbi, legtöbb esetben csillámszigetelésű, 2000 cm kapacitású kondenzátor volt, de sokszor el is hagyták, mert a fejhallgató tekercs- és kábelkapacitása elegendő volt a feladathoz.

A rezgőkörben többnyire bakelit, csillám vagy légszigetelésű forgókondenzátort találunk, de olcsóbb készülékekben a rezgőköri kondenzátort az antennakapacitás képezte.

Mivel az adótól távol mindenképpen szükséges volt a hosszú, legalább 25 méteres magasantenna használata, tolokás detektoros készülékekben ez megfelelő vételel biztosított. Néhány készülék fixen volt a helyi adóra han-



1. fénykép. Forgókondenzátorok



8. ábra. Elektromágneses fejhallgató

golva egy csillámszigetelésű kondenzátor segítségével.

Kisméretű készülékekben használtak bakelitforgót, ez a rezgőköri veszteségeket növelte. Valamivel jobb volt a csillámforgó, de a csillám sok forgálás esetén hamar tönkrement. Drága, nagyméretű készülékekben alkalmaztak légszigetelésű forgókondenzátort, amelyek közül a legismertebb a TRT „Y” forgója volt. Az említetten kívül sokféle kivitelű és márkájú forgókkal találkozunk a készülékekben (1. fénykép). Az állomás(ok) beállítását könnyítette meg a nagyméretű, számskálával ellátott forgatógomb használata. A vevők rosszabb szelektivitása miatt finombeállítóra (mikrodial) nem volt szükség.

### Fejhallgatók

Az elektromágneses rendszerű telefonhallgatók konstrukciója már a XIX. század végén kialakult (Alexander Bell 1876). A drótnélküli telegráfia korában a telefonkészülékek hallgatójához képest megnövelt egyenáramú ellenállással készítették azt a kettős fejhallgatót (akkor telefontak nevezték), amelyet a detektoros vevőkhöz és a kisteljesítményű hangfrekvenciás erősítőkhez később is alkalmaztak [30]. A rádiótávíratok vételi távolsága jelentősen megnőtt a fejhallgatók használatának következtében, mivel azok működtetéséhez nagyon csekély ( $\mu\text{W}$ ) teljesítmény volt szükséges, és a távirász a szikradók jeleit jól meg tudta különböztetni a légköri zavaroktól. A fejlődést csak az mutatta, hogy a jobb mágnesanyagok használata következtében a fejhallgatók egyre kisebbek és könnyebbek lettek.

Az elektromágneses hallgató szerkezetét mutatja a 8. ábra. Egy állandó mágnes két pólusához csatlakozik két lágyvas saru, amely előtt vékony, ru-

galmas dinamólemez anyagú membrán, a lágyvas sarukon vékony huzalból készült tekerceselés van. A tekercesben folyó hangfrekvenciás áram ütemében mozog a membrán a mágnes előtt. A tekercesek szokásos egyenáramú ellenállása  $1000\ \Omega$ , a kettős fejhallgató négy tekerese így  $4000\ \Omega$ -ot tesz ki.

A fejhallgató működése és az érzékenység szempontjából a kritikus érték membránnak a lágyvastól való távolsága. Nagy távolságnál az érzékenység csökken, túl kis távolság esetén pedig nagy jelnél feltapad a membrán a mágnesre. Ezért készítették állítható membrántávolságú fejhallgatókat, de a legtöbb típusnál csak vékony papírgyűrű állítja be a szükséges távolságot. A töltéscsés hangszórókban alkalmazott elektroakusztikus átalakítók is hasonló felépítésűek voltak, csak valamivel nagyobb mágneseket, tekerceseket és membránt alkalmaztak.

A teljesség kedvéért kell megemlítenünk a hődrótos, a kondenzátor és a dinamikus fejhallgatókat, amelyeket a detektoros vevőkhöz nem alkalmaztak [31]. A V. G. Boriszov által említett kristályos (piezoelektromos) fejhallgató [13] viszont valószínűleg jó volt, nálunk valamilyen ok miatt nem tudott elterjedni.

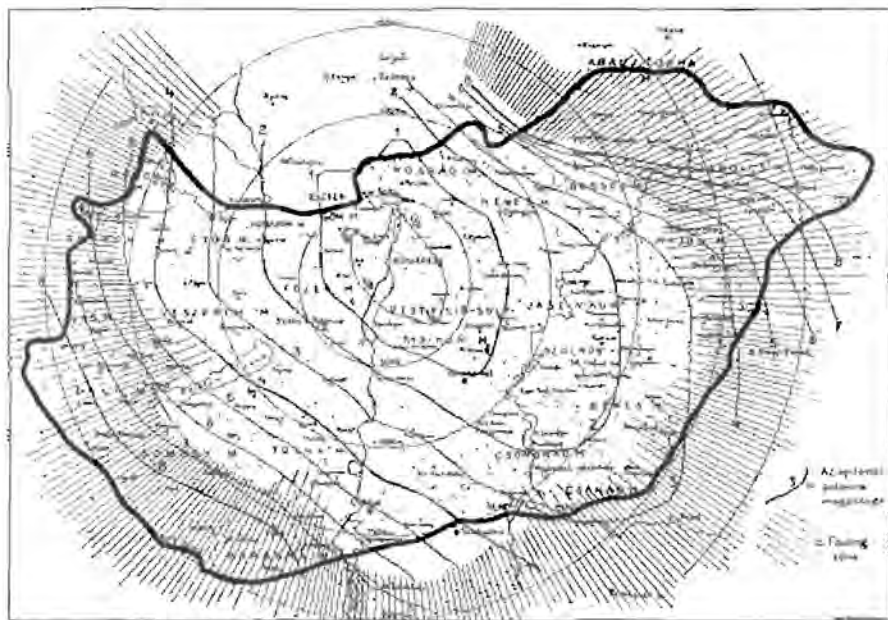
Sokféle fejhallgató volt forgalomban. Bár belső szerkezetük nagyon hasonló, egyenáramú ellenállásuk is azonos ( $4000\ \Omega$ ), érzékenységük és hangminőségük mégis jelentős különbsége-

ket mutatott. Néhány márkát említek a saját gyűjtemsem és a kereskedők katalógusai alapján. Hazaiak: TRT „Megohma”, TRT „Tetrafon”, TRT „Supreme”, TRT „Select”, Ericsson, Tungstam EV, Standard, BAPO, Ferro Stella. Gyakoribb import típusok: NORA, Blaupunkt „Ideal”, Blaupunkt „Aristokrat”, Telefunken „EH 333”, TE-FAG, ÖTAG, Saba, Stein stb.

### Antenna és földelés

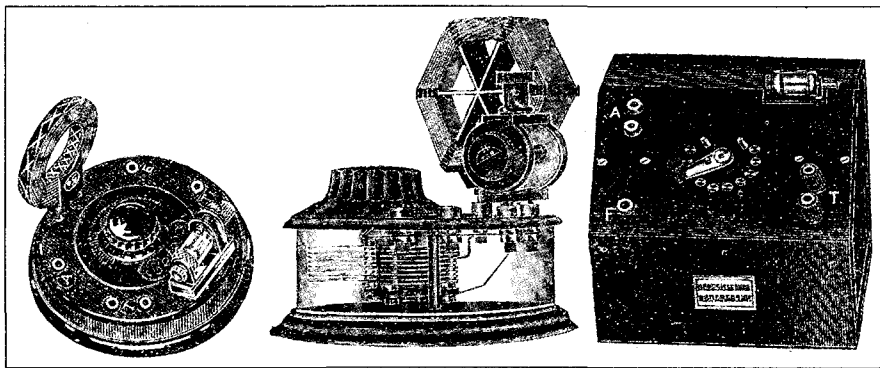
Mivel a detektoros vevő a működéséhez szükséges összes energiát az antennából nyeri, működését elsősorban az adótól való távolság, az antenna és a földelés kialakítása határozza meg.

A korabeli szakirodalom sokat foglalkozott a különféle antennák formájával, építésével. A városi körülmények között ezek ma már nem alkalmazhatók, ezért itt csak a legrészletesebb antennakönyvre hivatkozunk [32], amely már csak két antennaformát említ az AM vevőkhöz: a T és a fordított L antennát. A javasolt antennahossz 15–30 méter, minél magasabban, a levezetés lehetőleg rövid legyen, távol az elektromos zavarforrásoktól. Az antenna anyaga nem játszik szerepet, bármilyen megfelelő szilárdságú fém megfelel. Az antennával kapcsolatos számunkra fontos tudnivalókat foglalja össze a [33] cikk. Ebből kiderül, hogy a térerősséget az adótól való távolság függvényében közelítőleg a kö-



9. ábra. „Antenna térkép” 1929





10. ábra. Detektoros készülékek

vetkező képlet segítségével számíthatjuk ki:  $E = P^{1/2} / 4r$ , ahol  $P$  az adó teljesítménye (kW),  $r$  az adótól való távolság (km). Az antenna üresjárati feszültségének meghatározásához a térerősségnek kell szorozni az effektív antennamagassággal. A lakihegyi 20 kW-os adó beindítása után mérésekkel és számítással határozták meg az ország területén a detektoros vevők működtetéséhez szükséges antennák magasságát. Ezt ábrázolja Magyarország antenna-térképe amely a 9. ábrán látható [34]. Amennyiben az előbb említett számítást összevetjük a térképpel (sík területen), megtudjuk, hogy a szerzők kb. 10 mV antennafeszültséggel számoltak detektoros vételhez. Ha szignálgenerátorral kívánjuk bemérni vevőnket, ezt a kimenő feszültséget állítsuk be a műszeren, és csatlakoztassuk műantennán keresztül a készülékhez.

### Készülékházak

A detektoros készülékeknek három kiviteli formáját láthatjuk a 10. ábrán [35]. A korabeli készülékházak alakját

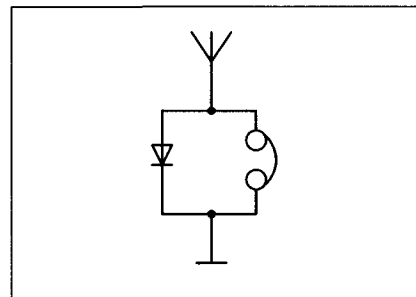
a divat, de leginkább az eladási ár határozta meg. Találkozunk pult, láda (szivarosdoboz), hengeres, téglatest és különleges formákkal.

A dobozok anyaga legtöbbször fa, bakelit, fém, de olcsóbb kivitelnél papír, celluloid is előfordul. Az egyes típusok ismertetésénél mindig megadjuk a készülékház formáját és anyagát.

### Detektoros vevő kapcsolások

Amennyiben előkerül egy régi detektoros készülék, többnyire hiányos állapotban, legtöbbször csak a dobozon található furatok alapján tudjuk felépítésüket meghatározni. Ha nem közismert gyári készülék, amely esetben van remény, hogy gyűjtőtársainknál hasonlókat találunk, nekünk kell az eredeti kapcsolást meghatározni. Ehhez a munkához jó, ha ismerjük, hogy a korabeli készülékeknél milyen megoldások voltak.

Érsek János, nemrég elhunyt gyűjtőtársunk rádióamatőr archívumából került elő egy „37 detektoros vevő kapcsolási rajza 1924–1940” című gyűjtemény, és ez még nem tartalmazta a



11. ábra. Hangolás nélküli detektoros

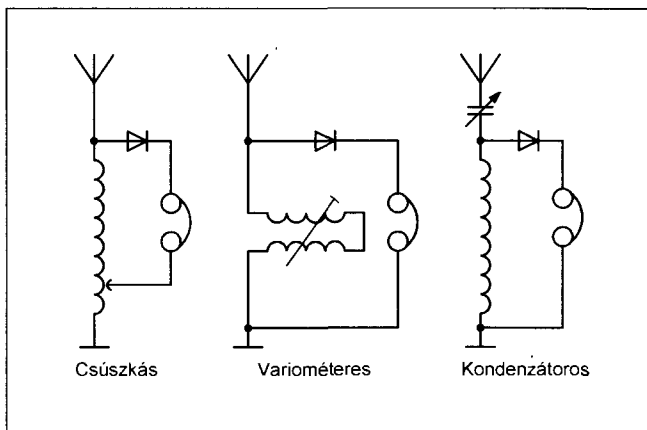
különlegességeket, mint pl. a kétkristályos ellenütemű és a Losev-féle rezgőkristályos erősítővel ellátott készülékek rajzait.

Egy 1926-os gyűjtemény 30 detektoros vevő kapcsolását közli magyarázatokkal, ebből az utolsó 10 a rezgőkristállyal kibővített [36]. Léteztek olyan készülékek, amelyekkel különböző detektoros kapcsolásokat lehetett egyszerű átdugaszolásokkal kipróbálni [37].

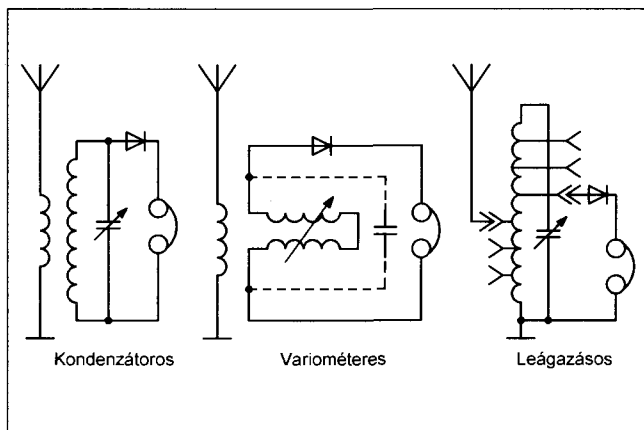
Hogy könnyebb legyen az olvasónak eligazodnia a sokféle kapcsolás között, megpróbáltuk a fő jellegzetességek alapján azokat csoportosítani. Az egyes csoportokon belül csak a leggyakoribb kapcsolásokat adtuk meg, kisebb eltéréseket nem vettünk figyelembe, hogy pl. a fejhallgatóval van-e párhuzamosan kondenzátor vagy nincs.

### Hangolás nélküliek

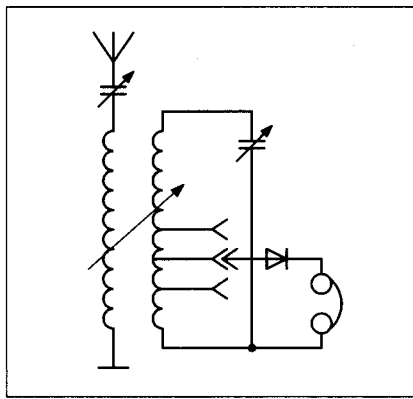
Az adó közelében, igen nagy antenna jel esetén tekercs nélkül a detektor és a fejhallgató egyszerűen párhuzamosan van kötve (11. ábra). A detektor vagy a fejhallgató érzékenységének mérésére, összehasonlításra szolgál.



12. ábra. Hangolt antennakörös rádiók



13. ábra. Hangolt rezgőkörös rádiók



14. ábra. Hangolt antenna- és rezgőkörös detektoros

### Az antennakör hangolt

Az antennakört hangolhatjuk induktivitással (csúszkás, variométeres), vagy az antennával sorba kötött forgókondenzátorral. A detektor vagy fix tekercsleágazásra, vagy másik csúszkára csatlakozik. A hangolt antennakörös készülékek hangerősek, de nem eléggé szelektívek (12. ábra). A harmincas évek elején egy egyszerű „tolókás” detektoros készülék fejhallgató és detektor nélkül 2 pengő 50 fillérbe került.

### A rezgőkör hangolt

Az antenna hangolatlan (aperiodikus), a rezgőkört induktivitással vagy forgókondenzátorral hangolják. Az antennacsatolást az antennatekerccs és a rezgőköri tekercs egymáshoz való távolságával lehet szabályozni. Az antenna és a detektor csatlakozhat egy-egy rezgőköri tekercsleágazáshoz. A detektoros rádióknál ez a leggyakoribb kapcsolás (13. ábra). Egy ilyen, ún. „Super Select” készülék ára díszes kivitelben 25 pengő volt.

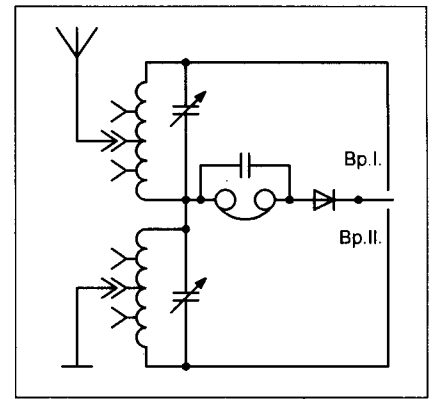
### Az antenna- és a rezgőkör is hangolt

A legérzékenyebb és a legszelektívebb készülék, hátránya, hogy két forgókondenzátort igényel, kettősforgó használat esetén az együttfutást csak azonos kapacitású antennához lehet beállítani (14. ábra).

### Hullámszűrős készülékek

A nagyteljesítményű (130 kW) lakisági adó beindulása után (1933.), aki Bp. II. adását is kívánta detektoros vevővel hallgatni (840 m), az kénytelen volt Bp. I-re hangolt hullámszűrőt, más

szóval hullámcsapdát alkalmazni. Ekkor készítették a 15. ábrán látható kapcsolású kétrezgőkörös vevőket, amelyeknél az egyik rezgőkör Bp. I-re, a másik Bp. II-re volt hangolva. A detektor kapcsolása szerint a bekapcsolt rezgőkör volt a vevő, a másik a hullámszűrő rezgőköre. A tekercseket a jobb szelektivitás érdekében leágazással készítették. A két forgókondenzátor alkalmazása miatt ezek a készülékek a drágább kategóriába tartoztak (Zelenka László „Zenith D” készüléke és ugyanez vasmagos tekercsekkel a „Remix detektoros”).



15. ábra. Hullámszűrős készülék

### 2. táblázat. Márkás detektoros készülékek

Gyártó	Típus	Forma	Anyaga	Hangolás	Évszám	Kép
TRT	Telon	pult	fa	variométer	1924–26	1.
TRT	Viktoria	téglatest	fa	variométer	1924–26	2.
TRT	Favorit	hengeres	fém	variométer	1924–26	3.
TRT	Perfactor	hengeres	fém	forgókond.	1924–26	3.
TRT	Champion	különleges	bakelit	csill. forg.	1924–26	4.
Süss	detektoros	téglatest	fa		1924–26	5.
Ericsson	detektoros	lapos	karton	variométer	1924–26	6.
Ericsson	U11	hengeres	fém	variométer	1924–26	7.
Süss	SRT Rod.4	téglatest	fa	forgókond.	1928–30	8.
Süss	SRT 300	téglatest	fa	forgókond.	1928–30	
BAPO	detektoros	pult			1928–30	9.
BAPO	Liliput	hengeres		fix	1928–30	10.
BAPO	Super select	láda	bakelit	forgókond.	1928–30	11.
Süss	SRT 302	téglatest			1930–32	12.
Süss	SRT 304	láda			1930–32	13.
Rikert Radio	SRT detektoros	láda		forgókond.	1930–32	14.
Belgradio	No 11	téglatest		leágazás	1930–32	15.
Belgradio	No 22	téglatest		forgókond.	1930–32	16.
Belgradio	Bp. – Wien	láda		kéthangoltkörös	1930–32	17.
Bodnár Jenő	Pozsony	téglatest		leágazás	1930–32	18.
B. J.	Temesvár	téglatest			1930–32	
B. J.	Kassa	láda		csill. forg.	1930–32	
B. J.	Bioflex	láda			1930–32	19.
B. J.	Kolozsvár				1930–32	
Rádió-centr.	Centrodex I.				1930–32	
Rádió-centr.	Centrodex II.				1930–32	
Rádió-centr.	Centrolux				1930–32	
Orion	100	téglatest	bakelit		1932–34	20.
Belgrádió	Jubileum	különleges			1932–34	21.
Pallace	Pallaphon Duplex	láda			1934–36	
BAPO	Draloperm				1936–38	22.



Márkás készülékek

### Különleges kapcsolások

Ide tartoznak a kétdetektoros, ellenütemű, a feszültségkétszerező, a sávszűrős bemenetű, az előfeszített detektoros (karborundum) stb. kapcsolások. Terjedelmi okokból ezekkel nem tudunk külön foglalkozni, néhány megoldást később megemlítenk.

Létezett más csoportosítás is: az egytekereses készülékeket sokszor primerkörös vevőknek, a kéttekereseket, amelyeknél az antennatekereset többnyire nem hangolták, szekunderkörös vevőknek hívták, de készítették terciérkörös vevőt is, ennek ismertetésére még visszatérünk.

### Márkás készülékek

A százféle amatőr és kisipari összeszerelésűek mellett voltak nagyobb gyárak és műhelyek által előállított „profik” készülékek. Ezeket próbáltuk összegyűjteni a [38] forrás és a gyűjtők lapjában eddig megjelent leírások alapján. A készülékekről ismert adatokat a 2. táblázat tartalmazza. Azokról, amelyekről valamilyen ábrázolás fennmaradt, képet is mellékelünk, mivel a legtöbbről hiányzik a márkajelzés. Ézzel szeretnénk megkönnyíteni az azonosítást.

A Nostalgia Rádió Egyesületben végzett gyűjtő és feltáró munka eredményeként, remélhetőleg idővel egyre teljesebb lesz a lista. Érdekes, hogy a nagyobb hazai cégek közül a Standard és a Philips gyáraknak egyetlen detektoros készüléke sem ismert, és az Orion is csak 1934-ben hozott ki egy típust.

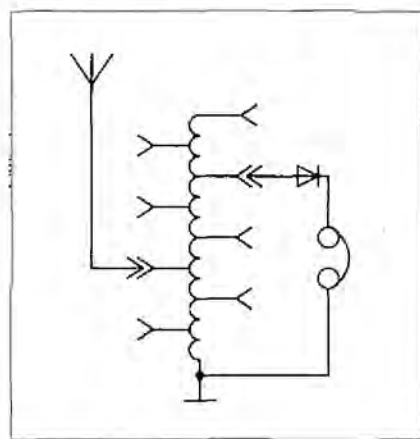
### Néhány készülék részletes ismertetése

Mivel a már említett cikkben [27] néhány építési leírás szerepelt, egy tolokás, egy lapos tekereses és egy „Super Selekt” típusú detektoros vevőről, ebben a fejezetben csak néhány külön-

ges készüléket ismertettek. Az egyes készülékekhez tartozó tekeresadatokat a 3. táblázat tartalmazza.

### Egyszerű detektoros

Még a tolokás vevőnél is egyszerűbb és olcsóbb készülék leírása található meg a Makai István kis könyvében [14]. A szerző még emlékezhetett arra az időre, amikor a kereskedők azoknak a vevőknek, akik detektort és fejhallgatót vásároltak, kis lapos készüléket ajándékoztak. Ez a vevő egy „vadul” megtekereselt, leágazásos légmagos tekeresből áll. A hangolása hasonló módon történik, mint a tolokás detektorosé, csak nem menetenként, hanem leágazásonként történik a tekeres induktivitásának változtatása. A rezgőkör kapacitását az antenna és a tekeres önkapacitása alkotja. A fejhallgatóval sorba kötött detektor szintén valamelyik leágazásra kapcsolható. Az eredeti „ajándék” készülékeknél – hogy még olcsóbbak legyenek – a banánhüvelyeket csőszegek helyettesítették. A kapcsolási rajzot a 16. ábrán, az ajándék készüléket a 2. és 3. fényképeken (Kóger László



16. ábra. „Egyszerű” detektoros

3. táblázat. Tekercs adatok a készülékekhez

Készülék	Tekercs	Sablon Ø	Menet-szám	Leágazás	Huzal Ø
„Egyszerű”	Szoros	4 cm	84	12 menetenként	0,3 mm ZP
Bakelitforgós	Kosárfonat	7 cm	55	15. és 40. menetnél	0,5 mm ZP
Hangszórós csöves	Egysoros	7 cm	60	20. és 40. menetnél	0,5 mm ZP
Közbensőkörös	Kosárfenek	2,5 cm	25 75 50 60		0,4 mm ZP





2. fénykép. „Ajándék” készülék



3. fénykép. „Ajándék” készülék szerelése



4. fénykép. „Egyszerű” detektoros



5. fénykép. „Egyszerű” detektoros szerelése

gyűjtéséből), egy dobozfedőben utánépített, korhú változatot a 4. és 5. fényképeken láthatjuk. Egy ilyen tekercs jósága csak 30 és 50 között változik. Ennek ellenére 1933-tól, a lakihegyi nagyadó beindulása után ezek a készü-

lékek Budapesten használhatók voltak. Kis méreteiből adódóan azután számtalan változat született. Beépítették zsebóra tokba, zsebnaptárborítóba, még a fejhallgató bakelit házába is.

Az egyszerű készülék modern változata volt az ún. „töltőtoll” detektoros, amelyben egy vasmagos hangolási tekercs volt állandó kapacitású kondenzátorral és germánium diódával [39].

### Bakelitforgós készülék

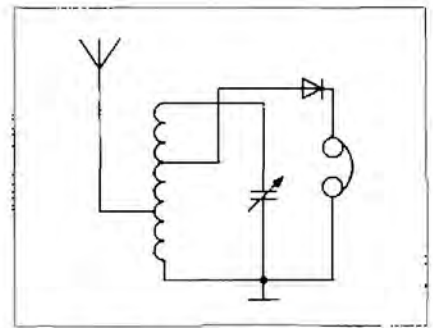
Valamivel szelektívebb, de kisméretű készülék építhető kosárfonat tekercs és bakelitforgó felhasználásával. A készülék méretét a tekercs szélessége határozza meg, a bakelitforgó a tekercsen belül van elhelyezve. A tekercsen a leágazások az 1/3 és 2/3 teljes menetszámnál vannak, a detektor a 2/3 résznél, az antenna az 1/3 résznél csatlakozik. A kapcsolási rajzot a 17. ábrán, a készüléket a 6. és 7. fényképeken láthatjuk. A rezgőkör jóságát a bakelitforgó használata az előbb említett tekercs szintjére rontja. Ennek az alaptípusnak is számtalan változata ismert: hengeres bakelit vagy fémdobozban, amatőr készülékekben.

### Közbensőkörös (tercier) detektoros

Mindig foglalkoztatta az amatőrök fantáziáját azok a készülékek, amelyekben sok forgatógomb és kezelőszerv volt, hogy milyen vételi eredményeket lehet ezekkel elérni. Nézzük az egyszerű készülékek után egy ilyen vevő építési leírását. Valóban voltak a maguk idejében forgalomban ilyen drága készülékek, amelyeken legalább két rezgőkört hangolni és amellet a tekercsek csatolását is állítani lehetett. Egy tercierkörös vevő leírását találtam a – húszas években nálunk is nagyon olvasott – osztrák ÖRA folyóiratban [40]. Ennek a készüléknek a képe látható a 18. ábrán.

Hasonló készülék leírását közli Ernyei Frigyes kis könyvében [41], és Kóger László talált egyet a használtcikk piacon [42] (8. és 9. fénykép). Érdemes megépíteni, ha van egy nagyobb ládánk és két légforgónk. A szerelésnél csak arra figyeljünk, hogy – az induktív csatolás elkerülése érdekében – a két tekercsszerelvény egymástól távol és egymásra merőlegesen legyen elhelyezve.

A készülék kapcsolási rajzát a 19. ábrán láthatjuk.



17. ábra. Bakelitforgós készülék



6. fénykép. Bakelitforgós készülék



7. fénykép. Bakelitforgós készülék elrendezése



18. ábra. ÖRA „tercier” vevő





8. fénykép. Eredeti „tercier”  
közbensőkörös



9. fénykép. Eredeti közbensőkörös  
belülről

*Detektoros vevő kétrácsos erősítővel*

Ha valaki elunta, hogy állandóan a fülén van a fejhallgató, és nem lakott olyan közel az adóhoz, hogy rádiója hangszórót működtessen, épített egy egyfokozatú erősítőt a detektoros rádiója után. Az üzemeltetés szempontjából a legolcsóbb a kétrácsos (tértöltés-rácsos) cső volt, mert a drága anódeleppel helyett elegendő volt néhány lapos-elemből összeállított 15–20 V-os tápfeszültség. Igaz, hogy arányosan kisebb volt a hangerő is. A számtalan folyóiratcikk közül csak egy építési leírást említünk [43], amely alapján a bemutatott vevő készült. Az ilyen összeállításnak az volt az előnye, hogy az elem kimerülése esetén detektoros vevőként lehetett használni.

A kapcsolási rajzot mutatja a 20. ábra. A rezgőköri tekercs 8 cm átmérőjű papírbengerre készült Ø0,6 mm-es huzalból. Nagyon szép korhű tekercset tudunk készíteni zöld pamutszigetelésű huzalból. A forgókondenzátor TRT gyártmányú „Y” forgó.

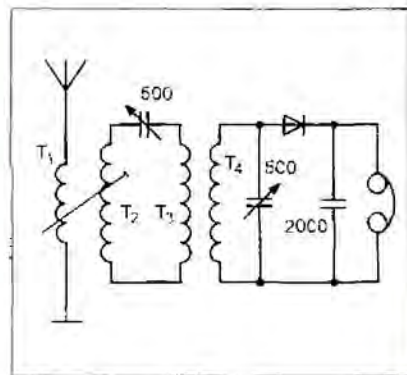
A hangfrekvenciás jelet egy „nidertrafó” primertekercsére vezetjük. A trafó áttétele legyen minél nagyobb (1:3, 1:6). A kétrácsos cső vezérlőrácsa

(a második) előfeszültséget a negatív fűtésvezetékéről biztosítjuk, az első (tértöltés) rács kb. +10V; az anód +20V feszültséget kap. A fűtőtelep benne lehet a dobozban, az anódeleppel, a detektor és a hangszóró banánehüvelyekre csatlakozik.

A fűtőkörben elhelyezkedő 30–50 ohmos változtatható „izzítóellenállás” szolgál egyben a fűtés kikapcsolására, mert egyik végállásban a csúszka lefut a huzalról. A készülék hangszórója egy fejhallgatóból kialakított tölcéses szerkezet. A készülék kinézetét és belső elrendezési rajzát a 10. és 11. fényképen láthatjuk.

Tudom, hogy szinte lehetetlen ma már beszerezni a rajzon megadott Philips A 441 típusú csövet (Tungsram megfelelője DG 407), de a később gyártott alacsonyfeszültségű pentódát, a DP 105-öt is.

Aki mégis szeretne ezzel a csővel nosztalgia készüléket építeni, annak Nagy Attila kollégánk talált egy orosz 21-es színűveg telepes végerősítő pentódát, a 4P11 típusjelűt, amely kapható a HAM-bazárban is, és kiválóan megfelel kétrácsos csőnek [44]. Lásd a Kétrácsos (tértöltésrácsos) csövek és helyettesítésük c. cikket!



19. ábra. Ernyi detektoros

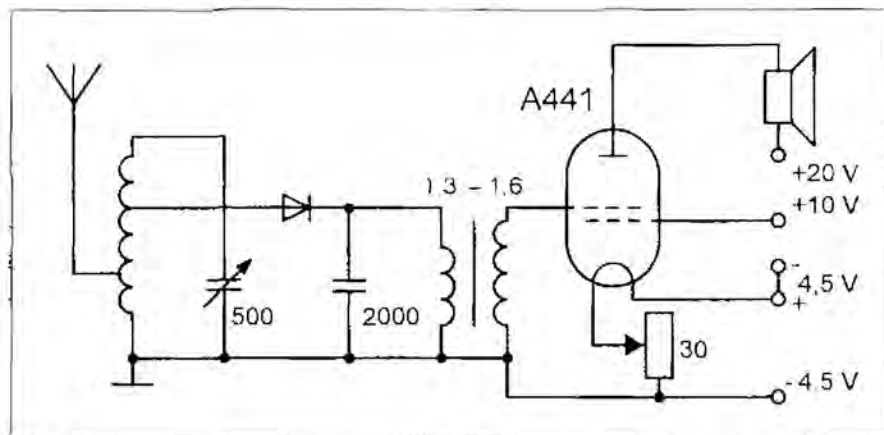
*Különlegességek*

Az osztrák Museums Bote folyóirat közölte a 21. ábrán látható „tolókás detektoros” leírását és fényképét, amely a 2. világháború előtt a nálunk is ismert „Matador” faépítő játék rádió kiegészítése felhasználásával lehetett elkészíteni.

Az elhasznált borotvapengét fel lehetett használni detektor készítésére. Egy kihegyezett rövid grafitceruza volt a tű, a grafitrud másik végére csatlakozott a vezeték, a penge volt a másik elektróda. Ilyen „álcázott detektorral” felszerelt, könnyen szétszedhető és elrejthető készülékeket találtak Olaszor-



10. fénykép. Detektoros készülék  
erősítővel

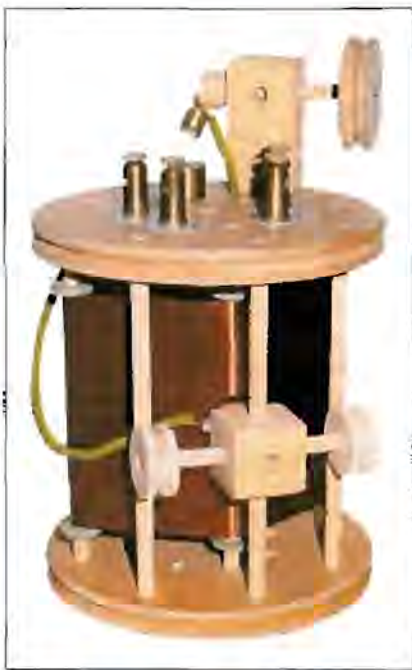


20. ábra. Detektoros egycsőes erősítővel



11. fénykép. Erősítő készülék  
szerelése





21. ábra. Tolókás detektoros

szághban a koncentrációs táborok felszabadítása után [45].

Befejezésül egy kiegészítés a „hangszórós detektoros” vevő témájához. Hivatalos rádiószerviz és kereskedő katalógusában csak egy hirdetést találtam Belgráder Jenő 1937-es Rádió katalógusában: „9175-ös ORION hangszórós, detektoros BELGRÁDIO”. Ennek a készüléknek csak annyi köze volt az Orion gyárhoz, hogy annak a 7221 (1933) és 7226 (1934) típusú készülékeihez készült, kápolna formájú dobozába építették be. A készülék felépítését nem ismerjük, de a reklám szerint „a lakihegyi nagyadó 20 km-es körzetében tetőantennával és földvezetékekkel szép teljesítményt ad”. Ára: 24,80 pengő volt. Mivel a cég ugyan ebben az évben reklámozta a 9175 számú új „Orion speciális detek-

toros hangszóróját”, valószínűleg ez a lengőnyelves hangszóró került beépítésre.

#### Trodalom

- 1 Fabio Courmoz, Alessandro Battocchio: La Radio a Galena (Mose' Edizioni 2002.)
- 2 A csepeli rádió-állomás 10 éves története 1914–1924 (Ajtosi Dürer kiadó hasonmás kiadása 1995.)
- 3 Sugár Gusztáv: Megszólal a rádió (Ajtosi Dürer kiadó 1993.)
- 4 Balas B. Dénes: A csepeli rádióállomás néhány műszaki berendezése (RTÉK 1999.)
- 5 Molnár János: A rádiótelefon elméleti és gyakorlati ismertetése (Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet 1924.)
- 6 Háromlángpás Browning–Drake vevőkészülék (Rádió Amatőr 1927/7–8.)
- 7 Neuhold Kornél: A vevőkészülékek történelmi fejlődése (A rádió kincsestára, Rádió Újság Lapvállalat kiad. 1935.)
- 8 A 10 éves Magyar Rádió 1925–1935 (Ajtosi Dürer kiadó hasonmás kiadása 1995.)
- 9 Makai István: Egyszerű rádiókapcsolások (A szerző kiadása 1944.)
- 10 Sztrokay Kálmán: A rádió (Singer és Wolfner kiad. 1924.)
- 11 Balog A.: Kristálydetektoros rádiókészülék (Népszava kiad. 1925.)
- 12 Erney Frigyes: A rádió ábécéje (Tolnai kiad. 1929.)
- 13 V. G. Boriszov: A kezdő rádióamatőr I. kötet (Népszava kiad. 1954.)
- 14 Makai István: Kis rádiókészülékek építése, működése (Népszava, Kis technikus könyvtár 1956.)
- 15 Füvesi Gyula: Első rádiókészülékem (MHSz Rádióamatőr füzetek 2. 1959.)
- 16 Molnár, Jovitz: Rádiók könyve 1. Kiadás (Ajtosi Dürer kiadó 1994.)
- 17 Dr. Szalay Béla: Rádiótechnika (Stephanum Nyomda kiad. 1948.)
- 18 Kádár Géza: Bevezetés a rádiótechnikába (MK 1953.)
- 19 Gellért Endre: A rádióvevőkészülék (MK 1955.)
- 20 Mende Jenő: A drótnélküli telegráfia (Dick Manó kiad. 1921.)
- 21 Molnár János: A rádiótelefon elméleti és gyakorlati ismertetése 3. Kiadás (Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet kiad. 1926.)

- 22 John N. Shive: A félvezetők fizikája (MK 1963.)
- 23 Váraljai Vilmos: Kristályerősítők (RFT 1949. július)
- 24 Mende Jenő: A rezgő kristályokról (Rádió Amatőr 1926. november)
- 25 Ferenczi Odon, Mitro Sándor: Félvezetődiódás elektronikus áramkörök (MK 1973.)
- 26 Köger László: A detektorokról (I., II. rész) (Nostalgia Rádió Hírújság 2002. október, december)
- 27 Simoncsics László: Detektoros vevőkészülék építése (RT 2002/1.)
- 28 Khayil István, Rada István: Rádiólexikon (A szerzők kiadása 1926.)
- 29 A Magyar Rádió Amatőr Rádió Lexikona (Korvin Testvérek Grafikai Intézete 1929.)
- 30 Dr. Eugen Nesper: Der Radio-Amateur „Broadcasting” (Springer kiad. Berlin, 1924.)
- 31 Molnár, Jovitz: Rádiók könyve 1. kiadás (Ajtosi Dürer kiad. 1993.)
- 32 Karl Rothhammer: Antennakönyv 3. kiadás (MK 1977)
- 33 Schlick Aurél: Építsünk-e magasantennát? (RT 1954/7-8.)
- 34 Molnár János II. Hibakeresés és készülék karbantartás (Győző Andor kiad. 1929.)
- 35 Zakariás János: A rádió vezérfonala (Dénes Testvérek R. T. kiad. 1929.)
- 36 Adorján Pál: 150 rádiókapcsolás (Athenaeum kiad. 1926.)
- 37 Muck Sándor: Univerzális kristálydetektoros készülék (Rádió Amatőr 1927/11.)
- 38 Rózsa Sándor: Magyar rádiókészülékek katalógusa (CD ROM, a Postai és Távközlési Múzeumi Alapítvány kiad. 1999.)
- 39 – ötbété –: „Töltőtoll” detektoros (RT 1960/6.)
- 40 E. G.: Detektorepfanger (Österreichischer Radio Amateur 1927/4.)
- 41 Erney Frigyes: A rádió ábécéje (Tolnai Rt. kiad. 1929.)
- 42 Köger László: Detektoros készülék a '20-as évekből (Nostalgia Rádió Hírújság 2005. április)
- 43 Lemberger Marcel: Kristálydetektoros készülék, kétrácsos erősítővel (MRU 1928/28.)
- 44 Nagy Attila: Érdekes kísérlet a „Nagydynnal” (Nostalgia Rádió Hírújság 2003. február)
- 45 La Radio nei campi di concentramento (Antique Radio Magazine No. 64)

### KEDVEZMÉNNYEL » A MAGYAR RÁDIÓZÁS HŐSKORA « c. könyvsorozat köteteit ajánljuk

Érsek János HA2MP

**Rövidhullámú**

**amatőr rádiózás**

A kezdetektől 1944-ig

280 oldal, 1990 Ft

Sugár Gusztáv

**A néprádiótól**

**a műholdas televízióig**

300 oldal, 1990 Ft

Sugár Gusztáv

**A színes televízió és a**

**sztereó rádiózás**

224 oldal, 1990 Ft

Molnár György

**Molnár János élete**

**70 év a Sándor utcában**

122 oldal, 1990 Ft

Sugár Gusztáv

**Megszólal a rádió**

300 oldal, 1990 Ft

Stefanik Pál HA5BT

**A magyar rövidhullámú**

**amatőr rádiózás**

**története 1945–1955**

242 oldal, 1990 Ft

A könyvek megvásárolhatók, postai utánvétellel (csomagolás+postaköltség felszámításával) megrendelhetők a **szerkesztőség**nél, Budapest XIII., Dagály u. 11. l. em. 130. ☎ Budapest, Pf. 603. H-1374 ☎ ☎ 239-4932, 239-4933 ☎ [hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu)



# A reset szerepe és megoldásai a mikrovezérlőknél

Dr. Madarász László

A mikrovezérlők biztonságos működésének egyik legfontosabb záloga a sokoldalú, hatékony reset-működés. Ez a kijelentés első hallásra meglepő lehet, hiszen a mikroszámítógépek, a mikroelektronika világában azt szoktuk meg, hogy egy processzor indulásakor megtörténik a reset, azután pedig a folyamatos munkavégzés közben ez a funkció nem is szükséges.

Az első ilyen gondolatunkat követően azonban idézzük fel, mi történik, ha a PC vagy a laptop feloldhatatlan szoftverhelyzetbe kerül, ha lefagy. A felhasználó a hibaizenetet elolvasva reseteli a gépet, újraindítja a rendszerprogramot, az alkalmazásokat, és ha szerencséje van, akkor minimális adatvesztéssel folytathatja a munkáját. Azt, hogy a leggyakrabban használt operációs rendszerben szinte nincs is más gyógymód a hibák elhárítására, mint a számítógép újraindítása, már sokszor viccekben is kifigurázták. Maga az eljárás azonban valóban eredményes, az újraindított szoftverelemek a korábbi futási hibától (legalábbis az induláskor) mentesek, így a gép ismét dolgozni fog.

A viccelődést, a bosszankodást a PC esetében az váltja ki, hogy sok más, kellemesebb megoldást is el tudnánk képzelni a hibák bekövetkezésekor azok elhárítására, nem mindjárt a resetet. Hiszen ott ülünk a monitor előtt, elképzelhető, hogy néhány ujjmozdulattal a hibás működésből a gépet ki lehetne „rántani”.

Más a helyzet a mikrovezérlőknél. A mikrovezérlőkkel nem PC készül, hanem általában kezelő nélkül, elrejtet-

ten, beépítetten működnek. Ebben a helyzetben az esetleges hibás működéskor magának az áramkörnek kell megoldania a hiba elhárítását, s erre a reset egy jó megoldás. A hibás működés következtében a mikrovezérlő „eltévedhet” a programmemóriában, tévesen értelmezhet programrészleteket, esetleg adatsorokat kezelhet programkódként, hasznos adatokat törölhet vagy átírhat, hamis kimeneti jeleket állíthat elő. Mindezeket a hibás működés kialakulásakor a lehető leggyorsabban meg kell akadályozni, s ennek az „ön-gyógyításnak” a hatékony eszköze a reset.

A mikrovezérlőknél tehát a reset két legfontosabb feladata az, hogy bekapcsoláskor, induláskor az áramkör biztonságosan tudja elkezdni a programja végrehajtását, munkája közben pedig, ha hibás működés alakul ki, akkor a resettel lehetővé váljon az ismételt indulás, a hibamentes további működés.

A következő oldalakon a reset kezelésével, működésével foglalkozunk. Megvizsgáljuk, hogyan valósítja meg a biztonságos bekapcsolást és milyen működési hibák esetén biztosítja a további hibamentes működés lehetőségét.

Két megjegyzést szeretnénk tenni. Az egyik az, hogy a továbbiakban a vezérlőjelek értékét, állapotát általában a rajtuk lévő logikai szinttel fogjuk jelölni. Az alacsony szintet **L** (LOW), a magasat **H** (HIGH) jelzi majd. A tárolók, a regiszterek, a számlálók tartalmát, a címetek, az adatokat többnyire **0** és **1** értékekkel, illetve az azokkal kialakított kódszavakkal fogjuk megadni, ahogyan ez a gyakorlatban is szokásos.

A másik megjegyzés, hogy a témánk, a reset-esemény helyesírása jelenleg van kialakulóban. Ebben a cikkben az angol szót használjuk majd a folyamat jelölésére (reset), a megfelelő jelek nevét pedig nagybetűkkel fogjuk megadni (pl. **RESET** vagy **RST**). Nagybetűkkel szerepelnek majd a cikkben előforduló utasításnevek (pl. a **SLEEP** utasítás) is. (A *Rádiótechnikában* általában a magyarosabbnak tűnő, leg-

alábbis fonetikussá átvitt „reset” szokott szerepelni, de a szerző szándéka szerint jelen cikkben meghagytuk az angol eredetit. A szerk.)

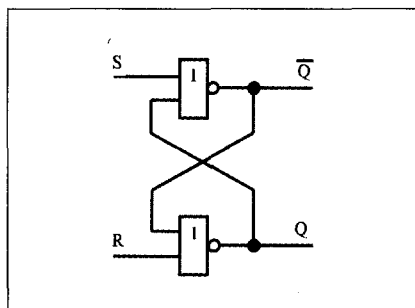
## 1. Reset az SSI-MSI áramköröknél

A kombinációs hálózatok kimeneti értékei a bemenetek pillanatnyi logikai értékétől függenek. Ezeknél nincs értelme törlésről, törlő bemenetről beszélni. Más a helyzet a sorrendi hálózatoknál.

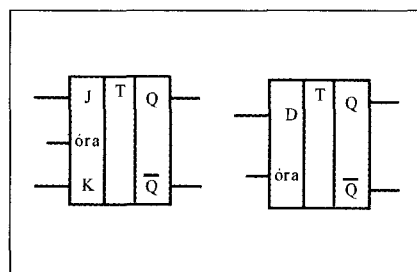
A reset-működés a tárolókat tartalmazó (sorrendi vagy időrendi) áramkörök, logikai hálózatok egyik lényeges működési eleme. A legkisebb sorrendi hálózatok, a tárolók maguk is igénylik ezt a lehetőséget. A tárolóknak két logikai állapotuk van, az állapotokat vezérlőjelekkel lehet beállítani. A vezérlőjelek száma, jellege a tároló típusától függ. A tároló lehet törölt állapotú (amikor a tárolt bit értéke **0**), és lehet beírt állapotú (amikor a tárolt bit **1**).

Az órajel nélküli (ún. aszinkron) tárolók vezérlőjelei közvetlenül kiváltják a két állapotot. Az SR tároló (**1. ábra**) két vezérlőjelét ezért éppen e két működési fázisról nevezték el, az **S** (set) a beíró bemenet, az **R** (reset) a törlő hatású bemenőjel. Az **R** bemenet itt valóban törlő bemenet, az előzőleg beírt (**1** értéket őrző) tárolót törölt állapotba viszi (azaz a tárolt bit értéke **0**-ra változik a hatására). Ha az **R** bemenet aktivizálódik (logikai **1**-et, **H** szintet kap), akkor a tároló azonnal törölt állapotba kerül, a **Q** kimenet logikai **0** értéket vesz fel.

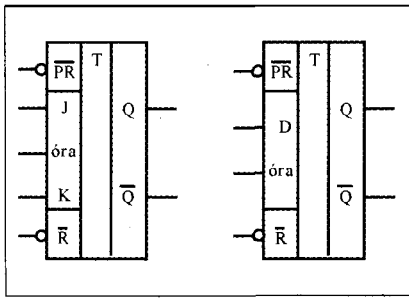
A szinkron sorrendi hálózatok építőkövei a szinkron tárolók. Ezek órajel-



1. ábra



2. ábra



3. ábra

lel szinkronizált működésűek. Az SR is kialakítható szinkron változatban, de a gyakorlatban a JK és a D tároló (2. ábra) terjedt el. A J, a K illetve a D bemenet segítségével elérhetjük, hogy órajelnél a tároló törölt állapotba kerüljön. A szinkron tárolóknál azonban akkor szoktunk reset lehetőségről beszélni, ha külön erre a célra aszinkron működésű (azaz az órajeltől független) resetjellel is rendelkezik. A 3. ábrán ilyen, aszinkron módon is vezérelhető JK, ill. D tárolót látunk.

A szinkron tárolóknál gyakran két aszinkron vezérlőjelet is használnak, az egyik a tárolót törli, azaz 0 értékre állítja, ez az R-bar, azaz RESET, a másik beírja, 1 értékbe vezérli, ez a PR, azaz a PRESET. Az aszinkron vezérlőjelek függetlenek az órajeltől, a szinkron bemenetektől (azaz a J-től, a K-tól illetve a D-től), azt is mondhatjuk, hogy erősebbek az aszinkron jelek, mint a szinkronok.

Az, hogy az aszinkron vezérlőjelek jelenél felülhúzást is látunk, azt jelenti, hogy azok alacsony (L) szinten aktív jelek, azaz akkor váltják ki a megfelelő hatást, ha L szintet vezetünk rájuk, s ha nem kívánjuk pillanatnyilag használni ezeket, akkor H szintet kapnak.

A tárolókat tartalmazó integrált áramkörök a kis integráltságú csoportba tartoznak (SSI, kismértékben integrált áramkör).

A közepesen integrált (MSI) áramkörök között több olyat is találunk, amelyiknél reset-jelet is alkalmaznak. A közepesen integrált áramkörökben logikai alapegységeket képeznek ki, pl. léptetőregisztereket, számlálót. A számlálóknál igen lényeges, hogy resetelhető legyenek. Az alkalmazásokban bármikor adódhat olyan helyzet, hogy előlről kell kezdeni a számlálást, ehhez az áramkörben be kell állítani a tiszta 0 tartalmat, ezt teszi meg a resetjel. A 4. ábrán két népszerű aszinkron

számláló IC logikai rajza látható példaként.

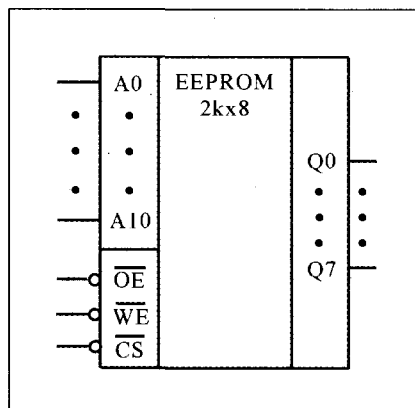
A 74LS93 (4.a ábra) egy egybites és egy hárombites aszinkron számlálóegységet tartalmaz, melyeket kaszkádba kapcsolva négybites számlálót kapunk. Ez 0-tól 15-ig (binárisan 0000-tól 1111-ig) számol. A két számlálóegységnek közös törlőáramköre van, amit két bemenőjel (R1 és R2) együttes H szintje működtet. Ha tehát az R1 = H ÉS az R2 = H, akkor a számláló minden kimenete 0 értékű.

Érdekesebb a 74LS90 működése. Ez is két részletből áll. Kaszkádba kapcsolva ezeket tíz különböző érték tud kialakulni, binárisan 0000b – 1001b között számlál. Ezek az értékek a decimális 0d – 9d értékek megfelelői, ezért decimális számlálónak is hívják az áramkört. Két pár vezérlőjelet láthatunk a 4.b ábrán. Az R01 és az R02, ha mindkettő egyidejűleg H szintű, a számlálót 0000b állapotba viszi, ezek tehát a törlőjelek. Az R91 és az R92, ha egyidejűleg H szintűek, akkor a számlálót az 1001b, azaz 9d értékre állítják. Ezért ezt a jelpárost „9-be törlő jelnek” szokták nevezni.

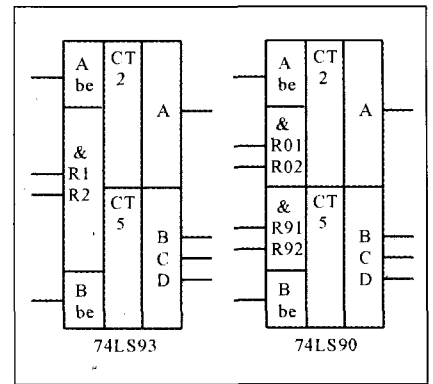
## 2. A memóriák resetelési lehetősége

A memóriák két nagy csoportot alkotnak. Az írható-olvasható RAM áramköröknél semmilyen resetelési lehetőség nincs. Ezek a tápfeszültség kikapcsolásakor elveszítik a tartalmukat, a bekapcsolás után véletlenszerű értékeket találunk bennük.

A memóriááramkörök kapacitása igen gyorsan nő, a teljes IC tartalmának törlésére a gyakorlatban nincs szükség. Ha mégis előfordul, hogy 0-kkal kell feltölteni egy SRAM minden rekeszét



5. ábra



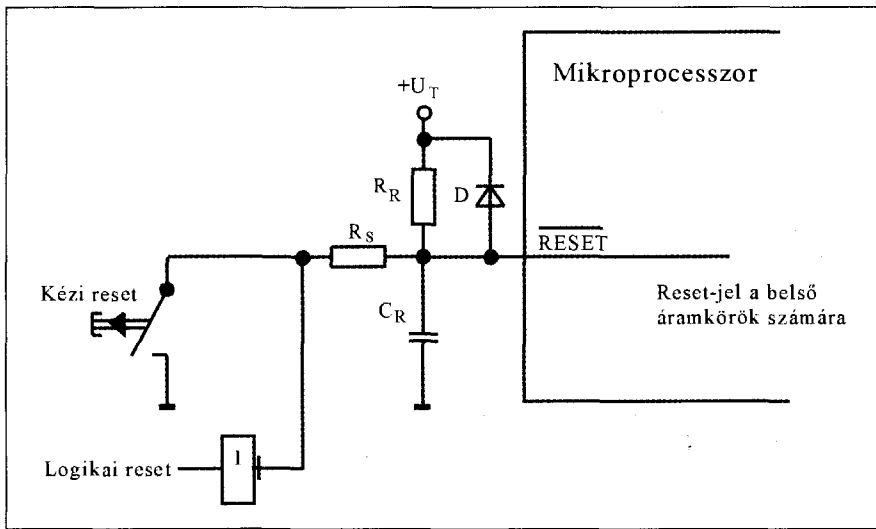
4. ábra

(pl. teszteléshez), akkor sorozatos írással lehet megoldani ezt a feladatot.

A másik nagy csoportot a ROM-változatok alkotják, amelyek csak olvasható tárolók. Ezek egy részénél az egyszer beírt tartalom a továbbiakban nem módosítható, vannak azonban törölhető és újra programozható ROM-változatok is. A törlés azonban ezeknél az áramköröknél nem egy RESET vezérlőjel hatására valósul meg!

A maszkprogramozott ROM és az olvadóbiztosítók kiegészítésével programozható PROM tartalma nem törölhető. Az EPROM akkor törölhető, ha kvarcablakos tokozásban van. A törlése ultrabolyva fényvel valósul meg, a teljes IC egyszerre törlődik (nem szelektív törlés). Érdekes sajátosság, hogy a törölt EPROM rekeszeiben a bitek nem 0, hanem 1 értékűek!

Villamos jelekkel az EEPROM és a FLASH törölhető. Az EEPROM-áramköröknél az első sorozatoknál a SRAM-hoz hasonlóan oldották meg a vezérlőjeleket (5. ábra). Szelektíven, rekeszenként törölhető ez a megoldás, a törlés a rekesz 1 értékekkel való felírásával valósul meg. A rekesz törléshez beküldjük a memóriába a címet, a kimeneti pontokra H szinteket vezetünk, a WE vezérlőbemenetre pedig L szintet kell kapcsolnunk. Ez a törlés azonban nem történik meg a SRAM-oknál megszokott sebességgel: az időigénye kb. 6...10 ms. Az EEPROM sajátossága, hogy amennyiben a teljes memóriát szeretnénk törölni, ezt nem az egyes rekeszek egymás utáni törlésével valósítjuk meg, hanem egyetlen törlő lépésben, a memória kimeneti pontjaira 10...15 V-os feszültséget kapcsolva. A törléshez (és a beprogramozáshoz) az első EEPROM-ok a tápfeszültségnél magasabb programozófeszültséget igényeltek, később azonban



6. ábra

már a normál tápfeszültségen megtörtént a törlés illetve a programozás.

Az EEPROM-ok nagy részébe szoftveres írásvédelmet is beépítettek. Ha ezt aktivizáljuk, akkor a rekeszek törlését, írását megelőzően egy sorozat fiktív írási ciklust kell végrehajtani, meghatározott címekkel, meghatározott tartalmakkal. Ezek a ciklusok a tárolt adatokat nem változtatják meg, de csak precíz végrehajtásuk után lesz az áramkör törölhető, programozható.

A FLASH memóriák már minden működést szoftvervezérlés hatására végeznek el. Sajátosságuk még, hogy szelektív törlésük nem rekeszenként, hanem szektoronként történik. A szektor mérete típusonként változó.

### 3. A mikroprocesszorok reset-folyamata

Az áramkör resetelésére szolgáló önálló vezérlőjel az LSI áramkörök között a mikroprocesszoroknál jelenik meg. A mikroprocesszorral kialakított mikroszámítógépben több különböző helyzetben is szükség van arra, hogy a CPU pontosan definiált kiindulási állapotba kerüljön. A reset-bemenet ezt az állapotot váltja ki.

A mikroprocesszor egy igen összetett, szinkronizált működésű logikai hálózat. A reset-folyamat a beépített tárolóelemeket érinti, de nem mindet, azaz a reset-jel ebben az esetben már nem nevezhető egyszerűen törlő jelnek! Célszerű alaphelyzetbe állító jelnek hívni, és a mikroprocesszor katalógusából derül ki, hogy melyik belső

áramköröket kezeli a reset-folyamat, s milyen kezdeti értékeket, állapotokat állít be.

Általában a következő beállításokat végzi el a mikroprocesszornál a reset-folyamat:

- törlődik a megszakítás-engedélyezés tárolója, azaz a megszakítható megszakítások fogadása tiltódik,
- az utasításregiszter törlődik, így utasításbeolvasás következik majd a reset-folyamat után,
- a programmemória címző regiszterének (PC) beállítása a reset-címre (reset-vektor).

A mikroprocesszorokban több-kevesebb belső adatregiszter is található, azonkívül akkumulátor, flagregiszter, veremmutató, ezeket a reset-folyamat nem befolyásolja. A reset-vektor által meghatározott indulási címen kell elhelyezni azt a kezdőprogramot, amelyik a további elemeknél megoldja az alkalmazás által megkívánt kezdőérték beállítását. Azért nem bízzák a gyártók a reset-folyamatra az összes beállítást, mert a mikroprocesszorral megépített mikroszámítógépekben egyedi, a konkrét kialakítástól függő, hogy milyen kezdőértékeket kíván meg az induló program.

Egy (általában LOW, azaz L aktív szintű, Schmitt-trigger jellegű) bemeneten fogadják a mikroprocesszorok az alaphelyzetbe állító jelet. A vezérlőjel elnevezése többnyire egyszerűen *RESET*, esetleg rövidítve *RST* vagy *RES*, ami az áramkör logikai rajzán az alacsony aktív szintre utaló felülhúzással

jelenik meg (pl. *RESET*). A mikroprocesszorok reset-folyamata már igen közeli rokonságban van a mikrovezérlők alaphelyzetbeállító megoldásával, ezért részletesen be fogjuk mutatni.

A reset-folyamat tökéletes végrehajtásához meghatározott időre van szükség, ezért a *RESET* bemeneten külső áramköri megoldással biztosítani kell a megfelelő hosszúságú L szintű resetimpulzust. Az alaphelyzetbe állító vezérlőjelet fogadó belső áramkör Schmitt-trigger szokott lenni, hogy egy egyszerű RC-taggal meg lehessen oldani az időzítést. A szokásos megoldást a 6. ábra mutatja be.

Ez az egyszerű kis áramkör háromféle esetelési lehetőséget valósít meg, ezek a következők:

- bekapcsolási reset,
- kézi reset,
- logikai reset.

A bekapcsolási reset feladata, hogy a tápfeszültség megjelenésekor automatikusan megoldja a mikroprocesszor resetelését. Ehhez egy RC-tagot szokás felhasználni; az ábrán az  $R_R$  és a  $C_R$  szolgál erre a célra.

A kikapcsolt mikroszámítógépben a kondenzátoron nincs töltés. Bekapcsoláskor az  $R_R$  ellenálláson át kezd töltődni, így emelkedik a *RESET* bemeneten a feszültség. Mindaddig, amíg az L és a H logikai szintek közötti határértéket át nem lépi a növekvő feszültség, a bemeneten alacsony szint van, ez az időtartam szolgál a reset-folyamat végrehajtására. Mivel a bemeneten a kondenzátor exponenciálisan növekvő feszültsége jelenik meg, közönséges logikai bemenettel nem lehet fogadni ezt a jelet, csak a lassú jelek kezelésére is alkalmas Schmitt-triggerrel.

A D diódát azért szokták beépíteni, hogy a tápfeszültség kikapcsolásakor a kondenzátor kisülését meggyorsítsák, ne kelljen az újabb bekapcsolás előtt hosszú ideig várni, míg a kondenzátor kiürül.

A kézi reset célja, hogy a felhasználó bármikor resetelni tudja a mikroszámítógépet. Egy nyomógomb segítségével a kondenzátort ki lehet sütni, így a *RESET* bemeneten ismét kialakul az L szint, s a nyomógomb elengedése után megint lezajlik a kondenzátor töltődése, azaz létrejön a beállított időtartamú reset-jel.

A reset-impulzus hosszát a mikroprocesszor katalógusa írja elő. Ha a  $C_R$



kondenzátor nagy kapacitású, akkor a nyomógombon keresztül megvalósuló rövidzáron át igen nagy kisütőáram indulhat meg, ami károsíthatja is a kondenzátort, ill. a kontaktust. Ezt akadályozza meg az  $R_s$  soros áramkorlátozó ellenállás.

A harmadik resetelési lehetőség a logikai reset. A mikroszámítógépen belüli valamelyik áramkörti egység, vagy egy külső jelforrás logikai jelével is kiváltható a reset-folyamat. A 6. ábrán egy nyitott kollektoros jelismétlőn láthat  $L$  szintű logikai jellel kisütni a kondenzátort, azaz kiváltani az alap-helyzetbeállítást.

#### 4. A mikrovezérlők reset-folyamatának általános jellegzetességei

A mikrovezérlők a mikroprocesszorok közeli rokonai. Tulajdonképpen olyan összetett csipek, amelyekbe beintegrálták a mikroprocesszort és azokat a további áramkörti részleteket is, melyek segítségével egy teljes, működőképes mikroszámítógép kialakul. Ezek az egycsipes gépek azonban nem általános célú hardverek, hanem irányítási, vezérlési célra optimalizált eszközök. Ezért más a memóriaszerkezetük (a mikroprocesszoros számítógépek Neumann-elvű felépítésével szemben a mikrovezérlők a Harvard architektúrát követik), egyszerűbb az utasításkészletük, a hosszú adatok helyett a bitek kezelésére vannak felkészítve.

A mikrovezérlők a CPU mellett a programmemórián, adatmemórián kívül különféle programozható kiegészítő elemeket, perifériákat is tartalmaznak. Ezek többnyire a mikrovezérlő és a környezete közötti sokoldalú információcsatlakozást szolgálják.

Ilyen kiegészítők a párhuzamos portok, az aszinkron és szinkron soros portok, az időzítő/számláló egységek a különféle funkcióikkal (alarm, PWM stb.), a különböző buszrendszerek illesztőegységei, az A/D konverterek. Ezeket a perifériákat parancsszó-regiszterek segítségével kezelni a mikrovezérlő, amiket egy elkülönített SRAM-területen helyeznek el a gyártók, ez az ún. SFR-terület (a speciális funkciójú regiszterek területe).

A mikrovezérlőknél tehát a CPU környezete nem változik, hiszen a kiegészítők, a perifériák a csipen belül helyezkednek el. Az állandó elemkész-

let lehetővé teszi, hogy bekapcsoláskor az összes egység alapállapotát a reset-folyamat segítségével be lehessen állítani.

Mivel a kiegészítő elemek, a perifériák száma igen nagy lehet, s egy-egy ilyen áramkörti részletet esetenként nem is egy, hanem több speciális funkciójú regiszter szolgál ki, a reset-folyamat során beállításra kerülő rekeszek száma igen nagy lehet! Az automatikus beállítás lehetővé teszi, hogy reset után a mikrovezérlő gyorsan a tényleges programvégrehajtással foglalkozzék. Ha az induló programnak kellene a beállításokat elvégeznie, ezzel jelentős időt veszítené el a rendszer.

Természetesen a reset során minden speciális funkciójú regiszter olyan alapértékeket kap, amit a mikrovezérlő tervezői a legcélszerűbbnek gondoltak, ami a legtöbb alkalmazásban megfelel az illető áramkörti egység alapműködésének. A konkrét felhasználás azonban más kiindulási helyzetet is előírhat, s az alkalmazás használata közben is szükség lehet egy-egy belső részlet átprogramozására, akkor ezeket a feladatokat a szoftverrel el kell végezni.

Mindenesetre a jól megválasztott reset utáni kezdőértékek, amiket a mikrovezérlő automatikusan betölt, gyorsítják az alkalmazás bekapcsolási folyamatát és tehermentesítik a program fejlesztőjét, hiszen nem kell minden speciális funkciójú regiszterrel bitenként foglalkoznia.

Vannak a mikrovezérlőknek olyan beállítási lehetőségeik is, amiket egy alkalmazásban csak egyszer kell beállítani, s sem resetkor, sem a működés közben nem kell módosítani. Azért, hogy ezek a beállítások egyértelműek legyenek, ezeket különlegesen kialakított beállító bitekkel, az ún. konfigurációs bitekkel lehet meghatározni. A konfigurációs biteket a felhasználó közvetlenül nem tudja kezelni, a programok ezeket nem érik el.

Amikor a fejlesztőrendszerben a mikrovezérlő programja elkészült, a programmemóriába való betöltéssel párhuzamosan, a fejlesztő rendszer segítségével lehet a konfigurációs biteket beállítani. Ha a konfigurációs bitek értékén változtatni kell, akkor a mikrovezérlőt ismét a fejlesztőrendszerrel kell kezelni.

A reset-folyamat egyik alapvető feladata tehát az, hogy a mikrovezérlőt egy pontosan meghatározott kezdeti állapotba hozza. A másik feladata, hogy

előkészítse a programvégrehajtást. A reset-folyamat lezáródásakor, hasonlóan, mint a mikroprocesszorok, a mikrovezérlők is utasításbeolvasással kezdik a működésüket. A legtöbb mikrovezérlő a programmemória 000h címéről olvas be programkódot ebben a helyzetben, de találkozhatunk azért más megoldásokkal is. A Microchip 16C5x mikrovezérlői pl. a programmemóriájuk legfelső címéről olvasnak be utasítást reset után. A Motorola a mikroprocesszorainál kialakított megoldáshoz hasonlóan reset után a programmemória legfelső címein elhelyezett vektortáblából olvassa ki az indulási címet. Ezt a megoldást más gyártók is átvették (pl. a Texas Instruments vagy a Toshiba).

A mikrovezérlőknél a reset-folyamat kiváltásának elsődleges eszköze az alaphelyzetbe állító bemenő vezérlőjel. Ez, mint általában a vezérlőjelek, célszerűen alacsony szinten aktív bemenet, a mikrovezérlő katalógusában meghatározott időtartamú aktív szintű impulzust kell rávezetni. Ha rövidebb a jel, akkor a reset-folyamat elkezdődik, de nem fejeződik be, s így indul meg a programvégrehajtás. Ez természetesen hibás működést eredményez.

Működés közben előfordulhat, hogy a *RESET* bemeneten rövid zavarimpulzus jelentkezik. Azért, hogy az ilyen zavarjelek ne válthassanak ki hamis reset-folyamatot, a mikrovezérlőkben a *RESET* bemenethez egy zajszűrő áramkör csatlakozik, s az ilyen rövid impulzusok esetén nem engedi a resetelés megkezdését.

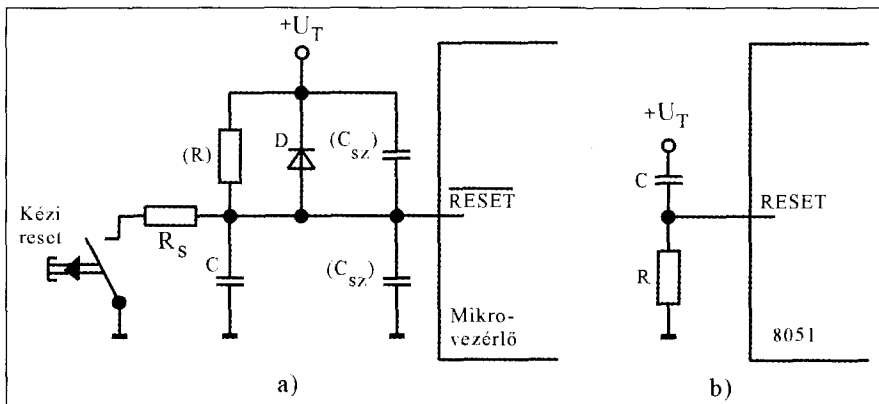
A mikrovezérlőkben a reset-folyamatot alapvetően három módon lehet kiváltani:

- az alaphelyzetbe állító bemenő vezérlőjellel,
- valamilyen belső eseménnyel,
- szoftverrel (*RESET* utasítással).

Az egyes mikrovezérlőknél nagymértékben eltérő a reset-rendszer kiépítettsége. A következőkben a nyolcbites mikrovezérlők tíz legnagyobb gyártójának termékeiben alkalmazott megoldásokat összegezzük, így képet kapunk a lehetőségekről.

#### 5. A mikrovezérlők resetelő bemenetének kezelése

Miután megismertük a reset-folyamat jelentőségét, beláthatjuk, hogy a mikrovezérlő alaphelyzetbe állító csatla-



7. ábra

központjának kezelését nagy figyelemmel kell kialakítani. Ügyelni kell arra, hogy a normál működés közben a resetelő láb megfelelő logikai szinten legyen, de különösen fontos a bemenőjel kezelése a tápfeszültség bekapcsolásakor. A mikrovezérlők többségében (akárcsak a mikroprocesszorokban) Schmitt-trigger fogadja a resetelő jelet, ami itt is lehetővé teszi az RC-taggal megvalósított jelkésleltetést. A katalógusban a gyártó megadja, hogy mennyi ideig kell a resetelő bemenetet aktív szinten tartani ahhoz, hogy az alaphelyzetbe állítás tökéletesen végbemenjen. Ez az érték nem ritkán meghaladja a 100 ms-ot is! A biztonság kedvéért sok tervező a katalógusban szereplő értéknél hosszabbra, akár annak kétszeresére állítja be a reset-impulzus hosszát.

A resettel kapcsolatos áramköri megoldásokat általában angol betűszavakkal szokták jelölni. A legalapvetőbb ezek közül a PUR, a bekapcsolási reset (Power-Up Reset). Ez tulajdonképpen megegyezik a mikroprocesszornál már megismert megoldással: a mikrovezérlő  $\overline{\text{RESET}}$  bemenetén a tápfeszültség bekapcsolása idejére egy külső áramkör aktív, azaz L szintet állít elő. A mikrovezérlőre csatlakozó reset áramkör többnyire csak egy RC-tag. A bekapcsolási resetáramkör kézi reset kialakítását is lehetővé teheti, egy nyomógomb felhasználásával (7.a ábra). Az időzítőellenállás (R) sok esetben a mikrovezérlőben, belső elemként van kialakítva, olyankor természetesen kívül felesleges csatlakoztatni.

Az időzítőkapcsolás feladata az, hogy a belső reset-folyamat teljes kialakulásáig aktív szinten tartsa a  $\overline{\text{RESET}}$  bemenetet. Ugyanakkor egy másik méretezési szempont is megjelenik, ugyanis a kialakuló reset impulzusnak

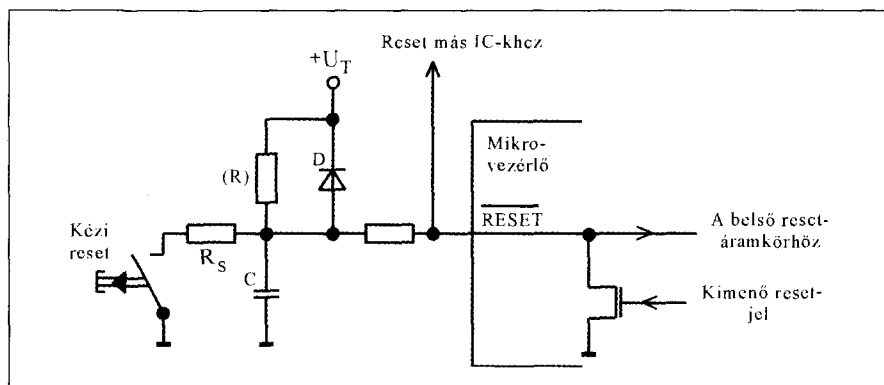
tovább kell tartania, mint amennyi idő a tápfeszültség teljes kialakulásához szükséges. Mindezek alapján az ökölszabály úgy szól, hogy az RC-tag időállandója legalább az ötszöröse kell legyen a tápfeszültség kialakulási idejének, és magában kell foglalnia a belső reset-folyamatokhoz szükséges időt is. Ha a tápfeszültség bekapcsoláskor gyorsan kialakul, az RC-tagot gyakorlatilag a belső reset-folyamat időigénye szerint kell méreteznünk. Ügyelni kell arra, hogy a nagy értékű R ellenállás a normál működés közben, a szivárgási áram hatására a  $\overline{\text{RESET}}$  bemeneten feszültségcsökést okoz, ami akkora is lehet, hogy a bemeneten a normál működéshez szükséges folyamatos, biztonságos H szint nem tud létrejönni. A gyakorlatban ezért legfeljebb 40 kΩ nagyságú ellenállást használnak. Ha a C értéke túlságosan nagy, ez a kikapcsolást követő bekapcsoláskor és a kétirányú reset-működéskor okozhat problémát. A D dióda ebben az esetben is kikapcsoláskor gyorsítja a kondenzátor kisülését. A C<sub>sz</sub> kondenzátorok zavarcsűrő hatásúak.

A fentiekből érezhető, hogy az RC-taggal történő reset-időzítés meglehetősen bizonytalan megoldás. Mindenesetre ez a legegyszerűbb reset kapcsolás, az olcsóbb eszközökben ezért alkalmazták is. Egyes mikrovezérlőknél, pl. a 8051-nél a reset bemenet H szinten aktív, így az RC-tagot „fejre kell állítani”. A 7.b ábra a 8051 külső reset-áramkörét mutatja be, abban a legegyszerűbb esetben, ha nincs szükség kézi resetre.

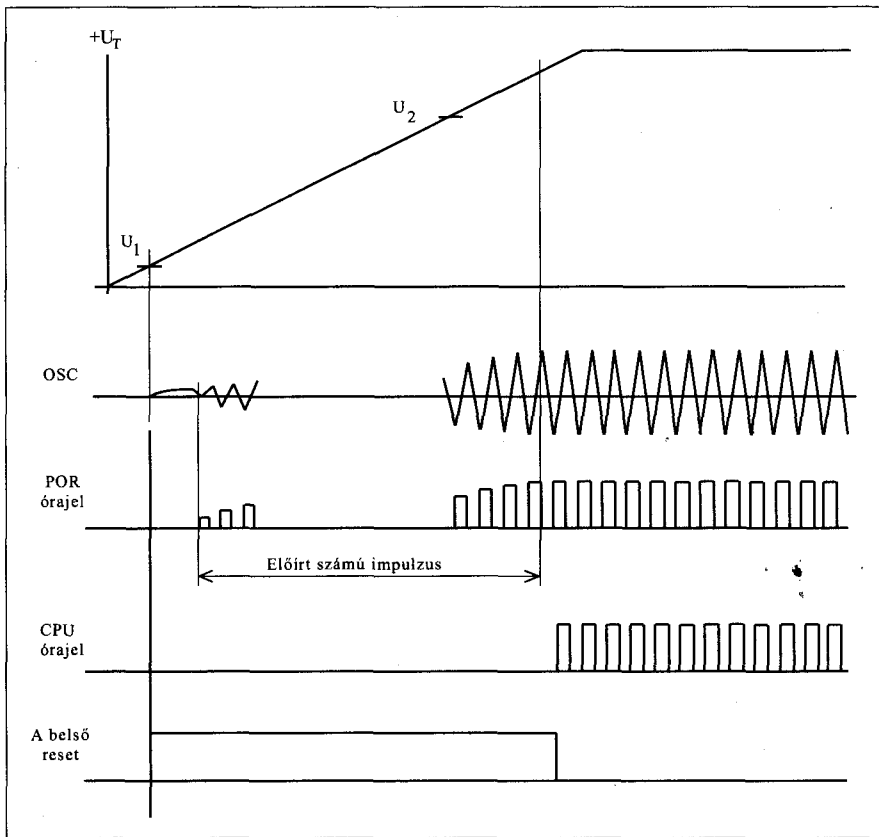
A mikrovezérlőt alkalmazó tervezők a mikrovezérlő  $\overline{\text{RESET}}$  pontján közepes tápfeszültség-növekedési ütem mellett alkalmazták csak az RC-tagos időzítést. Gyors tápegységindulás esetén a POR-áramkör (ld. később) megoldja a resetkezelést, igen lassú tápfeszültség-növekedés esetén pedig csak az LVR (szintén a későbbiekben tárgyalásra kerülő) áramkörre hatásos.

A belső reset-folyamat alatt a mikrovezérlők egy része maga is ad kimenő resetjelet. Egyes áramköröknél erre a célra külön kimeneti reset-csatlakozóláb áll rendelkezésre, de sokszor maga a bemenő resetjelet fogadó csatlakozóláb szolgál kimenetként is, azaz kétirányú resetjelet tud kezelni (8. ábra). A kétirányú működés lehet automatikus vagy programozással elrendelhető. Ha a belső áramkörök állítják elő a reset állapotot, a mikrovezérlő a  $\overline{\text{RESET}}$  csatlakozólábon maga állít elő L szintet, egy nyitott drainű kimeneti fokozat segítségével.

A mikrovezérlők resetelő bemenetének kezeléséhez speciális reset-áramköröket is forgalmaznak. Ezek mikrovezérlő-specifikus IC-k, azaz egy-egy típus egy bizonyos mikrovezérlőhöz készül. A legegyszerűbbek nem is tudnak egyebet, mint egy pontosan defini-



8. ábra



9. ábra

ált időtartamú reset impulzust küldenek ki a tápfeszültség felkapcsolásakor.

## 6. A tápfeszültségváltozástól függő belső reset-megoldások

Az előzőekben láttuk, hogy a bekapcsolási folyamat során szükséges resetelő impulzus RC-taggal történő beállítása sokszor nem is egyszerű. Esetenként ellentétes igényeket kell egyszerre, kompromisszumok árán teljesíteni. Ezért jelentek meg a mikrovezérlők belső elemeiként a bekapcsolási folyamat precíz időzítését biztosító különféle áramkörök.

A tápfeszültség bekapcsolására reagáló reset-áramkörsoport fő elemei a következők:

- a tápfeszültség növekedését érzékelő áramkör,
- a belső reset-működések időigényét biztosító időzítőegység,
- az oszcillátor biztos működését garantáló áramköri részlet.

A következőkben ezeket fogjuk megismerni.

A tápfeszültség bekapcsolásakor kialakuló reset-folyamatot kezelő, mikrovezérlőn belüli áramköri egység

a **POR** (tápfeszültség-bekapcsolási reset, *Power-On Reset*). A POR-áramkör lehet a mikrovezérlő mindenkor működő egysége, de van olyan mikrovezérlő is, melynél konfigurációs biztosítékokkal lehet üzembe helyezni. A reset bemenet és a POR egymástól függetlenül is működhet, azaz ha bármelyik előállítja a belső reset-jelét, az alaphelyzetbeállítási folyamat aktív lesz. Olyan megoldással is találkozunk, hogy a POR-áramkör a mikrovezérlő resetelő lábára csatlakozik, ekkor úgy aktivizálható, ha ezt a lábat összekötjük a tápfeszültséggel. A működő mikrovezérlő tápfeszültségének csökkenései a POR többnyire csak a 0 feszültség szint közelében generál ismét reset-jelét.

A POR biztonságos működésének az a feltétele, hogy a tápfeszültség 0-ról kezdjen nőni, s növekedésének üteme egy meghatározott értéket elérjen. Ez a minimális növekedési ütem a mikrovezérlők egyik katalógusadata, nagyságrendileg a 0,05...0,1 V/ms érték körül szokott alakulni. Ha ennél lassabban nő a tápfeszültség, akkor mindenképpen külső időzítő áramkört kell használni.

A POR-áramkör több különféle hatást is kezel a biztonságos, de nem in-

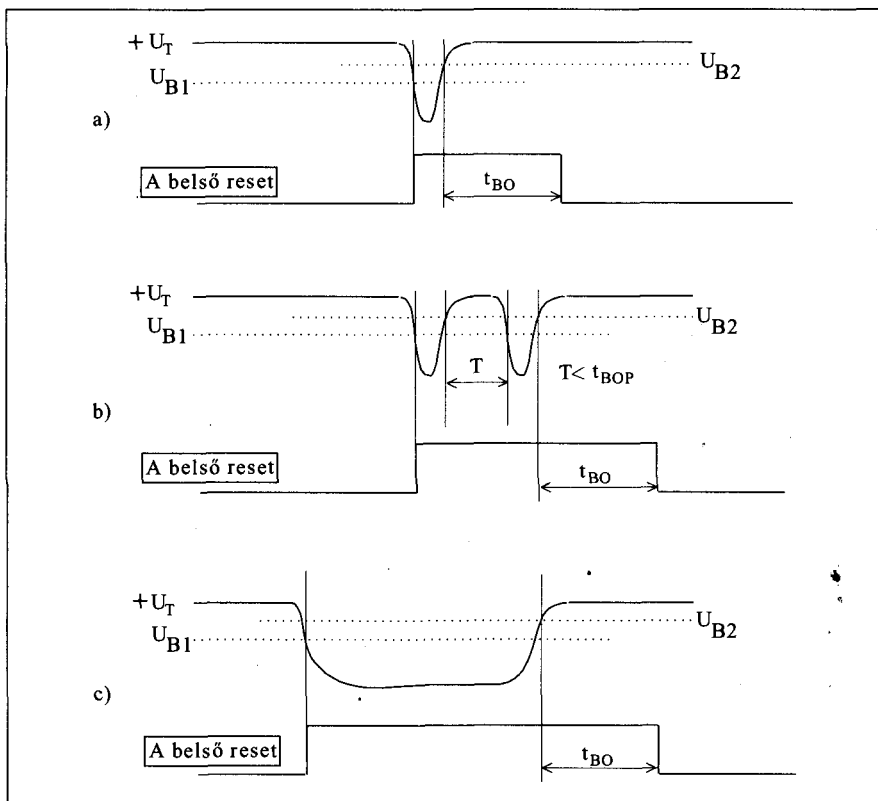
dokolatlanul hosszú reset-impulzus előállítására. Az elsődleges hatás a tápfeszültség növekvő értéke, ezt mindig kezeli a POR áramköri egység. Két küszöbértékkel dolgozik (a 9. ábrán ezeket  $U_1$  és  $U_2$  jelöli). Az  $U_1$  az a legkisebb tápfeszültség (kb. 1 V), amelynél a mikrovezérlőbe beépített tranzisztorok működőképessé válnak. Mivel a küszöbszintet érzékelő komparátor is tranzisztorokból épül fel, külön nem kell ezt a küszöbértéket mérni. A belső reset-jel akkor jelenik meg, ha ezt a minimális szintet átlépi a növekvő tápfeszültség. Amikor a tápfeszültség eléri azt a szintet, melynél a programvégrehajtás biztonságosan indítható ( $U_2$ , a tápfeszültség 60...80%-a), a POR-jel véget érhet, de csak akkor, ha egyéb figyelt folyamatok nem indokolják a megnyújtását.

Milyen további részletekre figyel ez az áramköri egység?

Az egyik érdekes probléma a különféle megoldású oszcillátorok feléledési ideje. A mikrovezérlők sokféle oszcillátort használhatnak, az olcsó RC-oszcillátoroktól kezdve a rezgőkvarccal, kerámia-rezonátorral hangolt megoldásokig. Az egyes oszcillátorváltozatok feléledési ideje nagymértékben különbözik. Az RC-oszcillátor szinte azonnal üzemkés, a kvarcoszcillátor csak hosszabb idő után állítja elő a névleges frekvenciájú és amplitúdójú órajeleket. A feléledési idő a frekvenciától is függ, a 2...4 MHz-es kvarcoszcillátor 5...10 ms alatt üzemkés, a néhány kHz-es frekvenciájú csak 500 ms alatt „áll fel”. Az oszcillátor tökéletes működésének a biztosítására egy számlálót használnak a mikrovezérlőkben (*Oscillator-Start-up Timer, OST*; oszcillátor feléledési időzítő), amelyiket az oszcillátor impulzusai léptetnek. A számláló tehát csak akkor indul, ha az oszcillátor már ad ki impulzusokat. A számláló hosszúságát úgy állapítják meg, hogy mire végigszámlál, már biztosan tökéletes legyen az órajel. A számlálási hossz változó; egyes mikrovezérlőkben az OST 1024 óraciklust számlál meg, másokban akár 65536 darabot is. Az OST lehet az oszcillátortípus beállításakor automatikusan éledő áramkör, megoldható az engedélyezése-tiltása konfigurációs bit-tel is.

A küszöbszintek alapján beállított POR-impulzus hossza lehet nagyobb vagy kisebb, mint az OST jele. Ha a tápfeszültség gyorsan nő, akkor az





10. ábra

OST fogja a reset-folyamat időtartamát meghatározni, lassúbb tápfeszültség-növekedéskor az OST végigszámol, és még mindig nincs teljes tápfeszültség a mikrovezérlőn. A 9. ábrán a tápfeszültség átlépi az első küszöbértéket, tehát megkezdődik a belső reset-folyamat, kis idő múlva az oszcillátor már olyan impulzusokat ad, amik léptetik az OST-számlálót, de a tápfeszültség már átlépte a felső küszöbértéket, és a számlálás még nem fejeződött be. Amikor az előírt számú impulzus beérkezett, véget ér a belső reset-folyamat, a CPU megkapja az órajeleket és megkezdje az utasítások végrehajtását. A két részlet így közösen időzíti a reset-folyamatot, de legtöbbször egy harmadik elem is beleszól ebbe a folyamatba.

Tudjuk, hogy a bekapcsolási reset fő feladata, hogy a CPU és az adatmemória kiválasztott regisztersora felvegye az alapállapotát. Az ennek megfelelő bitértékek betöltése időigényes folyamat, amíg véget nem ér, nem szabad elkezdni az utasítások végrehajtását. A bekapcsoláskor egy újabb időzítő-áramkör (Power-up Timer, PWRT, tápfeszültség-bekapcsolási időzítő) a belső reset-folyamat időigényének megfelelő időtartamot méri, s míg az le

nem telik, nem engedi megszűnni a belső resetet. A PWRT lehet mindig működő áramkörüi részlet vagy konfigurációs bitekkel engedélyezhető, a mért időtartam lehet rögzített vagy választható, utóbbi esetben konfigurációs bitekkel lehet a célszerű időértéket beprogramozni.

A működő mikrovezérlő tápfeszültsége különféle zavarok hatására ideiglenesen csökkenhet. Ezek a csökkenések, kibillenések lehetnek olyan rövid idejűek és kis mértékűek, hogy a mikrovezérlő működését nem befolyásolják, viszont az általa kezelt rendszerben hibát okozhatnak. A kis mértékű zavarokra egy új mechanizmus reagál, ez a tápfeszültség-kibillenési reset (Brown-Out Reset, BOR). A BOR-áramkör a névleges tápfeszültségérték 5...15%-os csökkenésére már reagál. A tápfeszültség növekedésekor a BOR-áramkörök minden esetben egy késleltető áramkört aktivizálnak, mely egy meghatározott ideig fenntartja a belső reset-állapotot. Ez a megoldás biztosítja, hogy az egymás közelében fellépő kibillenések nem külön-külön reseteseményeket váltanak ki, hanem egyetlen hosszabb belső reset-folyamatot. A mikrovezérlők egy részénél a gyártó

több BOR küszöbszintet is beépít, melyek közül a felhasználó választhatja ki a megfelelőt, az áramkör programozásával.

A BOR-áramkör két küszöbszinttel dolgozik, a működése tehát hiszterézises. A csökkenő tápfeszültség az  $U_{B1}$  értéknél váltja ki a resetet, a BOR-áramkör aktivizálása egy magasabb ( $U_{B2}$ ) értéknél szűnik meg. A reset ekkor nem ér véget, mert a BOR-áramkörben egy beépített késleltetés is van, ami  $t_{BO}$  ideig megnyújtja a reset-folyamatot (10.a ábra).

Ha gyors egymásutánban több kibillenés történik, akkor a késleltetés hatására nem elkülönülő reset-események történnek, hanem egyetlen folyamatos alaphelyzetbe-állítási esemény (10.b ábra).

A BOR-áramkör akkor is resetel, ha hosszabb ideig tartó tápfeszültségcsökkenés alakul ki (10.c ábra). Általában konfigurációs bitekkel lehet engedélyezni vagy tiltani a működését, de egyes mikrovezérlőkben a BOR szoftverből kezelhető.

## 7. További reset-lehetőségek feszültségérzékelők felhasználásával

A mikrovezérlők a beépített elektronika központi egységeként általában nem részesülnek olyan nagy megbízhatóságú, nagy teljesítményű tápellátásban, mint a mikroprocesszorokkal kialakított számítógépek. Legtöbbször nem is hálózati táplálásúak a mikrovezérlős elektronikák, hanem elemekről, akkumulátorokról, esetenként napelemekről vagy egyéb különleges tápfeszültség-forrásokról működtetik ezeket. Mindebből az következik, hogy a mikrovezérlős alkalmazásokban számítani kell a tápfeszültség változásaira, a tartós vagy átmeneti csökkenésére. Igaz, hogy a mikrovezérlők ma már CMOS áramkörök, így széles tápfeszültségtartományban működőképeseek, de a környezetükben lehet olyan elem, ami érzékeny a kisebb tápfeszültségváltozásokra is. Mivel a beépített elektronika központi, intelligens eleme a mikrovezérlő, ennek kell az ilyen helyzeteket felfedeznie, s azt is el kell döntenie, hogy beavatkozzon-e vagy sem.

A POR vagy a BOR nem ad minden tápfeszültségváltozásra optimális megoldást, ezért további lehetőségeket is kialakítottak a mikrovezérlőkben. Az alacsony tápfeszültség hatására aktivi-

zálódó reset (*Low Voltage Reset, LVR*) segíti az igen lassú tápfeszültség-növekedés esetén a mikrovezérlő biztonságos indulását; de ez az áramkör hatáson növeli a rendszer megbízhatóságát a kikapcsolási folyamat során is, hiszen akkor is aktivizálja a reset-folyamatot.

Az LVR-áramkör két küszöbszintet kezel, egy felső és egy alsó értéket; a hiszterézis általában 100...200 mV. Bekapcsoláskor, növekvő tápfeszültség-nél addig aktivizálja a belső reset-áramkört, míg a felső határértéket át nem lépi a tápfeszültség. Üzem közben csak akkor lép működésbe, ha a tápfeszültség az alsó határérték alá csökken. Ezután mindaddig működteti a belső reset-folyamatot, míg a később esetleg emelkedő tápfeszültség ismét meghaladja a felső küszöbértéket.

Az LVR-áramkör a mikrovezérlőkben nincs összekötve a tápfeszültséggel, tehát egyéb célra is használható; más feszültségek értéke, értékváltozása is ellenőrizhető a segítségével.

A Dallas DS87C530 egy újszerű reset-feltétellel tűnik ki: ez a háttér-elem hiányára működő reset (*No-Battery Reset, NBR*). Ebben a mikrovezérlőben a működés arra épül, hogy a belső SFR regiszterterület tartalma tápfeszültség nélkül is megőrződik, ehhez viszont háttértáplálásra van szüksége. Az NBR-áramkör akkor váltja ki a reset-működést, ha a háttér-elem hiányzik vagy amikor először csatlakoztatják a mikrovezérlőhöz.

Az eddig leírt megoldások akkor váltottak ki reset-működést, ha az általuk figyelt feszültség lecsökkent. Egyes, széles tápfeszültség-tartományban működő mikrovezérlőknél alkalmazták a gyártók a magas tápfeszültségre reagáló reset (*High-Voltage Reset, HVR*) áramkört. Az LVR-hez hasonlóan ez is kettős küszöbszinttel rendelkező figyelőáramkör, a hiszterézis biztosítja, hogy kis változásokra ne reagáljon a védelem. Akkumulátoros, külső tápegységről használt készülékeknél hasznos a HVR-lehetőség, ami akkor aktivizálja a belső reset-folyamatot, ha a növekvő tápfeszültség a felső küszöbszintjét átlépi. Ha később csökken a tápfeszültség, az alsó határ alá kerülve szűnik meg a reset-működés.

A bemutatott reset-megoldások közül nem minden mikrovezérlőbe építettek be valamennyit. A tápfeszültségkezelő (*Power Monitor*) áramkörök azon-

ban nagy választékban készülnek, s a bemutatott működésekre alkalmasak, így a mikrovezérlő mellé telepített megfelelő IC már biztosíthatja az üzembiztos újraindulási és bekapcsolási működéseket.

Ezeket az áramköröket azonban elsősorban mikroprocesszorok mellé ajánlják, hiszen azoknál a reset-folyamatot többnyire csak a külső hardver vezérlőjele tudja kiváltani.

## 8. A WDT, a programfutást felügyelő áramkör

A mikrovezérlő hibás működése elleni védelem legismertebb eszköze a *Watchdog Timer (WDT, futásfigyelő számláló)*. A WDT képes észlelni, ha a mikrovezérlő a normális, szabályszerű programvégrehajtás helyett lefagy, végtelen ciklusba kerül, rosszul értelmezett utasításokat hajt végre. A WDT egy számlálóáramkör, mely meghatározott frekvenciájú léptetőimpulzusokat kap.

Amikor a számláló túlsordul, aktivizálja a belső reset-áramkört, kiváltja a belső reset-folyamatot. A felhasználó a programjában kellő sűrűséggel végrehajtásra kerülő WDT-törölő (WDT-kiszolgáló) utasításokat helyez el, ezek hatására a számláló mindig előlről kezdi az időmérést. A WDT-törölő utasítások elhelyezése nagy körültekintést kíván meg.

Ha a kelletnél ritkábban vannak az utasítások, akkor előfordulhat, hogy egy szubrutin, vagy egy várakozás miatt megtörténik a túlsordulás és indokolatlanul resetelődik a mikrovezérlő. A túl sűrű visszaállításnak pedig az lehet a következménye, hogy a hiba fellépésekor is majdnem „üres” a WDT, hosszú idő után történik meg a resetelés.

Ha kimaradnak a WDT-t alapállapotába visszaállító lépések, akkor bekövetkezik a túlsordulás (időtúllépés, *Time-Out*), s a mikrovezérlőben aktivizálódik a belső reset-áramkör. A WDT-egységet sok mikrovezérlő katalógusa *COP* jelöléssel ismerteti (*Computer Operating Property*).

Felhasználói szoftverrel, a megszakítási rendszert kiaknázva, bármely számlálóegység felhasználható WDT jellegű működés kialakítására. Egyes mikrovezérlőkben egy-egy számláló egyik lehetséges üzemmódként jelenik meg a WDT-működés. A leghatékonyabb változatok azonban elkülöní-

tett WDT-áramkört tartalmaznak. A WDT-számlánc legtöbbször adott hosszúságú, azaz adott idő alatt „jár le”. Esetenként kiegészítő áramkörrel (előosztó, utóosztó) megnövelhető a futási ideje.

Egyes mikrovezérlőkben a WDT számlálási hossza is programozható, vagy néhány lehetséges érték közül választható. A WDT működési időtartama azért fontos, mert ha elszabadul a mikrovezérlő, csak a WDT beállításától függ, mennyi ideig kénytelen elviselni a rendszer ezt az állapotot.

A WDT működésére nincs minden felhasználónak szüksége, ezért azt mindig külön eljárással lehet aktivizálni. Van bemenő vezérlőjellel működethető megoldás is, vannak programmal kezelt vezérlő bitekkel engedélyezhetők és konfigurációs bitekkel aktivizálhatók. A programmal indított WDT-működés a továbbiakban már csak külső reset-jellel állítható le, szoftveres úton nem.

A WDT-kiszolgáló utasítás, amelyik visszaállítja a WDT-t a kiindulási helyzetébe (törli), többnyire az utasításkészlet egy önálló utasítása. Olyan megoldással is találkozhatunk, ahol egy megadott rekeszbe kell megadott értéket beírni a WDT-törölés érdekében. Esetenként kettős beírást igényel a művelet (pl. 55h majd AAh, vagy 1Eh majd E1h) a biztonság fokozása érdekében.

A WDT a mikrovezérlők egy részében az oszcillátorból kap léptetőjelet, a csökkentett tápáramú üzemmódokban (*idle, sleep*) ezért nem számlál. Kedvezőbb, bár pontatlanabb megoldást eredményez, ha a WDT saját belső RC-oszcillátorral működik (ez lehetővé teszi a *sleep* állapotból történő WDT-ébresztést is).

Találkozhatunk olyan mikrovezérlővel is, melynél a WDT-t külső órajellel lehet léptetni.

A WDT alkalmazásakor körültekintően kell eljárni. Meg kell állapítani, hogy mekkora ideig viseli el a rendszer a hibás működést. Teljes részletességgel ki kell elemezni a programrészek, modulok, rutinok futási idejét, majd mindezeket ismerve kell elhelyezni a WDT-kiszolgáló utasításokat. Természetes alapkövetelmény: normál működés közben semmiképpen nem alakulhat ki WDT-reset.

Mivel ezek az elemzések professzionális jártasságot igényelnek a fejlesztőtől, sokan nem is kíséreltezznek a

WDT alkalmazásával. Ezért ezt az áramkört is le lehet tiltani konfigurációs bitekkel.

A WDT használata már olyan mértékben általánossá vált, hogy azoknál a mikrovezérlőknél is szeretnék kihasználni ezt a védelmi lehetőséget a felhasználók, amelyekbe még nincs beépítve ez a funkció. Ekkor egy általános célú időzítő/számláló segítségével kialakítható a WDT-működés, de célszűbb külső WDT-IC-t használni. A WDT-IC a mikrovezérlőtől kapja a visszaállító jeleket (pl. egy portvonalon keresztül), s ha azok nem jönnek kellő sűrűséggel és fellép az időtúlfutás, a mikrovezérlőhöz alkalmazkodva alacsony vagy magas szintű reset-jelet küldenek ki.

## 9. A működési hibák megszüntetése resettel

A mikrovezérlők újabb változatainál a reset-folyamatot az áramkör belső működései is képesek kiváltani, ha a belső működés valamilyen programfutási vagy egyéb zavar miatt nem felel meg a felhasználó eredeti szándékának. Természetesen mindenféle működési hibára nem lehet felkészíteni az áramköröket, de nagyon tanulságos áttekinteni a mai mikrovezérlők ilyen lehetőségeit.

### 9.1. Az órajel ellenőrzése; resetelés a lelassuló óragenerátor esetén

Az órajel a mikroelektronikai áramkörök szívdobbanása. Az órajeleket nagy megbízhatóságú áramkörökkel kell előállítani.

Ha az óragenerátor leáll, azonnal minden működés megszűnik. Az ilyen katasztrofális hiba ellen a reset-rendszer nem tud megvédeni.

A nagy megbízhatóságú rendszerekben kettős oszcillátorral rendelkező mikrovezérlőket lehet felhasználni, melyeknél az alaposzcillátor kiesésekor annak szerepét átveszi egy egyszerűbb, pontatlanabb, de biztosan működő belső RC-oszcillátor. Így pl. a Motorola egyes mikrovezérlőiben olyan megoldást alkalmaz, melynél az oszcillátormonitorozó-működés egy önálló belső RC-oszcillátorra épül, s ha a mikrovezérlő oszcillátoránál hiba lép fel és aktivizálódik a reset, akkor az újraéledő mikrovezérlő a továbbiakban az órajelmonitor saját RC-oszcillátorról fog működni.

Az óraimpulzusok frekvenciáját a mikrovezérlők egyszerűen tudják ellenőrizni. Az órajel lelassulására, egyes órajelimpulzusok kimaradására reagál reset-hatással az órajel-monitor (Clock Monitor Reset, *CMR*); ezt a megoldást más gyártók oszcillátorhiba-detektálásnak (*Oscillator Failure Detection, OFD*) nevezik. Ekkor aktivizálja a *CMR* a belső reset-folyamatot, ha egy megadott időtartam alatt nem jelentkezik órajelimpulzus. A vizsgálati időtartam többnyire kötött, így csak meghatározott órajel-frekvencia esetén ad hatékony védelmet a *CMR*. Egyes mikrovezérlőknél a frekvenciahatár programozható, így a konkrét oszcillátorfrekvenciához igazítható.

Az órajelmonitor, ha beépíteték a mikrovezérlőbe, általában folyamatosan működik, de a resetelést vagy konfigurációs bittel, vagy programmal le lehet tiltani.

### 9.2. Reset az érvénytelen címek kialakulásakor

A mikrovezérlők elsősorban a csipen elhelyezett programmemóriát használják, abból olvassák ki az utasításokat. A gyártók egyes típusoknál lehetővé teszik a külső programtár használatát, de arra ösztönöznek, hogy lehetőleg elégedjen meg a felhasználó a belsővel. A mikrovezérlőkben a szoftver betöltésekor megoldható a programmemória felhasznált területének megjelölése is. Ez után a központi egység folyamatosan ellenőrizheti, hogy a programkódok kiolvasásához olyan címek alakulnak-e ki, amik a működő programmemória-területre mutatnak.

Ha a CPU olyan címről kíván utasítást beolvasni, ami nem tartozik az alkalmazásban használt címtartományba, az illegális cím reset (*Illegal Address Reset, IAR*) áramkör avatkozhat be, és ez aktivizálhatja a belső reset-áramkört. Idővel ezt a helyzetet a WDT is felfedezi, de az *IAR* gyorsabban reagál. Az érvénytelen címek hatására fellépő reset általában nem automatikus esemény: konfigurációs bittel vagy szoftverrel letiltható, illetve engedélyezhető.

### 9.3. Reset illegális utasításkód esetén

Az illegálisutasítás-reset (*Illegal Instruction Reset*) megoldás akkor aktivi-

zálja a belső reset-folyamatot, ha definiálatlan opkód-kombinációt tapasztal. Akkor építhető be a mikrovezérlőbe, ha az nem használ fel minden lehetséges kódkombinációt az utasításkészletben. Annál hatékonyabb ez az ellenőrzés, minél több elvileg lehetséges kód hiányzik a mikrovezérlő utasításkészletéből.

Illegális kódkombináció zajok, zavarok következtében keletkezhet, vagy olyan esetben, ha a CPU „eltéved” a tárból és pl. adatterületről olvasna utasításokat. Ha azonban minden bitkombináció érvényes kódot jelent, a tévesen kialakult bitsorozatok is végrehajtható utasítások lesznek.

Ilyenkor csak a WDT segíthet, miután valószínűleg a visszaállító utasítások is hiányozni fognak ebben a hibás működésben, vagy túl ritkán fordulnak elő.

Az *IIR* sajátos formája az egyes utasítások illegális használatára reagáló áramkör. Motorola mikrovezérlőkben találkozhatunk a tiltott *STOP* utasítást figyelő megoldással. A *STOP* utasítás alkalmazása ugyanis letiltható ezekben a mikrovezérlőkben. Ha a letiltás ellenére a CPU *STOP* utasítást olvas ki a programtárból, akkor az illegális utasítást figyelő áramkör aktivizálja a belső reset-folyamatot.

Az illegális utasításkód egyértelmű működési hiba, ezért ha be van építve a mikrovezérlőbe, általában automatikusan el is végzi az utasításkódok szűrését és hiba esetén megtörténik a reset.

### 9.4. Reset a hibás veremművelet hatására

A programtár téves címzéséhez hasonlóan katasztrofális következményekkel jár, ha a mikrovezérlő a veremtáron kívülről próbál meg visszatérési címet használni. A veremtár elsősorban a szubrutinok kezelésekor játszik szerepet, hiszen ebbe kerül a visszatérési cím. A mikrovezérlők belső veremtárral dolgoznak, ami lehet a belső adattár kiválasztott része, vagy egy teljesen különülten kialakított memória-egység. Utóbbi esetben a verem kezelésére különösen ügyelni kell.

A mikrovezérlőkben, akárcsak a mikroprocesszoros mikroszámítógépekben, a veremtár-mutató választja ki az éppen használt rekeszt. Ha tülcsordul vagy alulcsordul a mutató, azonnali hibás működés áll elő. Tülcsordulás akkor fordul elő, ha a verem pl. 8 címet



tud befogadni, de már betöltöttünk nyolcat, és ismét egy címmelés következik. Két eset lehetséges: vagy a kilencedik címet nem fogadja be a verem, vagy a legelső elmentett címet felülírva fogja a mostanit tárolni. Mindkét esetben elveszett egy visszatérési cím. Az alulcsordulást az okozza, ha a veremből minden elmentett értéket kiolvasunk, s ezután ismét veremből olvasás művelet következik.

Mivel a verem (ill. a veremtár-mutató) alul- vagy túlcsordulása a szoftver teljes összeomlását jelenti, tulajdonképpen minden processzornál célszerű lenne védekezni az ilyen események ellen. Ha pedig ez nem megoldható, akkor legalább hibajelzést kellene generálni. A legtöbb esetben azonban mindez a fejlesztő figyelmére van csak bízva.

Néhány mikrovezérlőben azonban a veremtár túlcsordulása, illetve alulcsordulása a veremtárfigyelő-áramkör révén ki tudja váltani a belső reset-folyamatot.

### 9.5. Reset a túl magas hőmérséklet hatására

A Motorola 68HC05 mikrovezérlőben is alkalmazzák a magas hőmérsékletnél resetelő áramkört (*High Temperature Reset, HTR*). A HTR a szilíciumtömb üzemi közben alakuló hőmérsékletét figyeli, s ha az átlépi a definiált felső határt, akkor aktivizálódik a belső reset-folyamat.

Ha az IC lehűl, akkor egy alacsonyabb értékű hőmérséklet küszöbértéknél szűnik meg a reset-folyamat s indulhat meg a CPU működése.

## 10. A RESET utasítás

Egyes mikrovezérlőket szoftverrel is készítenek a reset-folyamat végrehajtására, a *RESET* utasítással. A *RESET* utasítás hatása megegyezik a mikrovezérlő reset-bemenetére vezetett aktív szintű impulzus hatásával.

A *RESET* utasítás opkódja célszerűen FFh, így abban az esetben, ha olyan programtárterületről kísérel meg utasítást beolvasni a CPU, ami nincs programmal feltöltve (és ezért FFh tartalmú, pl. törölt EPROM esetén), a téves működés helyett a mikrovezérlő alaphelyzetbe kerülve újra indul.

Az alkalmazói szoftvert is egyszerűsítheti ez az utasítás, ha a felhasználás során rendszeresen vissza kell térni

egy alaphelyzethez, s az közel áll a reset által beállított alapállapothoz.

A mikrovezérlő védelmi rendszerének fontos támogatója lehet a *RESET* utasítás. Mint már láttuk, a gyártók egyre újabb hibajelenségek kezelésére használják fel a reset-folyamatot. A felhasználói szoftver azonban sokkal több téves működést, zavart képes észlelni, felismerni. Ezek bármelyike beilleszthető a reset-rendszerbe, ha a hibát felismerő szoftverelem végére a *RESET* utasítás kerül.

## 11. A megszakítás, mint a biztonsági reset támogatása

A mikrovezérlő hiba elleni védelmének a reset-folyamat mellett fontos része a megszakítások sora is. A megszakítások egy része olyan belső működési rendellenességekre, hibákra reagál, amelyek nem szerepelnek a reset-feltételek között. Ugyanakkor megszakítással a felhasználói rendszer számos, a mikrovezérlőn kívüli hibajelenségre, téves működésre is képes reagálni. Az ilyen megszakításokat kiszolgáló szubrutinnak két kimenetele lehet.

Az egyiket akkor használja a mikrovezérlő, ha a szubrutin végrehajtása eredményeként a hiba, a hibás működés megszűnik.

A másik kimenetel pedig célszerűen a reset-folyamat lehet, ha nem sikerül megoldani a problémát.

A mikrovezérlők megszakítási rendszere is folyamatosan fejlődik. Eleinte csak egy-két külső megszakítást alkalmaztak, majd kialakult a belső egységek, perifériák kezelésének megszakítási rendszere.

A következő fokozatban megjelentek a belső működések által kiváltott megszakítások. Hasonló események okozhatnak megszakítást, mint amik resetet is kiválthatnak, pl. a tápfeszültség csökkenése, a hőmérséklet emelkedése.

A megszakítás, mint tudjuk, kevésbé drasztikus beavatkozás a mikrovezérlő programvégrehajtásába, mint a reset. A megszakítás egy szubrutinra adja át a vezérlést, de ha a szubrutin lefutott, akkor a megszakított program folytatódhat.

A védelmi rendszerbe úgy épülnek be ezek a különleges megszakítások, hogy általában kevésbé veszélyes értékeknél keletkezik a megszakítási esemény. Ha a reset-áramkör a tápfeszültség 3,5 V-os értékénél lép működésbe,

akkor hasznos egy megszakítás, ami már 4 V-os értéknél megszakítja a futó programot. A szubrutin a legfontosabb adatokat, állapotjellemzőket elmentheti védett helyre. Ha eközben a tápfeszültség tovább csökken, megtörténik a reset, de a későbbi újrainduláskor a védett tárhelyen megtalálhatók a félbemaradt program, alkalmazás adatai.

Ha a megszakítás bekövetkezik, de a tápfeszültség nem csökken tovább, majd egy idő után normális értékű lesz, akkor a megszakított program a kis közjáték után úgy folytatódhat, mintha ez a kis szünet nem is lett volna a működésében.

## 12. A 8051 klónok reset-megoldásai

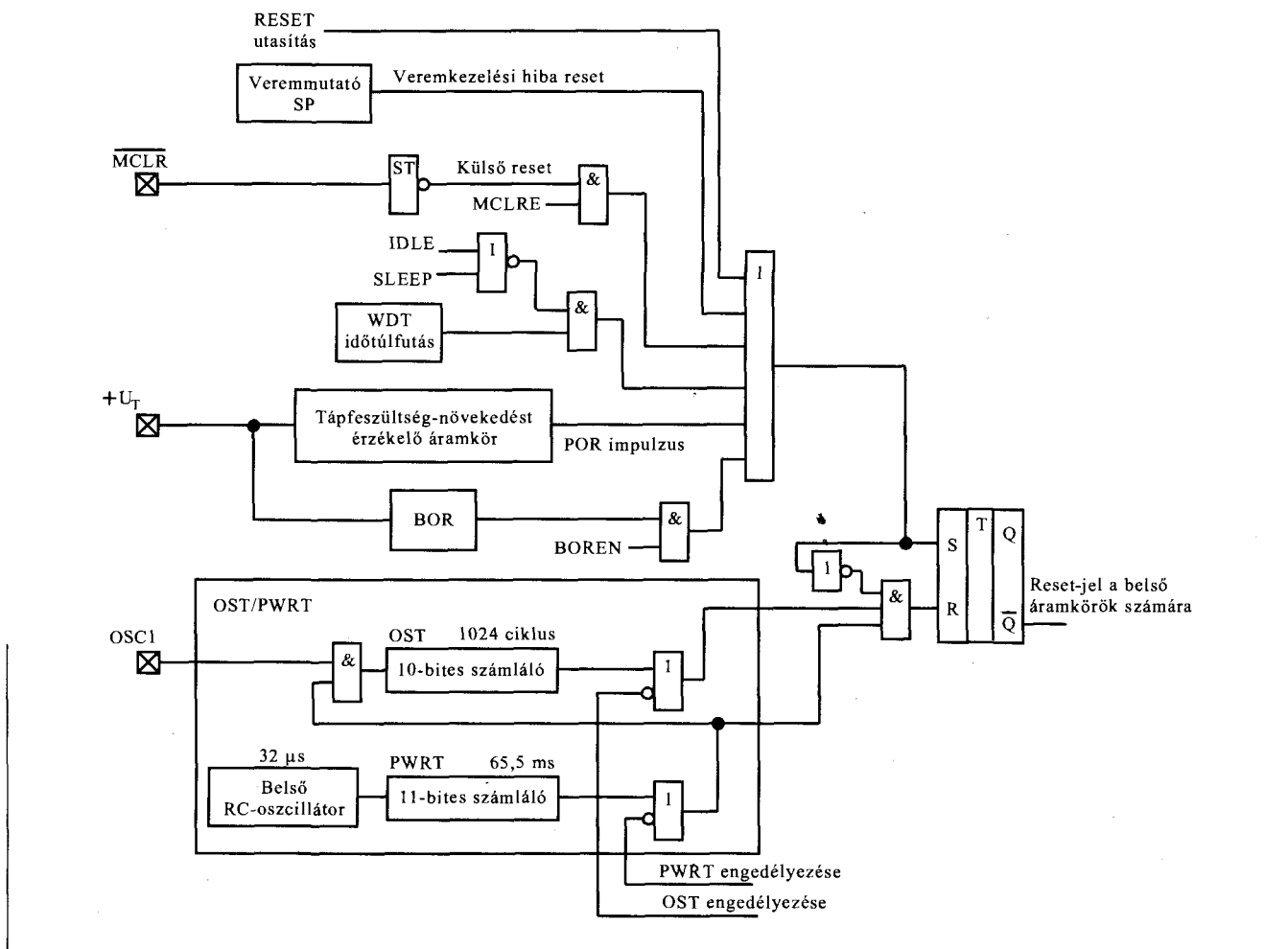
A 8051 egy rendkívül jól sikerült mikrovezérlő. A teljes mértékben SFR-jellegű belső elemzése lehetővé teszi, hogy szinte tetszőleges perifériakészlettel integrálják egybe a 8051 CPU-t. Jelenleg is folynak ilyen fejlesztések s folyamatosan jelentik be a gyártók az újabb 8051-továbbfejlesztéseket. Ezekben esetenként érdekes újdonságokat is felfedezhetünk, de mindig csak olyanokat, amelyek az eredeti utasításkészlet használatát továbbra is biztosítják.

Az Atmel 8051-kompatibilis mikrovezérlőkben (pl. AT83EB5114, AT89EB5114) egy érdekes új reset-forrás található, a tápfeszültség-monitor (*Power Monitor*). A *Power monitor* felügyeli a tápfeszültség változásait, s reset-folyamatot vált ki, ha kilép a tápfeszültség a megengedett tartományból. A *Power Monitor* három üzemmódban működhet, ezek a következők:

- bekapcsolási folyamat,
- normál működés,
- leállítás.

Ez az áramköri egység megvalósítja a BOR, a POR és a csökkenő tápfeszültségre kiváltódó reset-funkciót egyaránt.

A Silicon Laboratories C8051F350 mikrovezérlője 2,7...3,6 V közötti tápfeszültségről működtethető. Ebben is megtaláljuk a tápfeszültség-monitor, de kialakítottak benne órajelhiba-felügyelő áramkört is. Ez egy újraindítható monostabil multivibrátor, 100 µs hosszúságú kimeneti impulzussal. Ha a 100 µs alatt új órajelimpulzus jelenik meg, akkor előlről indul az időzítés. Ha azonban két órajelimpulzus között 100 µs-nál hosszabb szünet áll elő, ak-



11. ábra

kor a figyelő áramkör kiváltja a reset-folyamatot.

Ennek a mikrovezérlőnek egy másik különlegessége is van, a Flash-hiba reset-áramkör. Ez lényegében illegális címét figyelő áramkör. Ha a programmemória törlése, írása vagy olvasása a definiált programterületen kívüli címre vonatkozik, eláll a reset-hatás.

### 13. A PIC18C reset-lehetőségei

Végezetül, mintegy összefoglalásként, nézzünk meg egy korszerű mikrovezérlőt részletesen is! Záró példánk a Microchip PIC18C családjának egyik tagja, a PIC18C4550, melynek megengedett tápfeszültség-tartománya 2,0...5,5 V. A PIC18C család többi tagjánál is nagyjából hasonló a reset-rendszer, a legtöbb részlet így a többi „rokonnál” is megtalálható. A mikrovezérlő resetelő áramköri rendszere a 11. ábrán látható.

A reset-folyamat minimális idejét meghatározó elemek:

- OST áramkör,
- PWRT áramkör.

A reset-források:

- RESET külső vezérlőjel,
- WDT,
- POR áramkör,
- BOR egység,
- RESET utasítás,
- veremtmármutató túlcsoordulás/alulcsordulás-reset.

A reset eredményeképpen a programszámláló nullázódik, így az utasítások végrehajtása a 0000h címmel indul. Az SFR területen a reset 156 regiszter kezdőértékét állítja be! A reset-folyamatok vezérlésének legfontosabb feladatait az RCON regiszter bitjei látják el, ezeket a 12. ábrán mutatjuk be. Az ábrán az egyes vezérlőbitek szerepét is leírjuk. A reset-folyamat után, amikor a mikrovezérlő működése megkezdődik, az RCON bitjei tájékoztatják a

CPU-t arról, hogy milyen jellegű volt a reset-folyamat, mi váltotta ki az alap-helyzetbe állást.

#### 13.1. Reset-folyamat a tápfeszültség bekapcsolásakor

A külső hardver reset-jel, az  $\overline{MCLR}$  (Master Clear Reset) a szokásos megoldásnak megfelelően L aktív szintű, Schmitt-triggeres bemenet. Az  $\overline{MCLR}$  bemenet felhasználásával lehetőség van arra, hogy külső hardver jel segítségével alaphelyzetbe állítsuk a mikrovezérlőt, ha ez a logikai jel egy meghatározott ideig aktív (L) szinten tartja a bemenetet.

A biztonságos működés érdekében ebben a mikrovezérlőben is zajsűrű áramkör fogadja a reset-jelet, így a rövid impulzusok nem váltják ki a reset-folyamat megindulását.

A PIC mikrovezérlőkben az  $\overline{MCLR}$  csatlakozópont egyirányú, azaz a belső

okok miatt kialakuló reset-folyamatok közben a mikrovezérlő nem küld ki L szintet. Azonban az  $\overline{MCLR}$  láb ebben a mikrovezérlőben nem kizárólagosan erre a célra van felhasználva, az alaphelyzetbe állítás mellett normál digitális adatpontként is használható. A kétféle működés egyike konfigurációs bittel választható ki.

Ha nem logikai jellel, hanem a csatlakozópontra telepített RC-taggal alakítjuk ki a bekapcsolási resetet, akkor a hagyományos elrendezést lehet alkalmazni (13. ábra). Az időzítő áramkör méretezésekor azt kell elérni, hogy az L szintű impulzus hossza bekapcsoláskor minimum 2  $\mu$ s legyen. Az R értéke 40 k $\Omega$  körüli legyen, az R<sub>1</sub> pedig legfeljebb 1 k $\Omega$ .

Ha a tápfeszültség bekapcsoláskor elég gyorsan nő, akkor nincs szükség az RC-taggal megvalósított késleltetésre. Ilyenkor a belső POR (Power-On Reset, tápfeszültség-bekapcsolási reset) fogja megvalósítani az alaphelyzetbe állítást. Ehhez nem szükséges a

13. ábrán látható teljes kapcsolás, csak egy ellenállással (1...10 k $\Omega$ ) kell az  $\overline{MCLR}$  pontot a tápfeszültséggel összekötni. A POR-áramkör az U<sub>DD</sub> ponton kezdődő tápfeszültség-növekedés hatására egy belső POR-impulzust állít elő. A tápfeszültség növekedési sebességének meg kell haladnia a 0,05 V/ms értéket, csak akkor aktivizálódik a POR áramkör. A reset-folyamat hosszabb lehet, mint a POR impulzus, mert a POR különféle időzítő egységeket aktivizál (ezek összefoglaló neve a Device Reset Timers, azaz az áramkör reset-időzítői).

A tápfeszültség-bekapcsolási időzítő (Power-Up Timer) rögzített idejű késleltetés, névleges időtartama 18 ms (PWRT impulzus). Ennyi ideig fenn tartja a belső resetállapotot, ha a POR impulzusnak már vége is van. Ez az áramköri egység egy 11 bites számláló, amit az INTRC (belső RC oszcillátor) léptet.

Az oszcillátor beindulási folyamata az OST (Oscillator Start-up Timer)

felügyel. Miután az oszcillátor már képes impulzusok előállítására, az OST számláncának léptetése megkezdődik. 1024 impulzus leszámolásáig az OST a belső reset-állapotot nem engedi megszűnni.

Az OST azoknál az oszcillátormegoldásoknál, melyeknél a végleges frekvencia és a tökéletes impulzusalak kialakulása elhúzódhat, automatikusan aktivizálódik az oszcillátortípust beállító konfigurációs bitek hatására. Így az OST mindig működik a nagysebességű és a közepes sebességű kvarcoszcillátorok és kerámia-rezonátoros óragenerátorok esetében.

Az oszcillátorfrekvencia úgy is beállítható, hogy a kívánt frekvenciaérték negyedének megfelelő rezgőkvarcot vagy kerámia-rezonátort használunk fel és igénybe vesszük a beépített, PLL-lel kialakított frekvencianégyeszerző áramkört. Ha így használjuk az óragenerátort, akkor az indulási folyamat tervezésekor figyelembe kell venni a PLL-áramkör zárásához szükséges to-

R/W - 0	R/W - 1	U - 0	R/W - 1	R - 1	R - 1	R/W - 0	R/W - 0
IPEN	SBOREN	-	$\overline{RI}$	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	$\overline{POR}$	$\overline{BOR}$
bit7	<b>RCON (Reset Control Register)</b>						bit0

W: írható bit  
 R: olvasható bit  
 -n: POR utáni bitérték

bit7: **IPEN**: Interrupt Priority Enable (A megszakításprioritás engedélyezett)  
 1= A megszakításoknál engedélyezett a prioritás használata  
 0= A megszakításoknál tiltott a prioritási szintek használata (16C-kompatibilis üzemmód)

bit6: **SBOREN**: BOR Software Enable (Szoftver engedélyezőbit a BOR-hoz)  
Ha BOREN1:BOREN0=01:  
 1= Engedélyezett a BOR  
 0= Tiltott a BOR  
Ha BOREN1:BOREN0=00, 10 vagy 11:  
 A bit működése tiltott, olvasáskor 0 értékű.

bit5: **Nincs felhasználva**: olvasva 0

bit4:  **$\overline{RI}$** : Reset Instruction Flag (a RESET utasítás flagje)  
 1= Nem hajtott végre RESET utasítást a CPU  
 0= A CPU egy RESET utasítást hajtott végre (szoftverrel kell 1-re váltani)

bit3:  **$\overline{TO}$** : WDT Time-out Flag (WDT időtúlfutást jelző állapotbit)  
 1= Power-up (tápfeszültség bekapcsolás), SLEEP vagy CLRWDT utasítás végrehajtása történt  
 0= A Watchdog Timernél időtúlfutás lépett fel

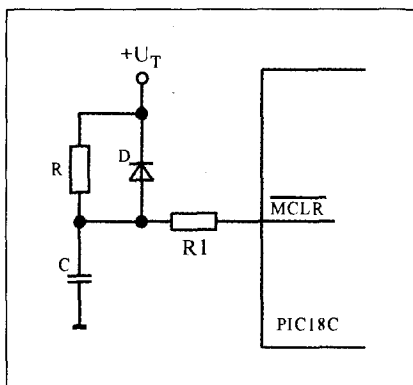
bit2:  **$\overline{PD}$** : Power-Down Detection Flag (Tápteljesítmény csökkentést jelző bit)  
 1= Power-up (tápfeszültség-bekapcsolás) vagy CLRWDT utasítás végrehajtása történt  
 0= SLEEP utasítás végrehajtása történt

bit1:  **$\overline{POR}$** : Power-on Reset Status (Tápfeszültség bekapcsolási reset állapotbit)  
 1= Nem ment végbe Power-on Reset  
 0= Egy Power-on Reset folyt le (szoftverrel kell 1-re állítani!)

bit0:  **$\overline{BOR}$** : Brown-out Reset Status (Brown-out, azaz tápfeszültség-kibillenés miatti reset állapotbit)  
 1= Nem lépett fel Brown-out Reset  
 0= Egy Brown-out Reset történt (a bitet szoftverrel kell 1-re váltani).

12. ábra





13. ábra

vábbi időt is, ami 2 ms nagyságú. Ennek a beállítása sem külön felhasználói feladat, mivel a frekvenciatöbbszörözést elrendelő konfigurációs bitek hatására az OST-időtartam automatikusan megnyúlik 2 ms-mal.

A reset-időzítő elemek egymástól függetlenül működnek. Ha a bekapcsolási folyamat során a PWRT engedélyezett, mindenképpen ennek az időtartama telik le először, ez indítja az OST működést, s ennek a végén történik meg (ha szükséges) a PLL miatti további 2 ms időtartamú reset-meghosszabítás.

Az OST-működés nagy biztonságot ad a mikroszámítógépes rendszernek, viszont jelentősen elnyújtja a bekapcsolási időt. A tápfeszültség megjelenése után sokáig kell várni, mire elkezdődik az utasítások értelmezése, végrehajtása. A kétsébszerű indítás részben orvosolja ezt a problémát.

Ha a konfigurációs bitekkel engedélyezzük a kétsébséges indulást, a tápfeszültség megjelenése után a lassan éledő elsődleges oszcillátor helyett átmenetileg a gyorsan bekapcsolódó belső RC-oszcillátor impulzusaival indul a működés. Ezt a megoldást természetesen csak olyan oszcillátortípusoknál lehet használni, melyeknél az OST működik.

A kétsébséges indulás folyamán, ha letelt a PWRT késleltetése, a mikrovezérlő azonnal elkezd az utasítások végrehajtását az INTOSC belső RC-oszcillátor jeleit használva. Ez alacsonyabb frekvenciájú működés ugyan, de legalább nem kényszerül tétlenül várni a CPU. Közben a kvarcoszcillátor vagy a kerámiarezonátoros oszcillátor elkezd működni, megjelennek az impulzusai és azokat az OST-áramkör számolni kezdi. Ha megtörténik az 1024 impulzus befogadása (illetve a további

1. táblázat

Konfigurációs bitek		BOREN bit	BOR-működés
BOREN1	BOREN0		
0	0	Nem hat	Tiltott a BOR-működés
0	1	Működik	Szoftver-kezelésű a BOR
1	0	Nem hat	A BOR engedélyezett programfutáskor és idle állapotban; a sleepben nem
1	1	Nem hat	Minden üzemmódban működik a BOR

2 ms is eltelik, ha a PLL-t is használjuk), akkor egy rövid átmeneti időszakban a CPU nem kap órajeleket, majd az alaposzcillátor impulzusaival működik tovább. Mindez azért lehetséges, mert a PIC mikrovezérlők CMOS technológiájuknak köszönhetően bármilyen lassú órajellel képesek működni, problémamentesen elviselik a különféle frekvenciájú órajelek átkapcsolását is, sőt, tetszőleges időt eltölthetnek órajel nélkül is (ekkor természetesen nem működnek, de az utolsó állapotukat folyamatosan őrzik és bármikor képesek a továbbindulásra).

### 13.2. A PIC18C4550 BOR-megoldásai

Mint már tudjuk, a BOR a tápfeszültség-vezetéken megjelenő kisebb negatív impulzusok érzékelésére szolgál; az ilyen tápingás hatására viszi a mikrovezérlőt alapállapotba. A PIC18C4550 mikrovezérlőben a tápfeszültség-kibillenést figyelő, két küszöbszinttel megoldott áramkör működését sokoldalúan lehet vezérelni. A figyelt feszültség szint értékét két konfigurációs bittel lehet beállítani, két további konfigurációs bit a BOR különféle üzemmódjait állítja be. A rugalmasság érdekében a BOR a szoftver fennhatósága alá is helyezhető, ezt az RCON regiszterben lévő *SBOREN* (Software *BOR* Enable, szoftver *BOR*-engedélyezés) bit kezelésén keresztül lehet megoldani. A konfigurációs és az engedélyező bitek szerepét az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Ha a konfigurációs bitek (*BOREN1*, *BOREN0*) 00b értékűek, akkor a BOR-rendszer ki van iktatva. Ha a konfigurációs kombináció 01b, akkor a BOR-működést a szoftver tudja kezelni, az *SBOREN* vezérlőbittel (amit a RCON regiszterben már láttunk). A BOR szoftvervezérlés alá helyezése a felhasználó számára igen rugalmas táp-

feszültségfigyelési lehetőséget ad. A mikrovezérlő környezetéhez lehet ilyen módon alkalmazkodni. A környezeti feltételek változhatnak, egyszerű célszerű, máskor kellemetlen a BOR-működés. A szoftverkezelés lehetővé teszi, hogy ne kelljen a mikrovezérlőt átkonfigurálni! Azt is figyelembe lehet venni, hogy a BOR figyelőáramkörre is többletfogyasztást jelent, így pl. a sleep állapotban célszerű kikapcsolni.

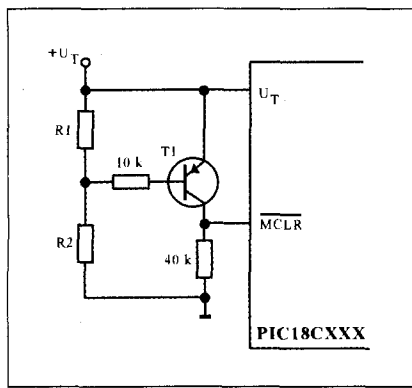
Tulajdonképpen ezt a gondolatot testesíti meg az a konfigurációs lehetőség is, amelyik engedélyezi a BOR-működést, kivéve a sleep állapotot. Ilyen beállítás esetén a sleepbe kerülő mikrovezérlőben a BOR azonnal letiltódik. Amikor felébred az áramkör és visszatér a normál működéshez, a BOR automatikusan aktivizálódik.

Az 10b konfigurációs kombináció a szoftverkezelést letiltja, a BOR-rendszer működik, de nincs engedélyezve a sleep állapotban. Az 11b bitkombinációval a konfigurációs bitek minden helyzetben engedélyezik a BOR-működést (de a szoftverkezelés itt is hiányzik).

A BOR-működés legfontosabb paramétere az a küszöbfeszültség, amelyiknél a BOR-működés megkezdődik ( $V_{BOR}$ , a 10. ábrán  $U_{B1}$ ). A 2. táblázatból olvasható ki a különféle beállításoknál érvényes névleges érték. A felső küszöbszint (a 10. ábrán  $U_{B2}$ ) az alsónál 3%-kal magasabb érték a PIC18C család tagjainál.

2. táblázat

Konfigurációs bitek		A küszöbérték V
BORV1	BORV0	
0	0	4,59
0	1	4,33
1	0	2,79
1	1	2,05



14. ábra

Akkor vált ki reset-folyamatot a BOR-áramkör, ha minimum 200  $\mu$ s ideig az alsó küszöbérték alatt tartózkodik a tápfeszültség. Ha az ismét növekvő tápfeszültség a felső küszöbszintet átlépi, és engedélyezett a PWRT működése, akkor egy 72 ms időtartamú késleltetés kezdődik – ennyi ideig továbbra is működik a belső reset-folyamat. Ha eközben a tápfeszültség ismét a BOR indítási küszöbszintje ( $V_{BOR}$ ) alá csökken, akkor előről kezdődik a folyamat. A BOR és a PWRT engedélyezése egymástól független, így ha a PWRT nincs engedélyezve de a BOR igen, a felső küszöbérték átlépésekor a reset-folyamat azonnal megszűnik.

Speciális küszöbértékeket is használhatunk a BOR-működéshez, ha a küszöbérték átlépését saját tervezésű áramkör érzékeli. Az ilyen külső BOR-érzékelő áramkörök közül a legegyszerűbb a tranzistoros megoldás (14. ábra). Ha a  $T_1$  egy tetszőleges kisteljesítményű szilícium tranzisztor, akkor váltódik ki a BOR-működés, ha az  $R_1, R_2$  által leosztott feszültségérték kisebb mint 0,7 V. Z-dióda használatával a küszöbszint stabilabbá válik (15. ábra). Itt a küszöbfeszültség:

$$U_k = U_Z + 0,7 \text{ V.}$$

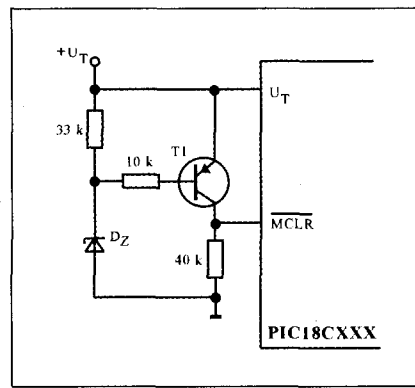
A mikrovezérlőkhöz külső BOR-áramköröket is gyártanak. A PIC áramkörök mellett célszerű a Microchip saját BOR-áramköreit felhasználni. Ilyen pl. az MCP100, mely hét különféle küszöbszintre készül (ezek névleges értéke 2,625...4,725 V közé esik). Az áramkör SOT-23 tokozással is készül, így alig igényel helyet a mikrovezérlő mellett a panelen. Az MCP100 használatát a 16. ábrán mutatjuk be.

### 13.3. WDT a PIC18C4550-ben

A WDT a léptetőimpulzusait egyetlen forrásból, egy belső oszcillátorból kapja. Ez egy független RC-oszcillátor, így a kis fogyasztású sleep állapotban is használható. A WDT működését konfigurációs bittel lehet engedélyezni. Ha a konfigurációs bittel engedélyezték, még egy szoftverkezelésű vezérlőbittel lehet aktivizálni vagy üzemen kívül helyezni. Ha a WDT működését engedélyezzük, akkor egyidejűleg automatikusan engedélyeződik a léptetőjeleket szolgáltató INTRC belső RC-oszcillátor működése is.

A WDT számlálási időtartama rögzített: 4 ms. Ha ez az idő rövid lenne, akkor egy utóosztót lehet a kimenetéhez rendelni. Az utóosztó 8 bites, a kimeneteit egy programozható multiplexeren át lehet felhasználni. A legnagyobb osztásarány 1 : 32768, ennek kiválasztása esetén a WDT teljes futási időtartama 2,18 perc! A WDT áramköri kialakítását a 17. ábrán láthatjuk.

A WDT, amikor végigszámlált (időtúlfutás), automatikusan kiváltja a resetet. Ha azonban sleep állapotban volt a mikrovezérlő, akkor a WDT túl-



15. ábra

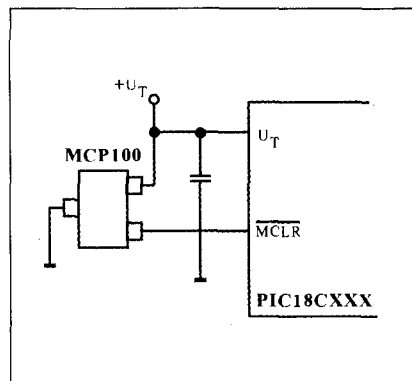
futása felébreszti, de nem történik meg a reset; a program a SLEEP utasítást követő programelem végrehajtásával folytatódik.

### 13.4. Reset a veremmutató hibás értékeinél

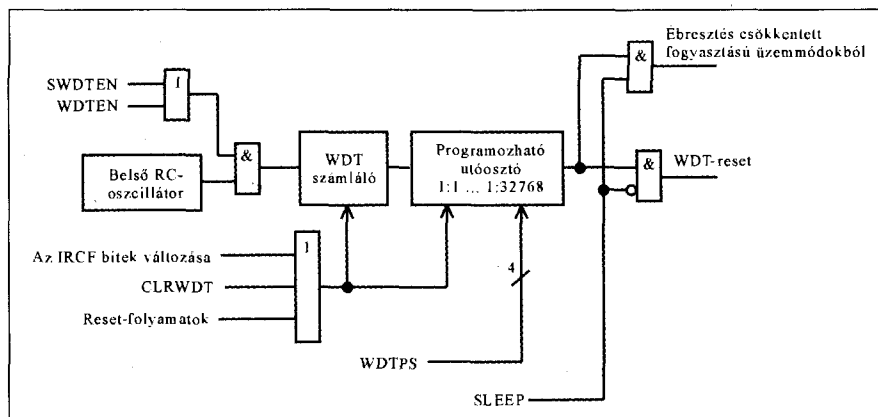
A veremtár a PIC18C4550 mikrovezérlőben 31 cím befogadására alkalmas, a veremtármutató (Stack Pointer, SP) ennek megfelelően 5 bites. A verem tehát egy 31  $\times$  21 bit méretű SRAM-terület a mikrovezérlőben, mivel a teljes 21 bites címet menti szubrutinra ugráskor a mikropvezérlő. Ez a SRAM teljesen független a mikrovezérlőben lévő SRAM adatmemóriától, a normál SRAM-kezelő programlépésekkel nem is lehet elérni.

A reset-folyamat az SP = 00000b kezdőértéket állítja be; ez egy fiktív veremtárcím, mivel az első mentéshez a 00001b címet fogja felhasználni a mikrovezérlő (a CALL utasítás előbb inkrementálja SP tartalmát, majd az új

(Folytatás a 118. oldalon)



16. ábra



17. ábra

# A világ rádiómúzeumai: Budapest

Balás B. Dénes távközlési technikus

Magyarország egyetlen nyilvános rádiómúzeuma, a Postai és Távközlési Múzeumi Alapítvány által 1993-ban létesített Rádió és Televízió Múzeum Budapest közelében, Diósdon, az egykori rövidhullámú műsorszóró rádióállomás épületében található. Ez az adóállomás 1949-től két darab 100 kW-os Standard gyártmányú adóval kezdte sugározni az idegennyelvű műsorokat. Későbbi rekonstrukciója után két darab 100 kW-os Brown-Boveri adó állt szolgálatba. A kilencvenes évek végén erről az adóállomásról megszűnt a sugárzás, de az egyik BB adót a földszinti folyosón kiállították. Azóta a Múzeum uralja az épületet...



Ős-detektoros az 1910-es évekből

Az egykori adótermet két részre: rádió- és televízió-kiállításra osztották és a legrégebbi tárgyakat jól tervezett, félkörben futó állványzaton helyezték el. Az állványzat tetején körfolyosóról lehet a terem falán magasan elhelyezett vevőkészülékeket szemügyre venni. A karzat két oldalán ugyancsak elhelyez-



Rádióamatőr állomás: HRO-vevő és MO-PA adó



TFK hosszuhullámú detektoros

tek üvegtárlókat, amelyekben a kisebb terjedelmű ritkaságok láthatók.

A korban legrégebbi készülékek a csepeli rádióállomás Telefunken gyártmányú detektoros, valamint egyesőves visszacsatolt audion vevőkészülékei, melyek még az első világháború alatt a szikratávírókat szolgálták. Ugyanebből a korból van kiállítva egy Lieben-lámpa,



Orosz huzalos magnetofon

melyet hangerősítőként 1915-16-tól használtak a detektoros vevő után kapcsolva. Ezek középről, a padozatba süllyesztett dekoratív „Földabroszról” tekinthetők meg. Ugyancsak itt van kiállítva a Telefonhírmondó technikai megoldását szemléltető tábla, Puskás

Tivadar szabadalma, mely a műsorszórás rádiós módszerét sok-sok évvel előzte meg. Ezen eredeti clostótranszformátorok, fülhallgatók és a vonali váltókapcsoló láthatók.



„Molibdén” katonai RH-vevő

A földszint látnivalóit a laikus látogatók számára is vonzóvá tették, a rádiós oldal két sarkában egy-egy korabeli jelenetet rendeztek be, életnagyságú bábukkal és eredeti tárgyakkal. Itt látható egy stúdiórészlet, bemondóval, eredeti Reisz-féle szénmikrofonokkal, egy énekesnővel és az őt kísérő zenésszel. A falon a sokak által leírt uta-



Antennapark-részlet





**Huth-adó**

sító tábla, mely állítólag magyar specialitás volt, mindig a rendező által adott utasítás világított rajta. Ez a stúdiórészlet egyben a Telefonhíradó stúdiójára is emlékeztet, hiszen a Magyar Rádió annak Rákóczi úti helyiségeiből indult. A másik szoborészlet családi otthon ábrázol, egy pár táncol a rádiózenére...

A stúdiójelenet az első rádiótelefon adásokat idézi, 1923–25-ből, melynek kísérleti berendezését, a Huth-adót és az első hivatalosan működő, 2 kW-os magyar műsorszóró-adó egy állványát is itt helyezték el. A táncoló párok a harmincas években tűnhettek fel először, amikor már hangszórók ontották a zenét. A rádió-oldal érdekességei közé tartozik néhány nagyteljesítményű adócső, rezgőkörök az egykori 20 kW-os lakihegyi adóból és a 100 kW-os diósdói rövidhullámú adóból. Sajnos, a harmincas években gyártott adóberendezésekből semmi nem maradt, vevőkészülékek viszont elég szép számmal találhatók.



**Katonai rádiók**

Fent a karzaton az első szünetjelgép, színházi közvetítésnél használt erősítőt, csömérőt, detektoros rádiókat stb. lehet megcsodálni.

A televízió-oldal is több érdekességet tartalmaz. Az egyik sarokban egy tévékamera látható, operatőrrel, mellette a helyszíni közvetítéseknél a '60-as években használt francia mikrohullámú berendezés; a másik sarokban egy család a tévét nézi. Ez még napjainkban is aktuális jelenet, csak a készülékek lettek modernebbek. A karzat alatt helyezték el a Miskolc-Avas-i tévé-relé-állomás első, 50 W-os Thomson CSF gyártmányú adóját, mely 1959-től szolgált a várost.



**Leningrád tv-vevő**

A tévé-vevőkészülékek közül említést érdemel a „Leningrád” típusú készülék. Szovjet megrendésre gyártotta és szállította a keletnémet RFT cég a Szovjetunióba, valószínűleg jóvátételként. Magyarország 1954-ben kapott belőle néhány darabot a hazai tévékísérletek megindításához. A készüléket állami vezetők, miniszterek és néhány postai szakember között osztották szét, többek között 1955 elején a Puskás Tivadar Távközlési Technikum is kapott belőle. Az első adásokat ezeken a készülékeken nézhatték a kiválasztottak...

A televízió-oldal feletti falipolcon a magyar ipar által gyártott majdnem valamennyi tévékészülék megtalálható, legalább a nyolcvanas évekig. A Orion gyár AT-501, Tisza és Duna, a VTRGy Munkácsi, Kékes, Tavasz nevű, nagysorozatban gyártott és sokak által ismert fekete-fehér készülékei, hogy csak a legrégebbieket említsük. Egyébként a VT-gyár Tavasz nevű készülékét szánták, a Néprádió mintájára, a magyar Néptelevíziónak. A legolcsóbb volt és nem volt rajta csatornaváltó...

A múzeum elsődleges célja a postai rádió-, tévéberendezések megőrzése és bemutatása, ezért egy FMV és egyéb adóberendezést, illetve sokcsatornás



**R-403-as katonai rádiórelé**

mikrohullámú berendezést is kiállítottak. Ezek láttán a laikus és a szakember is csak tiszteletet érezhet azok iránt, akik ezeket a berendezéseket létrehozták.

Csak dicsérőleg említhetjük a katonai rádiógyűjteményt, amelynek egyes típusaival még oly sokan rádióztunk. (Bécsben mind a két múzeum, a Technikai és az Első Osztrák Rádió Múzeum is jelentős katonai rádióanyagot gyűjtött össze.) A múzeum nagyterme mögötti folyosón a katonai gyűjtemény nagy részét sikerült bemutatni.

Diósdon a II. világháborús készülékeket csak egy R-7 vevőkészülék és egy Telefunken iránymérő képviseli, de annál bőségebb a háború utáni, magyar gyártmányú, majd a későbbi



**TFK iránymérővevő**



szovjet mintájú készülékek gyűjteménye. Az ötvenes évek gyártmányából kiállították a Nehézvevőt, az R-20, R-30, R-40 rádiókat, raktáron őrzik egy R-10 és egy R-50 készüléket. A hatvanas években rendszeresített, szovjet mintájú készülékekből a legtöbbet használt R-105, R-118 és annak vevője a „Molibdén” is látható, de mikrohullámú berendezés, az R-403-as relé is helyet kapott a folyosón. Még ehhez az időszakhoz kapcsolódik az R-4 Lahe vevőkészülék és a Mechanikai Laboratórium által gyártott rövidhullámú vevő. A későbbi készülékek közül is csak az ismertebbeket említem. Az R-313 jelű URH vevő és az R-326-os rövidhullámú vevő mellett a Magyar Néphadsereg által használt számos adóvevő látható. Ezek közül a rádióamatőrök és a gyűjtők kezén sok típus még ma is használatban van...

A magyar rádió-adóamatőrök az 1920-as évek óta jelen vannak az „éterben”. Technikai emlékeiket nehéz begyűjteni, mert az amatőrizmus jellemzője volt az örökös alkatrészhány; a legtöbb készüléket szétszedték és alkatelmeit újra felhasználták. Sikert azért egy amatőrsarkot is berendezni a múzeum megálmodóinak. Egy hajdani amerikai katonai (HRO-) vevővel és egy korabeli stílusban utánépített kis



**Katonai rádiók**

kétfokozatú rövidhullámú MO-PA (master oscillator + power amplifier) adóval mutatják be, hogyan nézett ki egy rövidhullámú amatőrállomás a múlt század negyvenes éveinek végén, az ötvenes évek elején...

Egy melléképületben szorítottak helyet hazánk egyetlen (50 kW-os Telefunken) gépadója megmaradt frekvenciagenerátorának, amely egykor a székesfehérvári rádióállomáson működött, és igazi ritkaság egész Közép-Európában. Ez azonban kevésbé látvá-

nyos, mint pl. az élelkepek, s csak villamos-forgógépek ismerőit és érdekelheti.

A múzeumépület előtti park közepét úgy alakították ki, hogy azon antennákat és emlékszobrokat lehessen elhelyezni. Az antennakert érdekessége között említem a lakihegyi nagytorony kötél- és talpszigetelőjét, valamint az első Széchenyi-hegyi (RFT) tévéadólepkeantennájának egy emeletét. Az egykori adóállomás dombtetőre épül, így a parkból remek kilátás tárul elénk. Díósd, Csepel, Dunaharaszti és alig pár kilométer távolságban áll a lakihegyi Blaw-Knox adótorony, a hazai rádiózás jelképévé nemesedett Szivar-antenna. Védett műszaki emlék, illő illusztráció a témához...

Nem célunk, hogy a teljes múzeum anyagot felsoroljuk, csak ízelítőt kívántunk adni a látnivalókból, kedvesen látót a személyes megtekintéshez. A múzeum anyaga, berendezése igényes, bármely hasonló európai intézménnyel felveszi a versenyt. A múzeum hétfő kivételével minden nap 10–16 óráig megtekinthető, fényképezni azonban csak a Postamúzeum (Bp. VI., Andrássy-út 3.) engedélyével szabad. A látogatókat videoberendezés és hozzáértő vezető segíti.

*(Folytatás a 115. oldalról)*

cimre írja be a mentésre váró értéket). Ha egymás után 31-szer megtörténik a verembe írás, a veremterület megtelt.

A verem túlesordulása akkor következik be, ha 31 címet elmentetünk, SP = 11111h, és most nem veremből olvasás következik, hanem ismét egy verembe írás. Az alulesordulás a kiírt veremnél áll elő, ha beírás helyett megint olvasni kell.

A veremtár túlesordulás/alulesordulás figyelése szoftverrel engedélyezhető/tiltható működés. Ha az SP 31 fölé nő, illetve 0 alá esőkkenne, akkor bekapcsolt SP-figyelés esetén a hirtárlépes próbálkozás behillint egy jelzőbitet és aktivizálja a belső reset-folyamatot.

### 13.5. A RESET utasítás

A korszerű mikrovezérlők többségehez hasonlóan a PIC18F4550 is lehetőséget ad a felhasználónak, hogy tetszőleges hardver és szoftver jelenségeket reset-

tel kezeljen le. Ennek elsődleges feltétele a RESET utasítás, amit itt meg is találunk az utasításkészletben. A RESET-utasítás opkódja 001Fh (a PIC18C mikrovezérlők utasításai 16 bitesek). Az utasítás beolvasása után a mikrovezérlőben aktivizálódik a belső reset-folyamat.

### 14. Következtetések

A mikrovezérlők üzeme során számos különféle hatás okozhat hibás működést, ezeket minél gyorsabban fel kell ismerni és meg kell szüntetni. A normális működéshez való visszatérés bevált eszköze az újraindítás, ezért a reset-folyamatot egyre több különféle belső hatás képes kiváltani. A felhasználónak így nem kell a hiba felismerésével és kezelésével foglalkoznia, azt automatikusan megoldja a mikrovezérlő. Ha a hibajelenség megszakításforrásként is kezelhető, több fokozatú védelmet is ki lehet építeni. A mikrove-

zérlő-családok fejlesztése során ezért a gyártók egyre több hibajelenséget egyre intelligensebben kezelni tudó reset-kiváltó és megszakítást kezdeményező részletet építenek be az áramkörökbe. A mikrovezérlő kiválasztásakor már az egyik alapvető szempont az alkalmazás által megkívánt öngyógyítás események és a mikrovezérlők által nyújtott resetelési képességek összevetése.

### Felhasznált Irodalom:

1. Microchip: PICmicro 18C MCU Reference Manual 2000 Microchip Technology Inc. DS39500A
2. Atmel: 80C51 Microcontrollers. How to Calculate the Capacitor of the Reset Input of a C51 Microcontroller Application Note. Rev. 4284A-8051-09/03
3. Microchip: PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet 2004 Microchip Technology Inc. DS 39632B
4. Keith Curtis: Understanding Reset Events On The PIC10F20X 2004 Microchip Technology Inc. TB082, DS91082A

## Az induktivitásmérőtől az integrált hangfrekvenciás végfokokig – válogatott témák

URBÁN ELEKTRONIKA Kft.

A 2002-ben elkezdett népszerű témaválogatás újabb „adagjához” érkezett a kedves olvasó. Ebben a válogatásban a cégnek a közelmúltban kifejlesztett konstrukciói közül tesszük közzé a legkeresettebbeket. A bemutatott áramkörök egységcsomag formájában is megvásárolhatók, a részletes árajánlat a mellékelt hirdetésben olvasható.

A Rádiótechnikában is e rovatban rendszeresen felhívjuk olvasóink fi-

gyelmét azon általános építési tanácsokra, amelyek nemcsak könnyítik és gyorsítják a cikkeinkben szereplő készülékek utánépítését, de a betartásuk rengeteg bosszúságtól kímél meg minket és az eredményül kapott szerelt nyák is esztétikus, megbízható lesz. Ezeket a szabályokat ezúttal nem ismételjük meg, *évkönyvünk előző kiadásának 84. oldalán* pontokba szedve megtalálhatók.

májában megvásárolni. Az egységcsomagból az **1. táblázat** szerinti paraméterekkel rendelkező induktivitásmérő építhető.

### 1.1. Mérési elv

Ha egy ideális induktivitást áramgenerátor segítségével lineárisan változó háromszög alakú árammal gerjesztünk, akkor azon azonos frekvenciájú négy-szögfeszültség keletkezik, amelynek amplitúdója az induktivitással egyenes arányos. A valóságos induktívitás veszteségi ellenállásán természetesen szintén háromszög alakú feszültség esik, ami az induktivitáson eső feszült-

## 1. Induktivitásmérő-adapter digitális kéziműszerhez

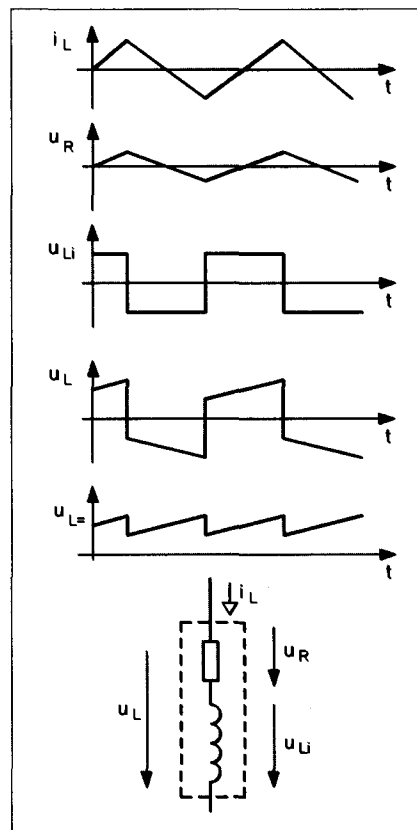
Manapság az elektronikában előforduló alapparaméterek (U, I, R) mérésére meglepően kedvező áron vásárolhatunk folyadékkristályos kijelzővel rendelkező digitális multimétert. Valamivel többet rászánva, olyan kéziműszer is kapható, ami a frekvenciát, a hőmérsékletet, a kapacitást és a tranzisztorok egyenáramú áramerősítési tényezőjét is méri (egy adott munkapontban). Az induktívitas korrekst mérését azonban még a drágább univerzális kéziműszerek sem teszik lehetővé, mert ez nem vezethető vissza egyszerűen az alapmennyiségek mérésére. A tekercsek a frekvenciafüggő látszólagos ellenállásán kívül jelentős veszteségi ellenállással is rendelkeznek, ami a mérést megnehezíti. Nagypontosságú, minden igényt kielégítő induktivitásmérők csak a professzionális műszergyártók kínálatában szerepelnek, de ezek ára az amatőrgyakorlat számára rendkívül magas.

Ez jelzi, hogy a probléma kompromisszumok nélkül nem kezelhető. A címben szereplő áramkör ismertetésével a célunk az volt, hogy egy külföldi folyóiratból származó ötlet alapján, lehetőleg olcsón megvalósítható megoldással lehetővé tegyük az induktívitasok néhány százalék pontossággal tör-

tendő mérését, ami az amatőrfelhasználás számára még elfogadható. Egy dolgot azonban már most ki kell hangsúlyozni. A mérés pontosságában elfogadott kompromisszum ellenére meglehetősen szigorú követelmények vannak az áramkörben alkalmazott alkatrészek minőségét illetően. Annak érdekében, hogy az induktivitásmérő reprodukálható legyen, szigorúan be kell tartani a kapcsolási rajzon feltüntetett értékeket! Ezért célszerű az áramkör alkatrészeit az URBÁN ELEKTRONIKA Kft. szaküzletében egységcsomag for-

1. táblázat

Mérés-határ	2 mH (felbontás 1 $\mu$ H) 20 mH (felbontás 10 $\mu$ H) 200 mH (felbontás 100 $\mu$ H) 2 H (felbontás 1 mH)
A mérés feltételei	$R_L \leq 60 \Omega$ (a 2 mH-s méréstartományban) $R_L \leq 600 \Omega$ (a 20 mH-s méréstartományban) $R_L \leq 6 \text{ k}\Omega$ (a 200 mH-s méréstartományban) $R_L \leq 60 \text{ k}\Omega$ (a 2 H-s méréstartományban)



1. ábra



séghez a soros kapcsolás miatt hozzáadódik. Az  $u_1$  feszültség átlagértéke tehát az induktivitás függvénye. Az elméleti működésnek megfelelő jelalakok az **1. ábrán** láthatók.

### 1.2. Az Induktivitásmérő működése

Az adapter kapcsolási rajzát a **2. ábra** mutatja. Az  $IC_1$  komparátorként üzemelő műveleti erősítő és az  $IC_2$  műveleti erősítő, mint integrátor, egy 2500 Hz frekvenciájú háromszögjelet előállító generátort alkot. A CA3130 alkalmazását az a tulajdonsága tette indokolttá, hogy a kimenőfeszültség értéke a pozitív ill. negatív tápfeszültséggel lehet egyenlő (ún. „Rail-to-rail” CMOS kimenet). A komparátor beállítása a háromszögjeleszűség minimum/maximim értékét (+2, ill. +4,9 V) határozza meg. Az  $IC_1/6$ . lábón megjelenő jel egyúttal az  $IC_4$  analóg kapcsolókkal megvalósított vezérelhető egyenirányító vezérlését is elvégzi.

Az  $IC_2/1$ . kimenőjel az  $IC_2b$ , a  $T_1$  tranzisztorral és a  $R_5...R_8$  ellenállással



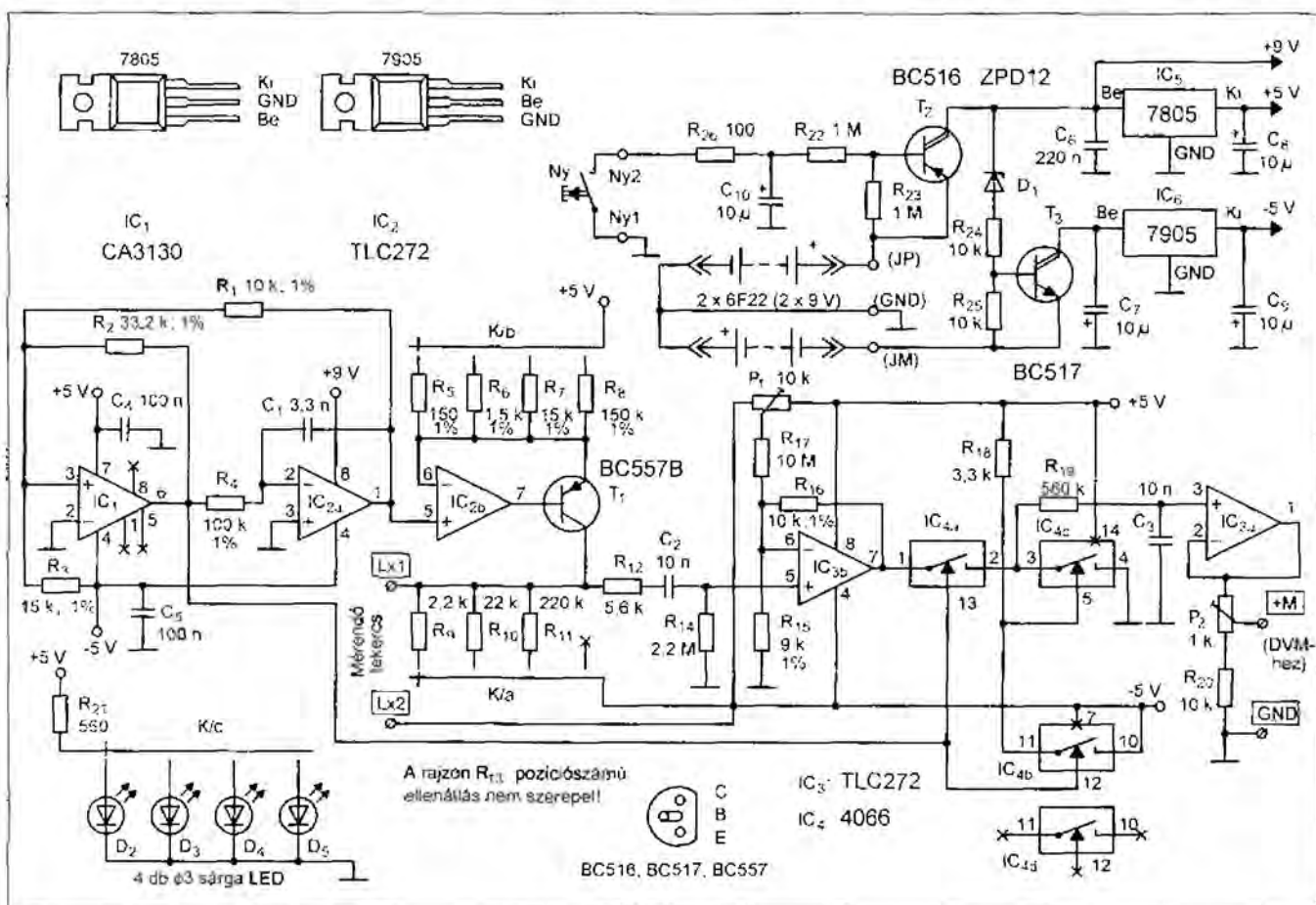
Induktivitásmérő adapter

megvalósított négyfokozatú áramgenerátort vezérli.

A mérendő tekercset az áramgenerátor kimenetére kapcsoljuk. A tekercsek a mindig jelenlévő önkapacitások miatt gerjesztés esetén hajlamosak oszcillációra, ami a mérést meghamisítaná. A mérendő tekercsel a fokozatkapcsoló állásának függvényében az  $R_9$ ,

vagy az  $R_{10}$ , vagy az  $R_{11}$  ellenállás kapcsolódik párhuzamosan. A feladatuk, hogy megakadályozzák az induktivitáson a vadrezgések kialakulását. A fokozatkapcsoló negyedik, 2 H-s állásában ezt a feladatot az  $R_{14}$  ellenállás látja el.

A tekercsen eső feszültséget az egyenfeszültségű komponens leválasz-



2. ábra

tása után ( $C_2$ ) az  $IC_{3b}$ -vel felerősítjük. Az erősítés mértékét az egyenirányítás módja határozza meg. Mivel az ismeretlen induktivitás értékével arányos amplitúdójú négyszögjelet együtasan egyenirányítjuk, ezért az abszolút átlagértéknek csak a felét kapjuk, így  $IC_{3b}$ -nél pontosan kétszeres erősítésre lenne szükség. Mivel az adapter kimenetére egy egyszerű digitális multiméter csatlakozik, amely nem minden esetben pontosan kalibrált, az adapterműszer együttes kalibrálhatósága érdekében az erősítést kismértékben növeljük. A szükséges erősítés körülbelül  $A_v = 2,3$ .

A vezérelt egyenirányítót az  $IC_{4a}$  és az  $IC_{4c}$  analóg kapcsolóval valósítottuk meg. Az  $IC_{4b}$  inverterként funkcionál. Ha az  $IC_1$  komparátor kimenőfeszültsége +5 V, akkor az  $IC_{4a}$  bekapcsolt, az  $IC_{4c}$  kikapcsolt állapotba kerül. Az  $R_{19}$ ,  $C_3$  integráló tag elvégzi az integrálást. Ha az  $IC_1$  komparátor kimenőfeszültsége -5 V, akkor az  $IC_{4a}$  analóg kapcsoló kinyit, az  $IC_{4c}$  pedig zárt állapotú lesz. Az  $IC_{3a}$  erősítő követő üzemmódban biztosítja a szükséges impedancia-transzformációt. A kapcsolásban található  $P_1$  trimmerpotenciométerrel az erősítőfokozat ofsztetfeszültsége állítható be, a  $P_2$  trimmerpotenciométerrel pedig kalibrálható az adapter. A  $D_2...D_5$  LED a fokozatkapcsoló állását, az aktuális mérészhart mutatója úgy, hogy a doboz „2 0 0 0 mH” feliratában megjeleníti az éppen aktuális tizedespontot.

Az induktivitásmérő adapter a praktikus felhasználás érdekében telepekről működik. Az adapter áramfel-

vétele viszonylag alacsony, de figyelmen kívül kezelés esetén, ha bekapcsolt állapotban hagyjuk, a telepek hamar kimerülnek. A probléma megelőzésére az induktivitásmérő egy automatikus kikapcsolót tartalmaz. Ezt a feladatot a  $T_2$  és a  $T_3$  Darlington-pár valósítja meg. A telepek behelyezését követően a  $C_{10}$  kondenzátor feltöltött állapotú, ezért a  $T_2$  és a  $T_3$  tranzisztor zárva van. Ha az  $NY1$  és az  $NY2$  pont között nyomógombbal a kondenzátort kisütjük, akkor a  $T_2$  és a  $T_3$  vezet. A rajtuk eső kis feszültségesés a kapcsolás működését nem befolyásolja. Elengedett nyomógomb esetén a  $C_{10}$  kondenzátor mintegy harminc másodperc alatt az  $R_{22}$ ,  $R_{23}$  ellenállásokon keresztül feltöltődik, így a  $T_2$  és a  $T_3$  lezárt (kikapcsolt) állapotba kerül.

Az adapter hálózati feszültségről is működtehető. Ebben az esetben a megfelelő csatlakozást ki kell építeni. Külső tápegység használata esetén is csak 9 V lehet a tápfeszültség értéke, mert az  $IC_2$  pozitív tápfeszültsége közvetlenül a +9 V-os pufferfeszültség! A katalógusadatok szerint a tápfeszültség ennél nem lehet nagyobb, mert az  $IC_2$  tönkremenetelét okozhatja!

### 1.3. Az áramkör szerelése, élesztése

Az adapterhez kapható egy formás, szitázott előlappal rendelkező kis doboz is. Ezt az egységcsomag nem tartalmazza, de külön tételként az URBÁN ELEKTRONIKA szaküzletben megvásárolható. Függetlenül attól, hogy valaki az induktivitásmérőt az említett

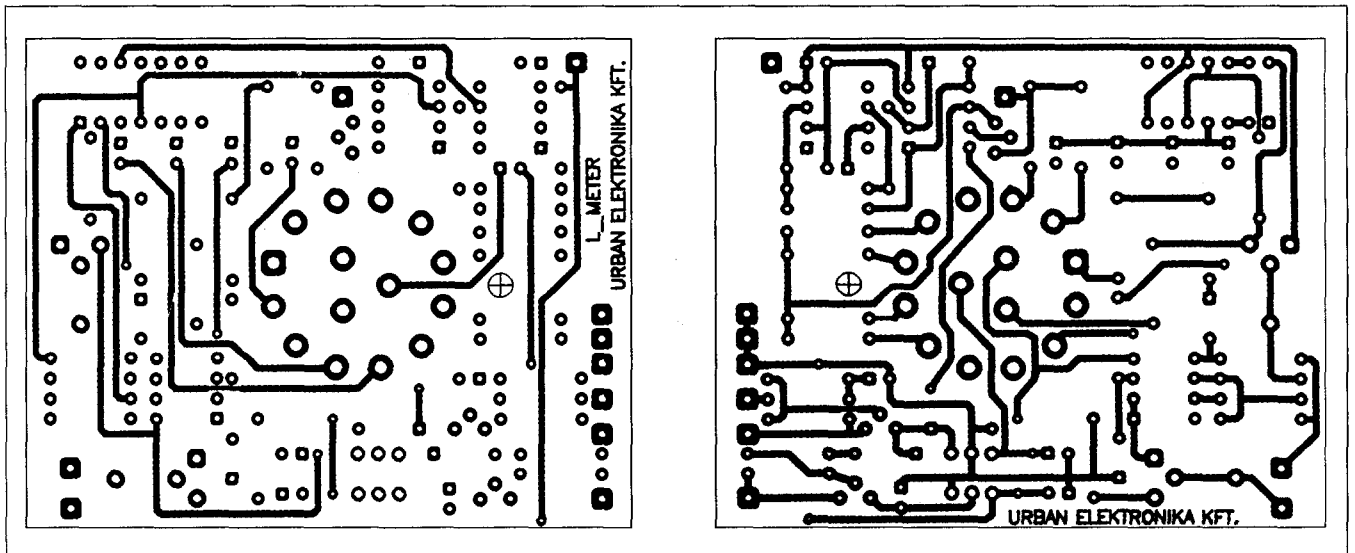
dobozba építi be, vagy más formában képzelel a dobozolás, a szerelést minden esetben célszerű a dobozolásához szükséges feladatok elvégzésével kezdeni, hogy a műveleteket az üres, ne a szerelt panelen végezzük.

A dobozolásra vonatkozó további szerelési utasítás az üzletünkben kapható dobozra vonatkozik.

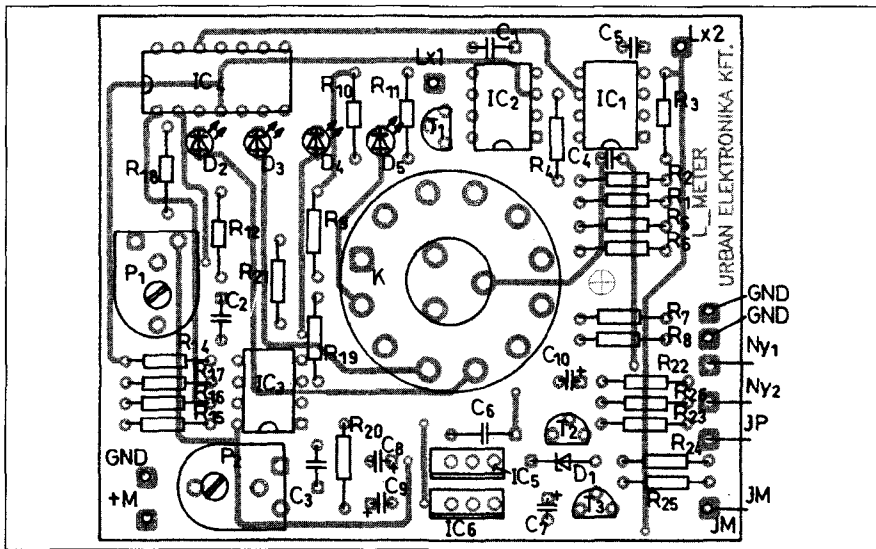
Először a nem szitázott dobozrészebe kell rögzíteni az üres panelt. Ez egy csavarral és némi faragással történik. Az a cél, hogy a panel ne mozogjon a dobozban. Ehhez a doboz belső végében levő két pár műanyag bordába egy éles késsel a panel vastagságának megfelelő hornyot kell vágni, az alaplapon levő egyetlen rögzítőcsap magasságában. Ha a horonyba beillesztve a helyére tesszük a panelt, akkor a rajta levő furat és a rögzítőcsap furata pontosan fedi egymást és a csomagban levő rövid lemezcsavar behajtható. Ha az illeszkedés nem pontos, akkor a panel  $IC_4$  felirat felőli sarkán túreszelővel egy picit alakítani kell.

Ezután a szitázott dobozfél furatait alakítsuk ki az alkatrészeknek megfelelő átmérőre! Egyedül a +M jelű banánhüvely pozícionálására kell ügyelni, mert a fémrésze hozzáérhet a  $D_2$  lábához!

Az induktivitásmérő-adapter nyaktervét a 3. ábra mutatja. A nyák kétoldalas, furatgalvanizált, finomrajzolatú, ezért építéskor fokozott gondossággal kell eljárni, mert az utólagos hibaelhárítás meglehetősen körülményes. Beültetés előtt a panelt erős fényvel átvilágítva vizsgáljuk meg, hogy nincs-e raj-



3. ábra



4. ábra

ta gyártási hibából származó zárlat vagy szakadás! Az IC-k feltétlenül kerüljenek foglalatba! Az alkatrészek beültetése az ismert szabályok alkalmazásával, a 4. ábra alapján történjen! Fokozottan ügyeljünk az IC-foglalatok, valamint a fokozatkapcsoló pozicionálására! Az 1-es láb helyén mindig szögletes forrszem található. A fokozatkapcsoló tengelyét a beforrasztás előtt méretre kell vágni. Az adott dobozhoz és forgatógombhoz szükséges tengelyhossz 15 mm. Mérőcsatlakozópár gyanánt egy szorító hangdoboz-csatlakozót, a DVM mérőzsinórjának csatlakoztatására pedig két banánhüvelyt szerelünk a dobozra!

A stabilizátorok az alacsony terhelés miatt hűtőzászlót nem igényelnek. A tápláláshoz két darab 9 V-os elem szükséges. Ezekhez 2 db telepcsatlakozót tartalmaz az egységcsomag. A csatlakozók vezetőit vágjuk rövidebbre, kb. 5-6 cm hosszúságúra és beforrasztásakor ügyeljünk a megfelelő polarításra! Ezután már csak a 4 db LED van hátra. Ezeket olyan hosszú lábbal kell beforrasztani, hogy a doboz megfelelő helyén legalább 1 mm-re kiálljanak a külső síkból.

A csatlakozóvezetékek beforrasztásához a két szerelt dobozfélt fektessük egymás mellé! Ebben a helyzetben jól lemérhető az összekötéshez szükséges huzaldarabok hossza. Ezek nem árnyékolt vezetékek. Ezután jól látható, hogy a két telep miként fér el a dobozban. A telepek mozgását egy műszivacsdarabkával célszerű korlátozni. Később, telepcseré esetén először a forgatógombot kell lehúzni a tengelyről,

ezután a doboz egyszerűen, pattintással szétnyitható.

A gondosan és esztétikusan összeszerelt áramkört a kapcsolási rajzzal összevetve még egyszer ellenőrizzük, hogy nem követettünk-e el valami hibát! Az első bekapcsoláskor az IC-foglalatokat hagyjuk üresen! A nyomógomb megnyomása után ellenőrizzük az IC-foglalatokon a helyes tápfeszültségeket, valamint a kikapcsoló automatika helyes működését is! A fokozatkapcsolót működtetve a megfelelő LED-ek világítva az aktuális méréshatárt kell, hogy mutassák.

A további vizsgálat az IC-k behelyezett állapotában folytatható. Oszcilloszkóppal az IC<sub>1</sub>/6. lábán 5 V ampli-

túdójú, 2500 Hz frekvenciájú (400  $\mu$ s ismétlődési idejű) szimmetrikus négy-szögjelet láthatunk. Ez a jel az IC<sub>4</sub>/2., ill. az IC<sub>4</sub>/10. lábán is megtalálható. Az IC<sub>4</sub>/5. lábán is ilyen jel észlelhető, de természetesen invertált formában. (Ezt célszerűen kétsugaras oszcilloszkóppal lehet ellenőrizni). Az IC<sub>2</sub>/1. lábán a négyszögjellel azonos frekvenciájú háromszögjel található. A feszültség minimuma +2 V, a maximuma +3,9 V. Vizsgálat közben ne feledkezzünk meg a kikapcsoló automatika ismételt indításáról sem! Az áramgenerátor szinteltolást is végez, ezért az Lx1 pont vizsgálatakor ezt vegyük figyelembe! Ezt a szinteltolást az AC csatlós visszaállítja.

A fentiek szerint helyesen működő áramkör kimenetére csatlakoztassunk egy 200 mV méréshatárú digitális multimétert! Az Lx1, Lx2 kapocspár rövidre zárása mellett a P<sub>1</sub> segítségével állítsuk be a 0000 értéket! A kalibrálás egy ismert induktivitásérték mérése mellett a P<sub>2</sub> trimmerrel lehetséges.

Az egységcsomag tartalmaz egy légmagos tekercset, melynek névleges önindukciós tényezője 34 mH. A kalibrálást 200 mH méréshatárban ezzel végezzük! A többi méréshatárban ez az érték némileg eltérhet. Ez nem hiba, hanem a mérési pontatlanság, a bevezetőben említett kompromisszum eredménye. Itt mutatkozik meg a minőségi különbség a profi és a szerényebb megoldás között. Az eltérés a két méréshatár között a kalibráló trimmerekkal itérálható, hiszen természetesen a 34 mH sem abszolút pontos érték.

## 2. Jelfogós panel PC-hez vagy mikrovezérlőhöz

Ha a számítógépünket vagy mikrokontrollerünket valamilyen vezérlésre, folyamatirányításra kívánjuk használni, akkor az elsődleges feladat az, hogy hardveres kapcsolatot teremtünk a külvilág felé. Ez a kapcsolat mindig valamilyen illesztőkártyát és a feladatnak megfelelő huzalozást igényel az érzékelőkhöz és a beavatkozóegységekhez. Egy sokváltozós feladat megoldásánál a rendszer megfelelő minőségű huzalozása teszi ki a munka és a költségek jelentős hányadát. A számítógép és a beavatkozó szerv távolságának, valamint az ipari zajok okozta zavaró hatásoknak a függvényében a helyzet még csak fokozódik. Az ilyen problémák megoldására születtek meg

azok a szabványok, melyek soros kommunikáció alkalmazásával megszüntetik ezt az anomáliát.

A soros adatforgalom nagymértékben leegyszerűsíti a huzalozással kapcsolatos feladatokat, ezért ha nincs sebességgel kapcsolatos, túlságosan szigorú előírás, akkor a soros protokollt a PC bármely portján megvalósíthatjuk. Az ismertetésre kerülő jelfogós kártya a PC párhuzamos printerportját (Centronics) használja fel a feladat megoldására.

Az ilyen vezérléseknél nagyon fontos a nem ipari célokra tervezett számítógép és a kontrollált környezet földelési rendszerének kialakítása. A készülékek házai között olyan potenciálkül-



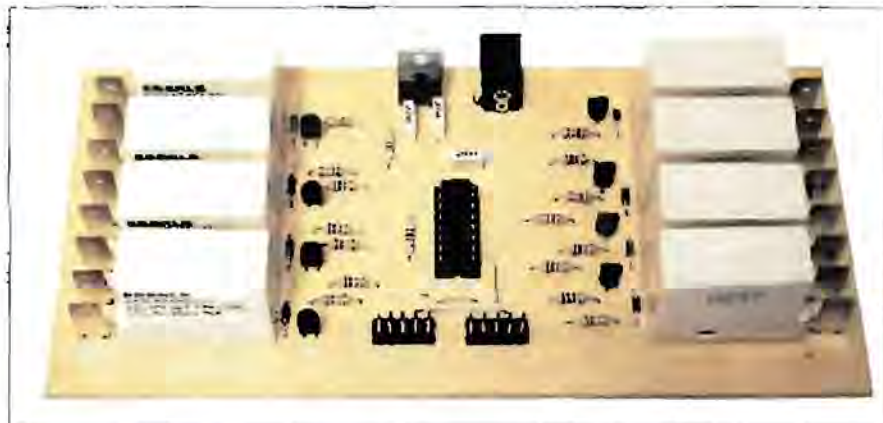
lőbcségek léphetnek fel, amikkel technikai problémák miatt és életvédelmi szempontból is számolni kell. Ennek elkerülésére készítettük relével a kapcsolófokozatokat.

Az áramkör a soros adatforgalma miatt egyszerűen bővíthető, ennek szellemében egy olyan egyszerű eszközt adunk a felhasználók kezébe, amellyel kevés (mindössze 3) vezetékkel, tetszőleges számú n8 jelfogós kimenetet tud kezelni.

## 2.1. Az áramkör működése

Az egyszerű áramkör kapcsolási rajza az 5. ábrán látható. Az áramkör egy CD4094 típusú, soros beírású, párhuzamos kimenetű 8 bites CMOS léptetőregiszterre épül. A léptetőregiszterek kimenetei egy-egy közös emitteres kapcsolófokozaton keresztül vezérlik a 12 V-os jelfogókat. A jelfogók tekerésével párhuzamosan kötött diódák a kikapcsoláskor a tekerésekben keletkező, ellentétes irányú feszültségránzienseket elnyomják.

A relés panelek tetszőleges számban kaskádosíthatók. Eerre szolgálhatnak a paneleken a Szerver és a Kliens csatlakozók. Az első szerver nyilvánvalóan



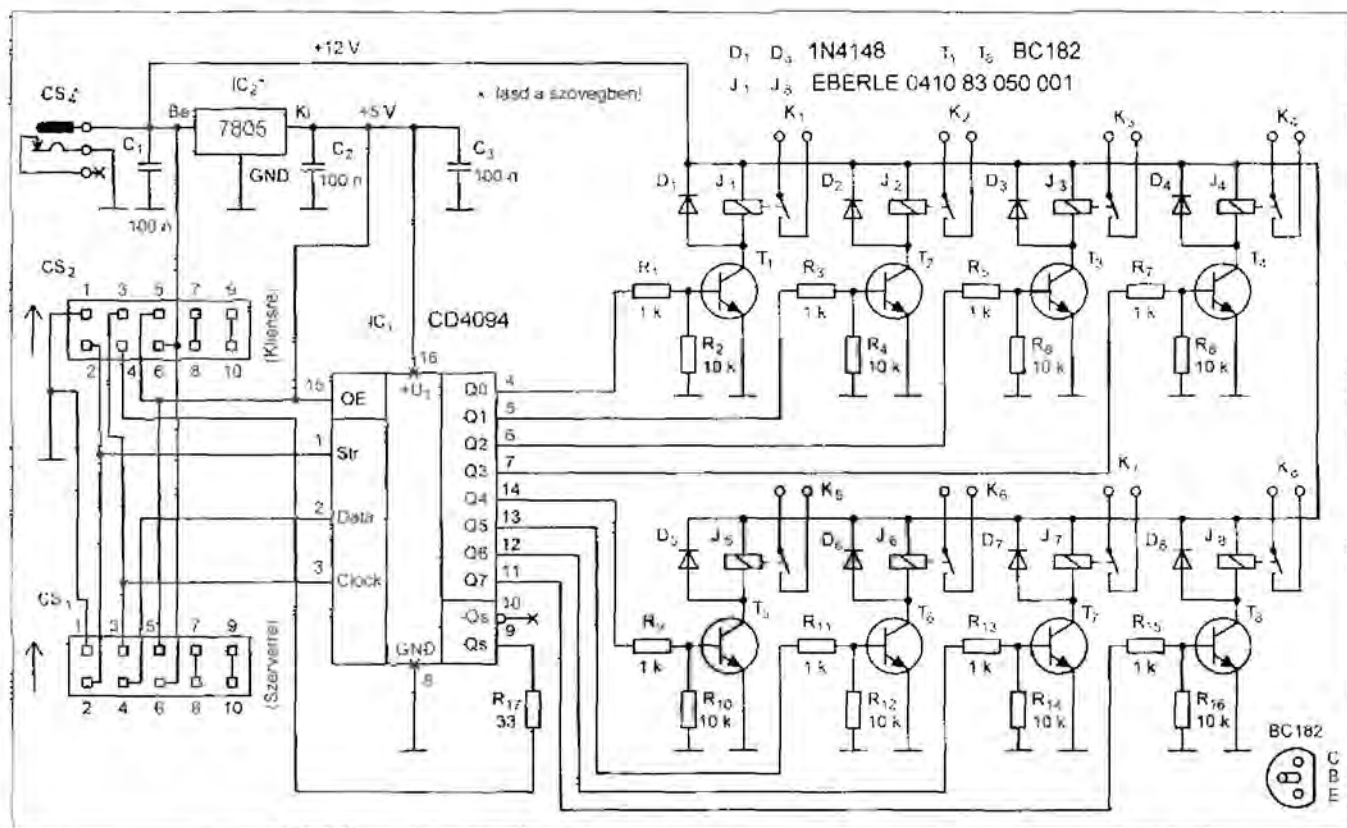
Jelfogós panel

maga a gép. A második (panel)szerver csatlakozója azonban a már géphez csatlakoztatott (panel)kliens bemenetéhez csatlakozik és így tovább.

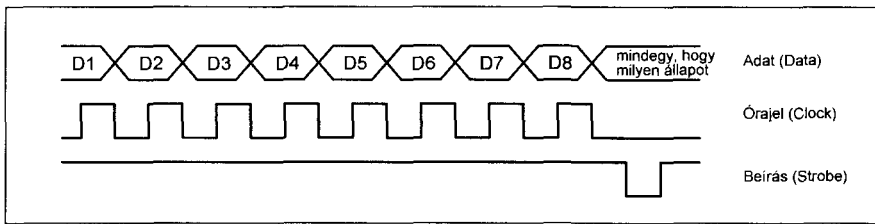
Ennek megfelelően ugyanazon a három vezetéken n8 jelfogó kapcsolására alkalmas soros hálózat alakítható ki. A megadott jelfogótípus 16 A kapcsolására képes, 250 V AC mellett, tisztán hatásos fogyasztó esetén. A kontaktuspárja 2 db, nyákba forrasztható, 6,3 mm-es faston csatlakozódugaszra van kivezetve. A CD4094 IC kezeléséhez három szabadon kezelhető

TTL-szintű kimenetre van szükség. Mivel az adatokat a léptetőregiszterbe az órajel felfutó éle lépteti be, nem érzékeny az adatátvitel folyamatosságára, csak a szekvenciákat kell figyelembe venni, a 6. ábrának megfelelően.

Ha több panelt szeretnénk egyszerre használni, akkor is hasonló módon kell az adatokat beírni, csak a beírás n8-ik impulzus után történik. Mivel az adatok az összes panelen sorba léptetődnek (az IC<sub>1</sub>-ek Q<sub>5</sub> átvitelkimenete révén), a csatlakozók nem cserélhetők fel!



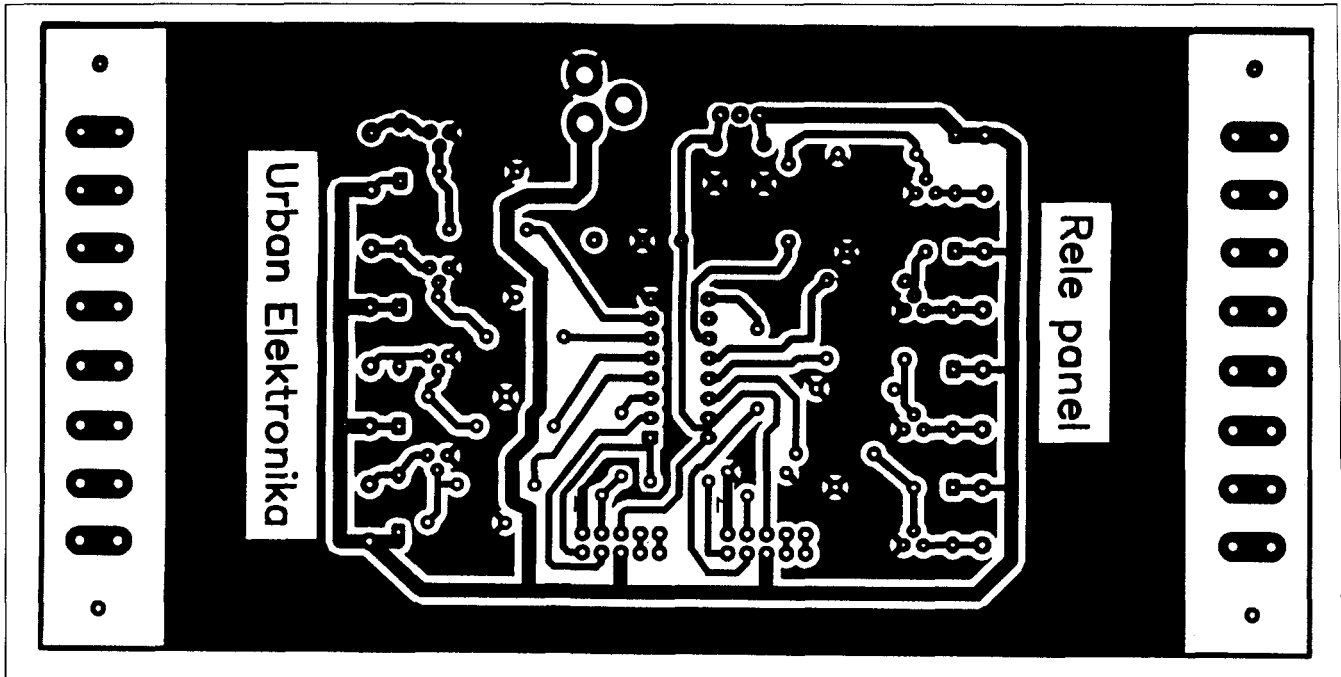
5. ábra



6. ábra

nőségű 1 mm átmérőjű ajándék nyakfúrót tartalmaz a csomag.

A 8. ábra beültetési rajza alapján forrasszuk be sorban, egymás után 4 db huzaláthidalást, majd a D, R, T, IC-foglalt, C, CS, IC<sub>2</sub>, J elemeket a magassági méretük függvényében, az alacsonyakkal kezdve!



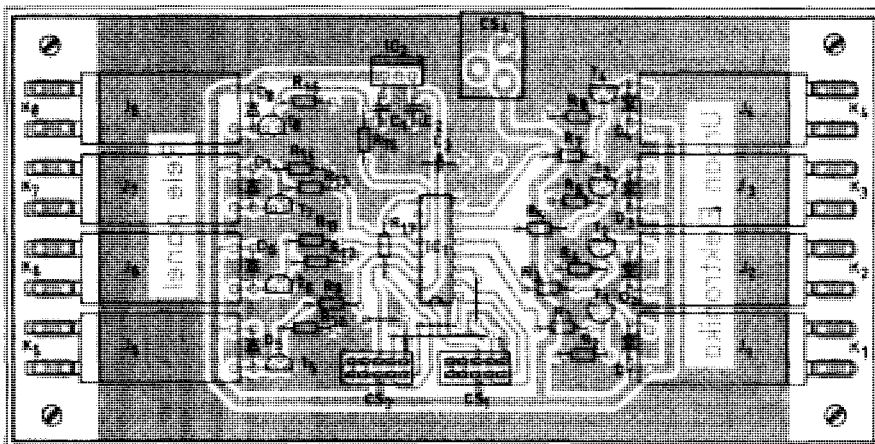
7. ábra

## 2.2. Az áramkör szerelése, élesztése

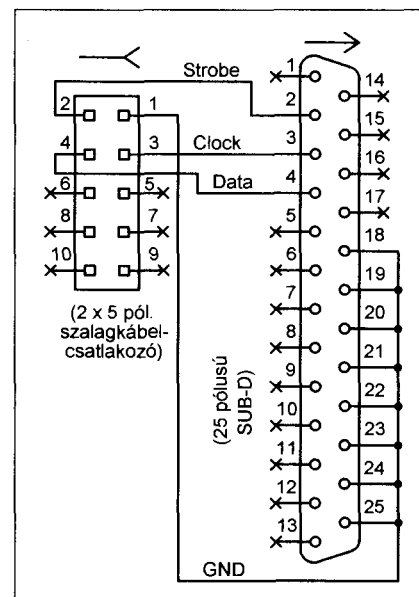
Az áramkört egyoldalas panelre terveztük (7. ábra). Ez nem túl bonyolult rajzolatú, ráadásul eléggé vastag a vonalvezetése, ezért amatőr eszközökkel is elkészíthető. Ha az olvasó még nem tud vagy nem akar nyakkészítéssel fog-

lalkozni, akkor az URBÁN ELEKTRONIKÁNÁL vásárolhat egységcsomagot. Ebben minden benne van, ami az építéshez kell. Az egységcsomagban található nyaklemez maratott, méretre vágott és felületkezelte, de nincs kifúrva. A szerelést a furatok elkészítésével kell kezdeni. Ehhez egy profi mi-

Ha több panelt akarunk egy rendszerben használni, akkor a stabilizátor IC-t és a tápfeszültség-csatlakozót csak



8. ábra



9. ábra



az egyik panelra szabad felszerelni! A többi panel a szalagkábelen keresztül megkapja a táplálást (a +5 V, a +12 V, ill. a GND vonalakon). Vegyük figyelembe, hogy a jelfogók áramfelvétele egyenként kb. 30 mA, tehát ha mind a nyolc meghúzott állapotban van, akkor az összefogyasztásuk +12 V-ról 240 mA! Ehhez adódik hozzá az IC<sub>1</sub> és az IC<sub>2</sub> néhány milliampere fogyasztása, így célszerűen 250 mA-rel számolhatunk panelonként. A hálózati tápegységet ennek figyelembevételével kell méretezni, ill. kiválasztani.

Az összeszerelés után készítsük el a 9. ábra szerint a PC párhuzamos portjára kötendő kábelt! A 25 pólusú csatlakozó bekötése a jelölés és számozás alapján egyértelmű, de a 10 pólusúé nem! Ezért, mielőtt a szalagkábel rá-

sajtolnánk, a kapcsolási, a nyák-, ill. a beültetési rajz alapján, magán a csatlakozón egyértelműen határozzuk és jelöljük meg az 1-es valamint a 10-es lábát! A továbbiakban ez már nem lesz probléma. Tegyük a megfelelő lábakra a szalagkábel és a csatlakozót satuval préseljük össze!

A tápfeszültség rákapcsolása után mérjük meg az IC<sub>2</sub>-n a tápfeszültséget (+4,75...5,25 V). Ezután a PC printerportjának védelmében mérjük rá a 25 pólusú csatlakozó 3., 4., és 5. lábára, mert azokon nem jelenhet meg feszültség!

Mivel ezek a pontok nagyimpedanciájúak, a zavarójelek eltüntetésére a feszültségmérő-műszer bemenetét kb. 10 kΩ-os ellenállással terheljük le, vagy használjunk „hidegműszert”!

STK496-090. Az IC két azonos felépítésű, egymástól független erősítő tartalmaz. A hibrid technológiával készült B-osztályú erősítők igen kedvező paraméterekkel rendelkeznek. A tömbvázlatszerű belső elrendezés a kapcsolási rajzon látható (10. ábra).

A 2. táblázatban az STK496-090 hibrid IC legfontosabb műszaki adatait tüntettük fel, egy csatornára vonatkoztatva.

Figyelmesen tanulmányozva az adatokat szembetűnik, hogy a gyártó a minőség érdekében maximálisan kihasználta a hibridtechnológia adta lehetőségeket. Ez az IC nagyon jó bizonyítéka annak, hogy körültekintő tervezéssel az igényes felhasználó számára is lehet – legalábbis az áramkört utánépítő szempontjából – egyszerű felépítésű teljesítményerősítőt készíteni.

A végfok terhelése 4, 6 vagy 8 Ω lehet. Az adatok alapján a terhelésnek megfelelően kell a tápfeszültséget megválasztani. Szokatlan ez az előírás. A belső felépítés pontos ismeretének hiányában valószínű, hogy azért kell erre odafigyelni, mert az IC a torzítás csökkentése érdekében nem tartalmaz áramlimitáló vagy zárlatvédő fokozatot. (A végfokozatot felszerelték egy, az áramkörtől galvanikusan független PTK termisztorral, amelyet a 4. és az 5. lábra vezettek ki. Ez azonban a hőmegfűtés figyelésére és a kivezítés limitálására csak külön külső áramkörrel alkalmas. Az egyszerűség és az alacsony költségek érdekében ilyen nem terveztünk hozzá.) A gerjedésmentesítés viszont belső kompenzációval megoldott. A kapcsolási rajza szerint az IC-vel igen egyszerű áramkört lehet építeni.

Az erősítő szimmetrikus tápról működik. A tápfeszültség értéke az IC adatlapja szerint 4, 6 vagy 8 Ω-os hangszórónál 28, 33 vagy 38 V lehet.

### 3.1. Működés

A végerősítő működése igen egyszerű, részletes magyarázatot nem igényel. A DC munkapontját az IC saját maga állítja be úgy, hogy a kimenete +U<sub>T</sub>/2 szinten legyen. Szimmetrikus táp esetén ez a földpont. Az erősítést a Ch1 csatornában jó megközelítéssel az  $A_{u1} = 1 + R_7/R_5$ , a Ch2 csatornában pedig az  $A_{u2} = 1 + R_9/R_{10}$  hányados adja. Értékét 25 és 40 dB (A<sub>v</sub>=13...100) között bárhol felvehetjük. Az egyetlen munkapontbeállító elem az R<sub>11</sub>, ami a

## 3. 2x50 W-os HIFI sztereóerősítő STK496 hibriddel



HIFI sztereóerősítő STK496 hibriddel

Az Urbán Elektronika Kft. sok éve fejleszt erősítő-áramköröket és forgalmazza azok egységcsomagját. Ennek ellenére eddig nem volt módunkban az „STK-végfokkal” foglalkozni. Közismert, hogy az STKxxx áramkörsalád-nak hibrid technológiával készült, egyedileg jusztrózott, professzionális erősítő építésére alkalmas tagjai vannak, amelyeknek az ára eléggé borsos. A magas alkatrész-költség volt az oka annak, hogy ezt az áramkörsaládot eddig elhanyagoltuk. Most azonban lehetőségünk van a címben jelzett típuson alapuló erősítőt korlátozott darabszám-ban a szokásos egységcsomag-formá-

ban az érdeklődők számára szokatlanul alacsony áron elérhetővé tenni.

Az STK496 alapú egységcsomagból egyszerű felépítésű, nagyteljesítményű, HIFI-minőségű hangfrekvenciás erősítő építhető. A kapcsolás egyszerűsége folytán könnyen kivitelezhető. Az élesztése és bemérése a kezdők számára sem jelenthet megoldhatatlan problémát. A kínálatunkban több, ehhez hasonló paraméterrel rendelkező erősítő is szerepel, melyek első pillantásra csak az árukban különböznek egymástól.

Az erősítő lelke egy 15 lábú hibrid-IC, amelynek teljes típusjelzése:



## 2. táblázat. Az STK496-090 hibrid IC fontosabb jellemzői

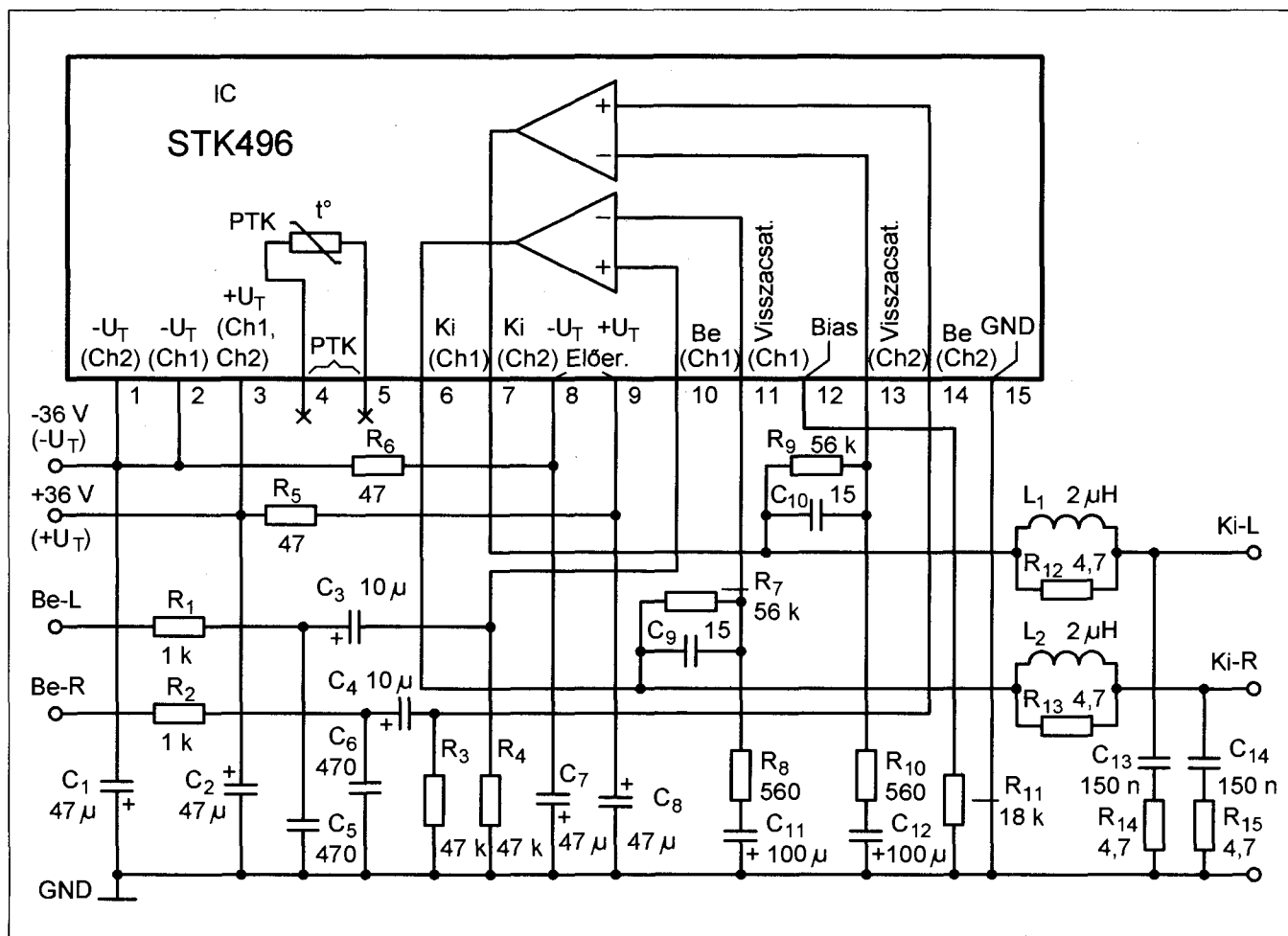
Jellemző	Környezeti jellemzők	
Kimenőteljesítmény	$U_T = \pm 33 \text{ V}$ , $f = 20 \text{ Hz} \dots 20 \text{ kHz}$ , $k = 0,4\%$	55 W
	$U_T = \pm 36 \text{ V}$ , $f = 20 \text{ Hz} \dots 20 \text{ kHz}$ , $R_T = 8 \Omega$ , $k = 0,4\%$	55 W
	$U_T = \pm 28 \text{ V}$ , $f = 20 \text{ Hz} \dots 20 \text{ kHz}$ , $R_T = 4 \Omega$ , $k = 1\%$	50 W
	$U_T = \pm 32 \text{ V}$ , $f = 1 \text{ kHz}$ , $k = 10\%$	75 W
	$U_T = \pm 35 \text{ V}$ , $f = 1 \text{ kHz}$ , $R_T = 8 \Omega$ , $k = 10\%$	70 W
	$U_T = \pm 27 \text{ V}$ , $f = 1 \text{ kHz}$ , $R_T = 4 \Omega$ , $k = 10\%$	70 W
Harmonikus torzítás	$U_T = \pm 33 \text{ V}$ , $f = 20 \text{ Hz} \dots 20 \text{ kHz}$ , $P_{ki} = 5 \text{ W}$	0,4%
Frekvenciamenet	$U_T = \pm 33 \text{ V}$ , $P_{ki} = 1 \text{ W}$ , $A_u = 0 \dots -3 \text{ dB}$	20 Hz...50 kHz
Bemenő impedancia	$U_T = \pm 33 \text{ V}$ , $f = 1 \text{ kHz}$ , $P_{ki} = 1 \text{ W}$	55 k $\Omega$
Kimeneti zajfeszültség	$U_T = \pm 40 \text{ V}$ , $R_G = 10 \text{ k}\Omega$	1,2 mV <sub>CS-CS</sub>
Nyugalmi áramfelvétel	$U_T = \pm 40 \text{ V}$	35...110 mA
Kimeneti offsetfeszültség	$U_T = \pm 40 \text{ V}$	-70...+70 mV
Hőfokérzékeny ellenállás	a 4. és az 5. kivezetés között, 20 °C-on	470 $\Omega$
	a 4. és az 5. kivezetés között, 145 °C-on	4,7 k $\Omega$

bemenőfokozat differenciálerősítőjének az áramát állítja be. Az  $R_6$ ,  $C_7$  és az  $R_5$ ,  $C_8$  integráló tag a belső fokozatok tápfeszültségét szűri. A kimenetekeken az  $L_1$  és az  $L_2$  tekercs a hangszóróimpedancia reaktáns összetevőinek hatását kompenzálja.

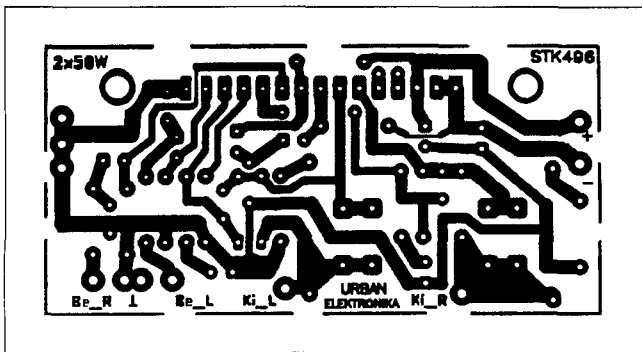
### 3.2. Összeszerelés, élesztés

Az áramkört egyoldalas panelre terveztük (11. ábra). Ez nem túlságosan bonyolult rajzolatú, és eléggé vastag a vonalvezetése, ezért amatőreszközökkel is könnyen elkészíthető. Ha az olvasó még nem tud vagy nem akar nyákkészítéssel foglalkozni, akkor az **URBÁN ELEKTRONIKÁNÁL** vásárolhat egységcsomagot. Ebben a hűtőbordával együtt minden benne van, ami az építéshez kell. Az egységcsomagban található nyáklemez maratott, méretre vágott és felületkezelt, de nincs kifűrva.

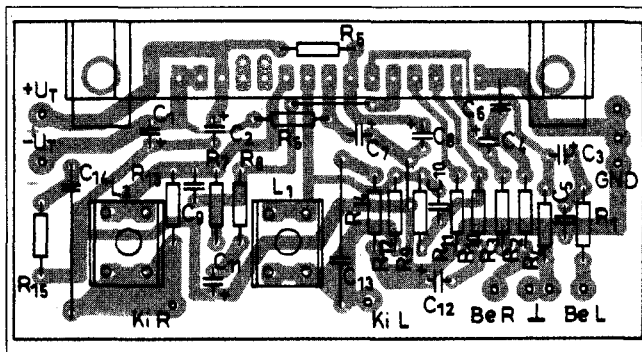
A szerelés megkezdése előtt a panelt erős fényrel átvilágítva vizsgáljuk



10. ábra



11. ábra



12. ábra

meg, hogy nincs-e rajta gyártási hibából eredő zárlat vagy szakadás. A 12. ábrán látható beültetési rajz alapján forrasszuk be. A beültetés során az IC-t hagyjuk utoljára! A lábait óvatosan igazítsuk a furatokba! Ekkor még nem kell beforrasztani, mert előtte el kell döntenie, hogy az alkalmazás során elegendően stabil rögzítést nyújt-e az, ha a szerelt panelt az IC-lábak tartják, vagy meg kívánjuk oldani a panel hűtőbordához történő rögzítését. A rögzítés után pontozóval jelöljük meg a hűtőbordán az IC-t rögzítő csavarok helyét. Ellenőrizzük, hogy a furat két bordaelem közé essen, különben könnyen eltörik a fúró! A megjelölt helyen Ø2,4-es fúróval fúrjuk ki a bordát. Sorjában látjuk a furatot és menetfúróval vágunk bele M3-as menetet! Az egységcsomagban levő csavarral rögzítsük az IC-t is a hűtőbordához! A mechanikai munka ezzel kész. Az IC-lábak ezután beforraszthatók. Természetesen más rögzítési mód is alkalmazható, ha a fent javasolt az elgondolásunknak nem felel meg.

Ha mindennel elkészültünk, akkor ellenőrizzük még egyszer az áramkört, különös tekintettel a kondenzátorok polaritására! Az első bekapcsolásra csak akkor kerülhet sor, ha minden rendben van. Nem ismerjük az IC védelmét, ezért is igyekezzünk elkerülni az olyan figyelmetlenségből származó hibákat, amelyek vezetések lehetnek! Célszerű az élesztésnél az alábbiak szerint eljárni. A leírtak általános érvényűek és minden teljesítményerősítőnél eredményesen alkalmazhatók.

Tápegységnek valamilyen 36 V-os üresjáratú feszültségű, jól szűrt, de nem stabilizált, legalább 150 W terhelhetőségű hálózati tápegységet alkalmazunk! Erre itt nem térünk ki; a HF-vég-erősítők hálózati tápegységével szembeni követelményekről, a tápegység el-

készítéséről már többször volt szó lapjainkban. (A tápegység felépítését, működését röviden, elyi szinten a *Hobby Elektronika 2000/7. számában*, a HF-végfokozatokhoz tervezett tápokkal kapcsolatosan követelményeket, a tápegységek elkészítésének szabályait pl. a *Rádiótechnika 1998/6. számában*, ill. a *Rádiótechnika 1997-es évkönyvében* találhatjuk meg.) Az URBÁN ELEKTRONIKA Kft. a tápegységgel kapcsolatban is tud segítséget nyújtani.

Élesztés közben valamilyen módszerrel limitálni kell a tápegység áramát, hogy zárlat esetén ne legyen nagy bázis. Erre a célra legjobb egy toroid transzformátor, amivel lassan lehet növelni a tápegység feszültségét. Tekintettel arra, hogy ha csak egyszer-kétszer építünk erősítőt, biztosan nem fogunk ilyen drága eszközt vásárolni, ezért más megoldást kell keresni. Amatőrszemmel nézve olyat, ami mindenki számára elérhető és minimális költséggel beszerezhető.

Nézzünk szét az alkatrészkinálattal, hogy a toroidon kívül van-e olyan elem, amit egy erősítő élesztésénél eredményesen alkalmazhatnánk. Gondoljunk meg pontosan, hogy miről van szó!

Jó közelítéssel két eset lehetséges. Az egyik, amikor a végfok jól működik, a másik, amikor valami hiba van és füstöl, ha hagyjuk. Az első esetben az áramfelvétele normális, 100 mA körüli. A második esetben valami hiba van, az áramfelvétel megszalad, az áramot 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 tápágra egy-egy izzólámpát, aminek a 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 tulajdonságon alapul, hogy a hideg-, ill. a melegellenállása között több, mint egy nagyságrendnyi különbség van.

Ha az erősítő jól működik, akkor a nyugalmi áramfelvétele 100 mA körüli. Az izzó a kis értékű hidegellenállása miatt ilyen áramfelvételnél szinte rövidzárként viselkedik, mintha ott sem lenne. Azzal, hogy nem világít azt jelzi, hogy minden rendben van. Fordított esetben, ha az izzó világít, az nagy áramfelvételt jelent, jelezve, hogy a rendszerben valami baj van, de tudjuk, hogy nem csináltunk nagy kárt és kicsi a valószínűsége annak, hogy tönkrement valamelyik alkatrész. A nagy áramfelvételt a tapasztalat szerint az ellenállások felcserélése, panel- vagy forrasztási hiba, gerjedés, ritkábban alkatrészhiba okozza. Az izzó segítségével többnyire a hiba behatárolása is leegyszerűsödik, mert az áramkör ilyen állapotban hosszabb ideig is bekapcsolva maradhat. Ezalatt biztosan felmelegszik a hibás alkatrész, amit tapintással is azonosíthatunk. A hiba a meleg alkatrész környezetében könnyen megkereshető. Ha ez nem segít, akkor műszeres mérés szükséges. Az izzólámpás módszer bármilyen HF végerősítőnél eredményesen alkalmazható.

Bekapcsolás előtt a tápfeszültség mindkét ágába kössünk egy-egy ampermérőt és egy-egy 24 V-os izzót! Alkalmos izzó az URBÁN ELEKTRONIKÁNÁL is vásárolható. Bekapcsolva a tápot, a jól működő erősítőnél az áramfelvétel terhelés nélkül nem lehet

több, mint 100 mA, tehát az izzó nem világít. Kézinússzerrel mérjük meg a kimeneti pont feszültségét a 6. és a 7. lábón! Itt vezérlés nélkül, normális esetben 0-t kell mérni. Ha ez teljesül, kész az áramkör. Ha nem teljesül, akkor hiányzik valamelyik tápfeszültség vagy DC-szint kerül a bemenetre, esetleg rossz az IC. Ha rendelkezésünkre

áll oszcilloszkóp és hanggenerátor, akkor ezekkel ellenőrizzük az átvitelt, hogy az a táblázatban feltüntetett értékeknek megfelel-e! A végfok meghajtására a szintén az URBÁN ELEKTRONIKÁNÁL kapható sztereó előerősítőt ajánlom. Ezek valamelyikének a végfok bemenetéhez való illesztésével HIFI minőségű erősítő építhető.

### 3. táblázat

Tápfeszültség-tartomány	$\pm 5 \dots \pm 25$ V
Nyugalmi áram	80...130 mA
Bemeneti ofszetfeszültség	-20...+20 mV
Kimeneti nyugalmi áram	0,5 mA
Kimeneti csúcsáram	4,5 A
Zenei kimenőtíjesítmény	32 W, k = 10%, $\pm U_T = 22,5$ V, 20...25 W, k = 10%, $R_T = 8 \Omega$ ; 25 W, k = 10%, $\pm U_T = 16$ V, $R_T = 4 \Omega$ ; 20 W, k = 1%, $R_T = 8 \Omega$ ; 20 W, k = 1%, $\pm U_T = 16$ V, $R_T = 4 \Omega$

## 4. 2 x 25 W-os HIFI sztereóerősítő TDA7265 IC-vel



HIFI sztereóerősítő TDA7265 IC-vel

A TDA7265 monolitikus IC-vel 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 tönkrcetelhetetlenné teszi. Az egészoldalas hirdetésünkben több, ehhez hasonló paraméterrel rendelkező erősítő is szerepl, melyek első pillantásra csak az árakban különböznek egymástól. A tüzetesebb vizsgálat alá vetve azonban lényeges különbségeket találunk, amelyek a tápfeszültség-tartomány, a terhelés értéke és a kivethető teljesítmény közötti összefüggésben mutatkoznak meg.

Az erősítő lelke a TDA7265 típusú, 11 lábú MULTIWATT tokozású IC. A csip két azonos felépítésű, de egymástól független erősítőt tartalmaz. A monolit technológiával készült, AB-osztályú végfokozatokkal ellátott integrált áramkör igen kedvező paraméterekkel rendelkezik. A kevés külső alkatrészt igénylő erősítő kapcsolási rajzán (13. ábra) az IC nagyon vázlatos belső felépítését is ábrázoltuk.

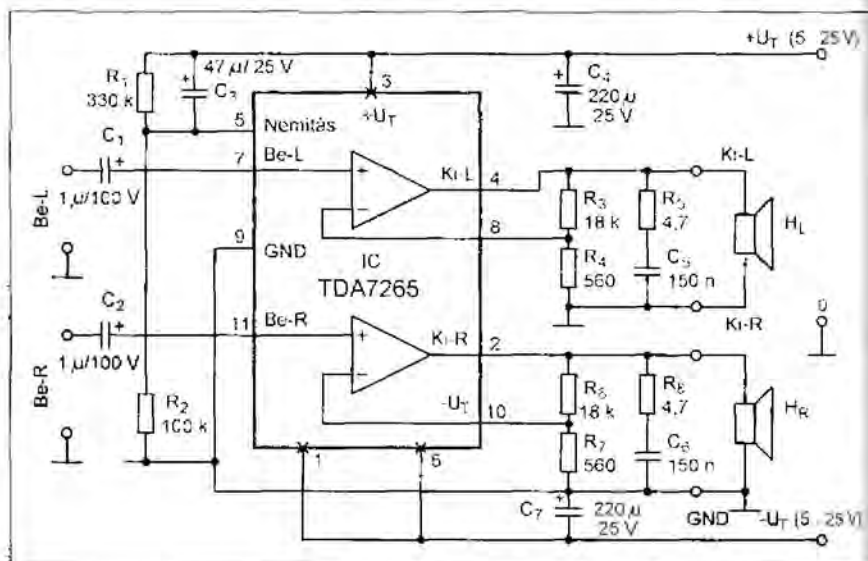
A 3. táblázatban feltüntetjük a TDA7265 egy csatornájának legfontosabb adatait, az SGS katalógus alapján.

(Az adatok – ahol külön nem jeleztük –  $U_T = 20$  V,  $R_T = 8 \Omega$ ,  $R_G = 50 \Omega$ ,  $A_v = 31,6$  [30 dB],  $f = 1$  kHz,  $T_{kerny} = 25^\circ\text{C}$  feltétel mellett érvényesek).

Figyelmesen áttanulmányozva a fenti értékeket szembevetjük, hogy a gyártó itt a minőség érdekében maximálisan kihasználta a monolit technológia adta lehetőségeket. Ez az IC na-

gyon jó bizonyítéka annak, hogy ma már az igényes felhasználó is felhasználhatja az első generációs monolit teljesítményerősítők keltette előítéleteket.

A nagyáramú végfok terhelése  $4 \Omega$  vagy  $8 \Omega$  lehet, az áramkör tápfeszültsége szimmetrikus, a gerjedésmentesítés belső kompenzációval megoldott. A tápfeszültség értéke az adatlap sze-



13. ábra





# ELEKTRONIKUS MÉRŐMŰSZEREK

**URBÁN ELEKTRONIKA Kft.**

Budapest VII., Dózsa György út 16. (Dózsa-Jobbágy sarok)  
Tel./fax: 322-8892 Nyitva: H-P 10-17 óráig

**ROSENKRANZ DISZTRIBÚCIÓ**  
Európa legnagyobb használműszer-kereskedőjének képviselője

**SZAKÜZLET - MŰSZERVÁSÁR - ADÁSVÉTEL**

## ŐSZI MŰSZERVÁSÁR



**Márkás  
50-250 MHz-es  
oszilloszkópok 79 000 Ft-tól!**

Árlistánk az interneten: [www.urbanelektronika.hu](http://www.urbanelektronika.hu)

**Az egységcsomagoknak és a márkás műszereknek (kb. 10 méterre a régítő!) új üzletet nyitottunk. A pincében az ország egyik legnagyobb műszer- és alkatrészborzóját üzemeltetjük!**



ET 100/KR Level tracer

EMG Logikai állapot analízátor

Kábel-hibahely mérő

ET 110V Szintmérő

**egységár:  
15 000 Ft**

Tektronix pluginek

## Elektronikai egységcsomagok

(kipróbált kapcsolások)  
A szerző által a Rádiótechnikában és a Hobby Elektronikában megjelentetett cikkek alapján

SZÁMÍTÁSTECHNIKA	
PC kijelő	5 500 Ft
PC in caseat átalakító ICD 1	9 500 Ft
PC IAPB7s legelőtől kinyit	9 500 Ft
Fekveneműl PC-ker 25 MHz	6 500 Ft / 4 500 Ft
Relés panel primer parts (8 relés)	8 500 Ft
IC szett PC-ker (TTL, CMOS)	17 500 Ft / 12 500 Ft
EPROM kijelő PC primerparts	19 500 Ft
EPROM emulátor	9 900 Ft / 6 500 Ft
EPROM kijelő	8 500 Ft / 6 500 Ft
ICCS25 legelőtől kinyit	22 500 Ft / 17 500 Ft
ICCS25 alkatrészborzóját kinyit	10 900 Ft / 7 900 Ft
1 csatornás mérőáramlásmérő	15 900 Ft / 9 500 Ft
10 kártya PC-ker-81 csatl.	9 500 Ft / 7 500 Ft
IC buszok 86-88, 80, 80-asok	4 900 Ft

ZENE-HANGTECHNIKA	
Visszatérő	12 900 Ft / 7 900 Ft
Dalry szimulátor (prelóg)	8 500 Ft
EXER3 előfokú szimulátor	900 Ft / 800 Ft
HIFI szett 100 W-os HIFI-ker-1	4 500 Ft
BAA kettős IC-vel szimulátor	2 500 Ft
HIST-3 hang szimulátor	2 900 Ft
Dzsidve terelő	3 500 Ft
Kapcsoló szett - ábrák szerkesztés	2 500 Ft
Doboz készlet, 4 csatornás, szimulátor	6 500 Ft
Elektronikus előfokú	Általános ár az értekezés
Csúcs jel-előfokú szimulátor	6 500 Ft + csatlók
10 W elektronikus HIFI-ker-1	Általános ár az értekezés
14 W szimulátor előfokú	1 250 Ft / 2 500 Ft
2x25 W, szimulátor végfok kettős	4 500 Ft
60 W-os HIFI-ker-1 (VMOS)	5 500 Ft
100 W-os HIFI-ker-1 (VMOS)	6 500 Ft
Sztereó előfokú szimulátor (hangfal)	4 500 Ft
100 W Sztereó előfokú szimulátor	6 500 Ft
2x30 W HIFI szimulátor STK-496-tal	5 500 Ft
2x40 W szimulátor előfokú	4 000 Ft
QUAD-405 100 W-os HIFI-ker-1	5 500 Ft
QUAD-405 200 W-os HIFI-ker-1	8 500 Ft
300 W VMOS HIFI-ker-1	17 600 Ft
Változó hangfal	2 900 Ft
Háttérrelés előfokú szimulátor	4 500 Ft

HOBBY ELEKTRONIKA	
8 csatornás szimulátor panel	4 500 Ft
Fényvezető LED panel (64 db, 10 mm)	5 500 Ft
Funkció 8 bites TTL kimenet	3 500 Ft
Funkció 2x4 lampák, 230 V-os	3 500 Ft
Funkció, 1 csatornás	4 500 Ft
Doboz, tip. szimulátor a függőleges	4 500 Ft
Kapcsoló szimulátor	5 500 Ft
Doboz-szimulátor	4 500 Ft
Mini kettős előfokú 12 LED-es	1 900 Ft
Intelligens szimulátor kettős előfokú	7 500 Ft
Dallamgenerátor 200-ml	2 500 Ft
Dallamgenerátor LM610x IC-vel	1 200 Ft
Hangfalak kész. raj. szimulátor	1 900 Ft
Analóg szimulátor (8...20 mp)	4 500 Ft
Működés IC-vel RJ...10 pont	2 500 Ft
Működés + szimulátor szimulátor	3 500 Ft
Iskolai szimulátor	4 500 Ft
Teljesítmény szimulátor 220 V/4 A	2 500 Ft

MŰSZEREK	
Függőleges mérő 10 Hz...100 kHz	7 000 Ft
Sztereó mérő 17 Hz...35 kHz	6 800 Ft
Képzett generátor PM-ker	2 900 Ft / 3 500 Ft
Iskolai szimulátor adapter	8 500 Ft / 4 500 Ft
Labor tápegység 30 V/1-2-3 A	4 800 Ft
Tápegység LM317 (2.5...20 V/1 A szimulátor)	2 900 Ft
Fekveneműl 25 MHz, TTL szimulátor	9 500 Ft / 6 500 Ft
Fekveneműl PC-ker, 25 MHz	6 500 Ft / 4 500 Ft
Sztereó, 7 csatornás	9 500 Ft / 7 500 Ft
Egyszerű szimulátor	Általános ár az értekezés

**A LEGNAGYOBB MŰSZER- ÉS ALKATRÉSZ-BÖNGÉSZDE!**

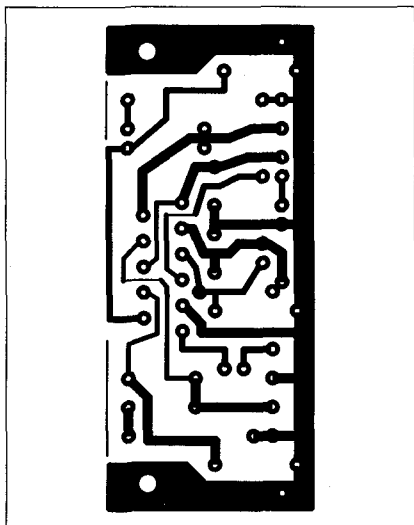
Csomagküldő szolgálat. Rendelés: levélben, telefonon vagy faxon. Tel./fax: 322-8892. Levélcím: 1656 Bp., Pf. 50.

rint 8 Ω-os hangszórónál 25 V, 4 Ω-osnál pedig 16 V lehet. Itt némi ellentmondás fedezhető fel a kétféle terheléshez használható tápfeszültség miatt, amit meg kell magyarázni. Az ok, az, hogy az IC rendkívül jó megoldású hőmegfűtás- és zárlatvédelemmel rendelkezik. Ez azonnal működésbe lép, ha a katalógusban megadott paramétereket átlépjük. Az adatlapon olvasható 4,5 A-es csúcsáram fontos paraméter; szigorúan meghatározza a teljesítmény, a tápfeszültség és a hangszóró impedanciájának viszonyát. Erre oda kell figyelni, mert túlterhelés esetén az erősítő elhallgat, hogy „védje magát”!

A végerősítő működése igen egyszerű, részletes magyarázatot nem igényel. A DC-munkapontját az IC saját maga állítja be, úgy, hogy a kimenetének nyugalmi szintje  $U_{T/2}$  legyen. Szimmetrikus táp esetén ez a közös pont potenciálja. Az erősítést a bal csatornában az  $A_{uL} = 1 + R_3/R_4$ , a jobb csatornában pedig az  $A_{uR} = 1 + R_6/R_7$  összefüggés adja. Konkrét értékét 26 és 40 dB között bárhol felvehetjük ( $A_u = 20...100$ ). Az  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C_3$  tag az integrált némitófokozat időzítőköréhez tartozik, amely az áramkör elektronikus be-/kikapcsolására szolgál.

#### 4.1. Összeszerelés

Az erősítő 27 × 63 mm-es, egyoldalas panelre tervezett nyákmintázatát a 14. ábra mutatja. A nem túlságosan bonyolult rajzolatú, ráadásul eléggé vastag vonalvezetéses mintázatú panel amatőreszközökkel is elkészíthető. Az erre alkalmas Positiv-20 technológia a



14. ábra

*Hobby Elektronika 2002/12. számában* is szerepel.

Ha az olvasó még nem tud vagy nem akar nyákkészítéssel foglalkozni, az URBÁN ELEKTROIKÁNÁL vásárolhat egységcsomagot. Ebben a hűtőbordával együtt minden benne van, ami az építéshez kell. Az egységcsomagban található nyáklemez maratott, méretre vágott és felületkezelte, de nincs kifűrva. A szerelést a furatok elkészítésével kell kezdeni. Ehhez egy profi minőségű, 1 mm átmérőjű ajándék csigafűröt tartalmaz a csomag.

Az alkatrészeket a 15. ábra beültetési rajza alapján forrasszuk be; a beültetés során az IC-t hagyjuk utoljára! Az IC lábait óvatosan helyezzük a furatokba. Ekkor még ne forrasszuk be, mert előtte azt kell eldönteni, hogy az alkalmazás során elegendően stabil rögzítést nyújt-e az, ha a szerelt panelt az IC-lábak tartják, vagy meg kívánjuk oldani a panel hűtőbordához történő rögzítését. Ehhez panel két szélén elhelyezkedő földelősáv és a két furat, melyek távolsága azonos a mellékelt hűtőbordán található furatokéval, 2 db „L”-idom segítségével korrekt megoldást biztosítanak. A rögzítés után pontozóval jelöljük meg a hűtőbordán az IC-t rögzítő csavarok helyét! Ellenőrizzük, hogy a furatok két bordaelem közé essenek, különben könnyen eltörik a fűró! A megjelölt helyen Ø2,4 mm-es fűróval fúrjuk ki a bordát, majd sorjában fúrunk ki a furatot és menetfűróval vágunk bele M3-as menetet! Az egységcsomagban levő csavarokkal rögzítsük az IC-t is a hűtőbordához!

A mechanikai munka – legalábbis ami közvetlenül a végfokkal kapcsolatos – ezzel kész. Az IC-lábak ezután beforraszthatók. Természetesen más rögzítési mód is alkalmazható, ha az előbb javasolt módszer az elgondolásunknak nem felel meg.

#### 4.2. Élesztés

Ha minden kész van, ellenőrizzük még egyszer az áramkört, különös tekintettel a kondenzátorok polarítására! Az első bekapcsolásra csak akkor kerülhet sor, ha minden rendben van. Bármennyire védett az IC, véletlenül elkövethetünk olyan hibákat, melyek végzetesek lehetnek. Ennek elkerülésére célszerű az előző fejezetben ismertetett izzólámpás módszert alkalmazni. Ez az izzólámpás módszer bármilyen erősítőnél eredményesen alkalmazható.

Bekapcsolás előtt a tápfeszültség mindkét ágába kössünk egy-egy ampermérőt és egy-egy 25 V-os izzót. Ilyen izzó az üzletünkben vásárolható. Bekapcsolva a tápok, a jól működő erősítőnél az áramfelvétel terhelés nélkül nem lehet több mint 100 mA. Az izzó világítása komoly hibát, zárlatot jelez, de megvédi az IC-t a károsodástól.

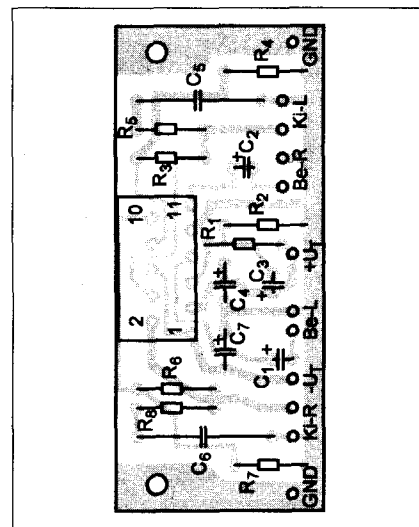
Kéziműszerrel mérjük meg a kimeneti pont feszültségét a 2. és a 4. lábán. Itt vezérlés nélkül, normális esetben 0-t kell mérni. Ha ez teljesül, kész az áramkör, ha nem teljesül, akkor hiányzik valamelyik tápfeszültség vagy DC szint kerül a bemenetre vagy rossz az IC. Ha rendelkezésünkre áll oszcilloszkóp és hanggenerátor ezekkel ellenőrizzük az átvitelt, hogy az a táblázatban feltüntetett értékeknek megfelelő-e.

A végfok meghajtására az üzletünkben kapható sztereó előerősítőt ajánljuk. A két áramkörből HIFI minőségű erősítő építhető. Jól használható meghajtásra a Dolby surround előerősítő is. Ennek segítségével térhatású hangképet varázsolhatunk a lakásunkba.

Jól alkalmazható a háromutas aktív hangváltóhoz is a „közép” és a „magas” csatornára.

Ezen áramkörök árajánlata a hirdetésünkben megtalálható.

Az erősítő tápellátása egyszerű trafó-graetz-híd-puffer összeállítással megoldható; lásd a 3. fejezetben. Ezek az alkatrészek a trafóval együtt az URBÁN ELEKTROIKÁNÁL akciós áron megvásárolhatók.



15. ábra



# Moduláris felépítésű 8 digitos frekvenciamérő

Nagymáté Csaba, Diószegi Gyula, Reinicz Béla villamosmérnökök

Az alábbiakban bemutatandó frekvenciamérő „lelkével” már foglalkozott a *Rádiótechnika folyóirat* [1]. Az akkori cikk szerzője megállapította: „A közlésre kerülő frekvenciamérő birtokában frekvenciamérési problémáink egyszer és mindenkorra megszűnnek.” Nos, ahogy mondani szoktuk: ez a kijelentés ebben a formában és az adott műszaki tartalommal nem volt igaz. Egyrészt azért, mert az áramkörben rejlő adottságok messze nem voltak kihasználva, másrészt viszont a sajnálatos sajtóhibák miatt egyes fokozatok működésképtelenek voltak.

Tekintettel arra, hogy a berendezés-orientált integrált áramkörök családjában frekvenciamérési célokra még ma is az Intersil ICM7226-os típusa a leg-sokoldalúbban használható és folyamatosan kapható is, így újra elővettük a témát. Kiemeljük ezúttal is, hogy nem új kapcsolástechnikát kell kitalálni, hanem adva van egy csip a maga sokrétűségével, ehhez fogalmaztunk meg igényeket. Ezek után a már bevált kapcsolástechnika alkalmazásával igyekeztünk a két dolgot összehangolni.

Újszerűnek tűnhet az olvasó szempontjait messzemenően figyelembe vevő problémamegközelítésünk is. Nem egy változathatatlan kapcsolás szolgál másolatása a célunk, hanem divatos szóhasználatnál elve az „interaktív készsűléképítés”. Ennek értelmében a főbb funkcionális egységeket önálló modulként képeltük el, amelyek - a lehetőségek bemutatása után történő - különböző összekapcsolásával más és más szolgáltatású mérőműszert adnak. Hangsúlyozzuk, hogy a modulok működési értelemben önálló egységek, amelyek térben (pl. önálló panelként) nem törvényszerűen különülnek el a többi áramköri részlettől. A „szolgai” módszer egyszerűbb szerzői munkát igényel, s az olvasót sem „kárhóztatja” túl sok gondolkodásra. Jóllehet ez az irányvonal az egyre inkább elfogadottabb (divatosabb), mégsem ezt az utat választjuk, megcáfolva azt a tendenciát, hogy a honi elektronikai alkalmazás csak rabszolgamunka lehet.

A 8 digitos frekvenciamérőnk szolgáltatásai (pl. felső határfrekvencia, a

kristály pontossága, a kijelző fényereje) az igénybevett modulok kiépítettségétől függenek. Ehhez pedig részletesebb bemutatásra és felelősebb felhasználói döntésre van szükség. A részletesebb bemutatás okán - a terjedelmi korlátokat is figyelembe véve - a műszaki dokumentációnk első részét kapja az alábbiakban az olvasó. Ez a frekvenciamérő célprocesszort, valamint a kristálytermosztátot tartalmazó alaplap, a kijelzőmeghajtó- és a kijelzőegység.

Már ezen egységek is különböző választási lehetőséget biztosítanak. A később megjelenő második részben a bemenőfokozatok, tápegységek, egyéb kényelmi szolgáltatások ismertetésével pedig teljessé válik a moduláris felépítésű rendszer bemutatása. Ehhez kívánnak sikeres „együttgondolkodást” a szerzők.

## 1. A frekvenciamérő paraméterei

A következőkben nézzük meg, mire is használható frekvenciamérőnk! Amatőr-felhasználásról lévén szó, a hat működési funkció közül hármat használunk ki, nevezetesen:

- frekvenciamérés,
- periódusidő-mérés,
- impulzusszámlálás.

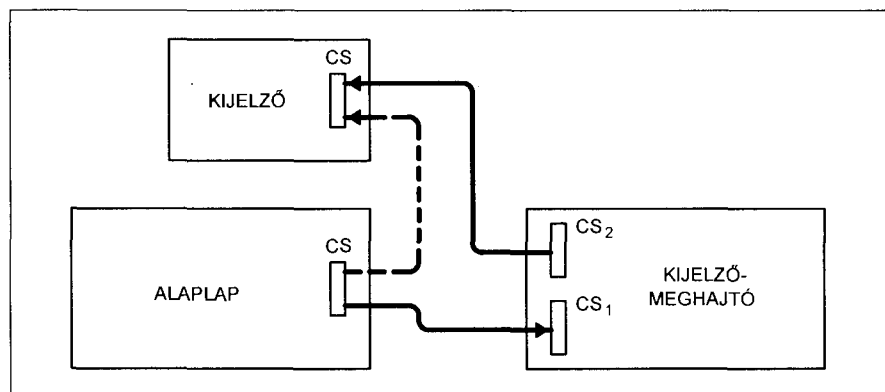
Jelen közleményünk leírása egy 10 MHz határfrekvenciájú, TTL logikai szintű digitális jelek mérésére alkalmas berendezést mutat be, amely tulajdonképpen megegyezik a csip

alapképességeivel. Minden további, a mérés határ kiterjesztésére irányuló fejlesztésre itt most csak hivatkozunk, s ezeket a cikk majdani 2. részében fejtjük ki majd részletesen.

A főbb műszaki adatok:

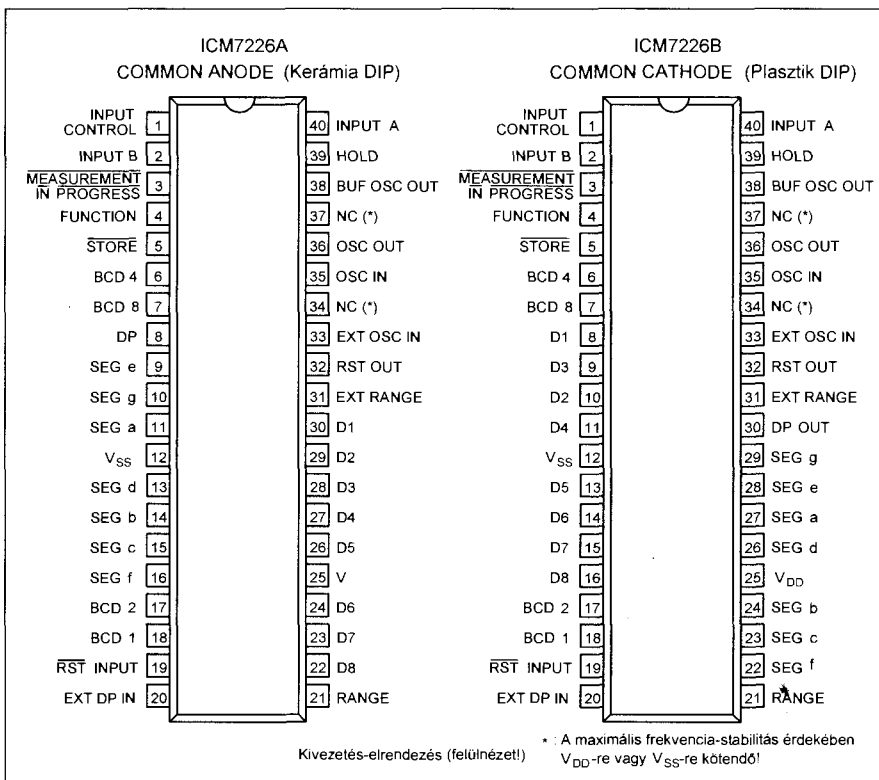
- frekvenciamérés: DC...10 MHz (TTL szintű bemenet);
- kapuidő: 0,01 s; 0,1 s; 1 s; 10 s;
- kijelzés: 8 digitos, közös katódú, hétszégmenses LED kijelző;
- időalap: 10 MHz-es kristályoszillátor, termosztáttal ellátva;
- tizedespont-kijelzés, a vezető nullák (a tizedesponttól balra eső nullák) automatikus elnyomása;
- túlsordulás-jelzés: a legnagyobb helyiérték elé tett tizedespont, vagy külön LED segítségével.

A - már említett, későbbiekben 1 GHz-es bemeneti fokozattal, tápegységgel és egyéb kényelmi szolgáltatásokkal kiegészülő - moduláris felépítésű frekvenciamérő pillanatnyi kiépítettségi állapotát az 1. ábra mutatja. Az egységek összekötését 20 pólusú szalagkábeles csatlakozók biztosítják. A csatlakozók lábkiosztása azonos. A folytonos vonal mutatja az egységek összekapcsolását abban az esetben, amikor a kijelzőmeghajtót beiktatjuk az alaplap és a kijelző közé. Ilyenkor az alaplapot a kijelzőmeghajtó bemenetével, a CS<sub>1</sub>-gyel, a CS<sub>2</sub> kimenetét pedig



1. ábra





2. ábra

a kijelzővel kötjük össze. Amennyiben szerényebb fényerővel is megelégedünk, akkor az alaplapot közvetlenül csatlakoztathatjuk a kijelzőre (ld. szagatott vonal).

A moduláris felépítés nemcsak a fentiekre vonatkozik; maga az alaplap is funkcionálisan több „modulra” bontható (ld. 3.1 fejezet), így mindenkinek lehetősége van a számára legmegfelelőbb konfiguráció kiválasztására és megépítésére.

## 2. A csip ismertetése

A konkrét kapcsolási változatok ismertetése előtt a teljesség igénye nélkül bemutatjuk az INTERSIL gyártmányú ICM7226A(B) univerzális frekvenciamérő IC-t. (Az „A” kiterjesztés közös anódú, míg a „B” közös katódú kijelzők vezérlésére alkalmas.) Az előbbi szűkítő megjegyzést annak okán tettük, hogy a teljes adatlap önmagában 18 oldal, ami az IC „veséjébe” látni akaróknak az internetről letölthető ([5]). Ebből az ismerethalmazból készítettünk egy olyan összefoglalót, amely a konkrét felhasználót a helyes és többcélú felhasználásban eligazítja. Az amatőr mérési gyakorlat nem használ ki minden funkciót (miként a mi készülékünk sem), de a lehetőségek bemutatásával segítjük a nagyobb célt kitűző olvasót. Sajnálattal jegyezzük meg, hogy nem minden internetes forrás hibamentes, jóllehet minden ott olvasható leírás kb. azonos terjedelmű.

### 2.1. Általános leírás

Az ICM7226A(B) egy 8 digités multifunkcionális frekvencia és időmérő csip, amelynek főbb jellemzői:

- frekvenciamérés: 0...10 MHz,
- periódusidő-mérés: 0,5 μs...10 s;
- 8 digités LED-kijelzők közvetlen meghajtására alkalmas;
- stabil nagyfrekvenciás időalap-oszcillátor 1 MHz-es vagy 10 MHz-es kvarckristállyal;
- multiplexelt kijelzővezérlés;
- közös anódú és katódú változat (A vagy B típusjel-kiterjesztés);
- alacsony teljesítményigény (CMOS technológia).

Az áramkör tartalmaz egy órajelgenerátort, egy 10-es osztású időalap-számlálót, egy 8 dekádós adatszámológót és -tárolót (latch-et), egy hétszegmenses dekódert, egy digitmultiplexert, valamint szegmens- és digitmeghajtókat, amelyek közvetlenül hétszegmenses LED-kijelzők vezérlésére képesek. A számláló (frekvenciamérő) bemenetek maximum 10 MHz-es jel

fogadására képesek, frekvenciamérő impulzusszámláló üzemmódban. Minden más üzemmódban a maximális bemeneti frekvencia 2 MHz. Mindkét bemenet digitális jelek fogadására alkalmas. Több áramkörü alkalmazásban a bemeneti jel erősítésére és szinteltolására van szükség annak érdekében, hogy a bemenetekre megfelelő digitális jel kerüljön.

Az ICM7226 működhet frekvencia-, periódusidő-mérőként, frekvenciaarány- ( $f_A/f_B$ ) mérőként, időtartammérőként vagy impulzusszámlálóként. Az eszköz vagy 1 MHz-es, vagy 10 MHz-es kvarckristállyal, de ha szükséges, akkor külső órajelről is működtethető. Periódusidő és időtartammérésekor a 10 MHz-es időalap 0,1 s felbontást ad. Frekvenciamérő üzemmódban a felhasználó által választható kapuidő 0,01 s, 0,1 s, 1 s vagy 10 s lehet.

A vezető nullák elnyomása automatikus a „kHz” és „μs” mérés kijelzésénél. A kijelző multiplexelése 500 Hz-es és 12,2%-os kitöltésű valamennyi digitre (helyiértékre) vonatkoztatva. Az ICM7226A közös anódú kijelzőhöz készült, amelynek tipikus szegmensárama 25 mA, míg az ICM7226B közös katódú kijelzőhöz, amelynél a fenti érték 12 mA. Kikapcsolt kijelző módban mind a digit-, mind a szegmensmeghajtók kikapcsolódnak (nagyimpedanciás állapot), megengedve a kijelzők más funkciójú felhasználását, azaz külső eszközzel történő meghajtását.

### 2.2. Részletes működési leírás

Ebben a fejezetben a funkcionális működést bemutató, a belső felépítést magyarázó tömbvázlat ismertetése helyett a felhasználó számára fontos be- és kimenetek, meghajtók működési viszonyait mutatjuk be. Ehhez szükség lesz a 2. ábrán bemutatott tokbekötési rajzra.

### 2.3. Az „A” és a „B” bemenet

A mérendő jelet az „A” bemenet fogadja frekvencia-, periódusidő-, impulzusszámláló, frekvenciaarány- és időtartammérő üzemmódban. A „B” bemenetre a jelek az utóbbi két üzemmódban kerülnek. Frekvenciaarány mérésekor az „A”-ra adott jel frekvenciája legyen a nagyobb! Mindkét bemenet digitális, tipikusan 2 V-os kapcsolási küszöbfelettel (5 V-os tápfeszültség ese-

tén), a bemeneti impedancia 250 kΩ. Az optimális beállításhoz a csúcstól csúcsig mért bemeneti jelnek legalább a tápfeszültség 50%-ának kell lennie, a kapcsolási küszöbfeszültségre szimmetrikusan. Ha ezen bemeneteket TTL logikai szinttel vezéreljük, akkor felhúzó-ellenállásokat ajánlatos alkalmazni. Mindkét bemenetről a számláló lefutó élre működik. Fontos megjegyezni, hogy a bemenőjel nagysága csak legfeljebb 0,3 V-tal haladhatja meg az eszköz tápfeszültségét mindkét irányban, egyébként az áramkör megsérülhet (tönkremehet).

#### 2.4. A multiplexelt bemenetek

A *FUNCTION*, a *RANGE*, a *CONTROL* és az *EXTERNAL DECIMAL POINTS* bemenetek közül időosztásos alapon választható ki a szükséges funkció. Ez a megfelelő bemenetre kapcsolt digit- (helyiérték-) meghajtó kimenettel érhető el. A *FUNCTION*, a *RANGE* és a *CONTROL* bemeneteknek stabil állapotban kell lenniük minden digitkimenet időzítésének második fele alatt (ez tipikusan 125 μs). A multiplex bemenetek aktív állapotban **H** szintűek a közös anódú (ICM7226A), és **L** szintűek a közös katódú (ICM7226B) típusnál.

A multiplex bemeneteken levő zaj helytelen működést eredményezhet. Ez különösen igaz impulzusszámláló üzemmódban, mivel a digitmeghajtók feszültségváltozásai kapacitív csatlódhatnak a LED-ekről a multiplex bemenetekre. (Begerjedhet a létrejövő nem kívánt pozitív visszacsatolás következtében.) A maximális zajmentesség eléréséhez egy 10 kΩ-os ellenállást kell a multiplexelt bemenettel sorba kötni.

Az **1. táblázat** azt mutatja meg, hogy a választott bemenetek különböző funkcióinál azokat melyik digitre kell kapcsolni. (A kivezetések elnevezéseit és számozását szándékosan hagytuk meg angolul, mivel a tokrajzon is így van megadva.)

#### 2.5. A *FUNCTION* (üzemmód) bemenet

Mint már említettük, a tok 6 különböző üzemmód (funkció) választására ad lehetőséget: frekvencia és periódusidő-mérés, időtartam- és frekvenciaarány-mérés, eseményszámláló, valamint oszcillátor-frekvenciamérő üzemmód. A különböző feladatok végrehajtása a

jelek két számlálóra történő irányításával valósulnak meg, ezeket „főszámlálónak” és „referenciaszámlálónak” nevezzük.

A „főszámláló” kimenete a kijelzőre megy. A „referenciaszámláló” a bemeneti jelét leosztja. Az osztásarány 1:1, 1:10, 1:100, vagy 1:1000. Ezen kimenetek egyikét a *RANGE SELECTOR* kiválasztja és meghajtja a „főszámláló” engedélyező bemenetét. Mindez azt jelenti, hogy a „referenciaszámláló” a hozzárendelt osztás aránnyal vezérli a „főszámláló” indítását és a számlálási periódus hosszát. Minden számlálási periódus után a „főszámláló” kimeneti értékét egy átmeneti tároló (latch) őrzi, ez jelenik meg a kijelzőn. Ez után a számláló nullázódik és kezdődhet az új mérési ciklus.

A *FUNCTION INPUT* bemeneten történő bármilyen változás megállítja az éppen folyó mérést anélkül, hogy frissítené a kijelzett eredményt vagy új mérést indítana. Ez megakadályozza a *FUNCTION INPUT* megváltozása utáni első hibás eredmény megjelenését. Minden esetben a lefutó él, (a **H** → **L** átmenet) az aktív.

A továbbiakban nézzük meg az egyes funkciók működését!

#### Frekvenciamérés

Ebben az üzemmódban a kapuidő alatt az „A” bemenetre érkező impulzusokat számlálja a főszámláló. A kapuzási időt az alaposzcillátor és a beállított méréshatár együttesen határozzák meg. A 10 MHz-es (vagy 1 MHz-es) időalaphoz 100 Hz, 10 Hz, 1 Hz és 0,1 Hz felbontás tartozik. A kijelzőn a tizedespont a kHz-es leolvasáshoz tartozik (gyári „beégetett” érték).

#### Periódusidő-mérés

Ebben az üzemmódban a készülék azt számlálja, hogy hány kalibrált (belső) impulzus érkezik a mérendő (külső) jel 1, 10, 100 vagy 1000 periódusa alatt. A 10 MHz-es órajel esetén az 1000 db külső jel átlagának periódusidőmérésére a felbontás 0,1 μs-tól 0,0001 μs-ig (0,1 ns-ig) adódik. Megjegyzendő, hogy a maximális mérési frekvencia 2,5 MHz.

#### Frekvenciaarány-mérés

Ebben az üzemmódban a „főszámláló” az „A” bemenetet méri a „B” bemenetre adott jel 1, 10, 100 vagy 1000 periódusa alatt. Értelmezhető eredmény akkor születik, ha az „A”-ra adott jel frekvenciája nagyobb, mint a „B” jelének a frekvenciája. Az eredmény egy mértékegység nélküli arány-

**1. táblázat**

Bemenet	Funkció	Digit
FUNCTION INPUT Pin 4	Frekvencia	D1
	Periódusidő	D8
	Frekvenciaarány	D2
	Időintervallum	D5
	Impulzusszámláló	D4
	Oscillátorfrekvencia	D3
RANGE INPUT Pin 21	0,01 s/1 periódus	D1
	0,1 s/10 periódus	D2
	1 s/100 periódus	D3
	10 s/1000 periódus	D4
	Külső bemenet engedélyezése	D5
CONTROL INPUT Pin 1	Display Off	D4 és HOLD
	Display Test	D8
	1 MHz-es kristály	D2
	Külső oszc. engedélyezése	D1
	Külső tizedespont engedélyezése	D3
External DP INPUT Pin 20	A külső tizedespont a rákötött digitértéknek megfelelő	





oszillátor folyamatosan tovább működik (10 MHz-es kristállyal tipikusan 1,5 mA áramfelvétel mellett), habár mérés nem történik és a multiplexelt bemenetek is passzívak. Új mérési ciklus akkor indul, ha a *HOLD* bemenetet testre ( $V_{SS}$ -re) kötjük.

#### A kijelző ellenőrzése

Ebben az állapotban az összes kijelző 8-at mutat és az összes tizedespont világít. Ha ugyanabban az időben a „display off”-ra váltunk, akkor a kijelző elsötétül (ld. a 3. ábrát).

#### Az 1 MHz-es oszillátor választása

Ez az üzemmód lehetővé teszi, hogy 1 MHz-es oszillátor mellett ugyanazt a multiplexelési arányt és mérésiszünet-időt érijünk el, mintha 10 MHz-es kristályt alkalmaztunk volna. Ez úgy válik lehetővé, hogy az oszillátor frekvenciáját nem  $10^5$ -nel, hanem  $10^4$ -nel osztjuk. Periódusidő és időkülönbség üzemmódban a tizedespont is jobbra eltolódik; a legkisebb értékes számjegy 1 s, a 10 MHz által meghatározott 0,1 s helyett.

#### A külső oszillátor engedélyezése

Ebben az üzemmódban az *EXT OSC INPUT* bemenetre adott jel - a beépített kristályoszillátor jele helyett -, mint órajelgenerátor szerepel. Ez bemenete lehet egy külső hőfokkompenzált kristályoszillátornak, vagy speciális mérési cél esetén fogadhat egyéb külső jelforrást. A beépített oszillátor akkor is rezeg, amikor a külső van kiválasztva. Ez azért szükséges, hogy a berezgési gondokat elkerüljük. Ha a külső órajel TTL szintű, akkor egy felhúzó-ellenállást kell alkalmazni az *OSC INPUT* bemeneten. Egyébként egy  $22\text{ M}\Omega$  ellenállást kössünk az *OSC INPUT* és az *OSC OUTPUT* közé, valamint kapacitíve csatoljuk az *EXT OSC INPUT* kimenetét az *OSC INPUT*-hoz! Ez előfeszíti az *OSC INPUT*-ot egy küszöbértékre, és csupán  $2\text{ V}_{CS-CS}$  meghajtófeszültség is elegendő.

A külső órajel frekvenciájának legalább 100 kHz-esnek kell lennie, ellenkező esetben az áramkör alapállapotba kerül és a beépített oszillátor érvényesül.

#### A külső tizedespont engedélyezése

Ebben az üzemmódban az *EXT DP INPUT* engedélyezett. A tizedespont megjelenik a szám mellett, ha a saját kimeneti vonala vissza van kötve erre a bemenetre. A nyolcadik szám nem használatos, mivel ez a túlsordulás-kimeneten jelentkezik. A vezető nulla

## 2. táblázat

Range	Frekvencia	Periódusidő	Frekvencia-arány	Időtartam	Impulzus-számláló	Oszillátor-frekvencia
0,01 s/1 periódus	D2	D2	D1	D2	D1	D2
0,1 s/10 periódus	D3	D3	D2	D3	D1	D3
1 s/100 periódus	D4	D4	D3	D4	D1	D4
10 s/1000 periódus	D5	D5	D4	D5	D1	D5

(nullák) elnyomása érvényesül a kiválasztott tizedesjegytől balra.

A 2. táblázat a gyárilag beprogramozott tizedespontok helyét mutatja a különböző üzemmódban abban az esetben, mikor a külső tizedespont-választás nincs engedélyezve. A táblázat 10 MHz-es órajelhez készült.

### 2.7. További fontosabb be- és kimenetek

#### –RST (RESET) bemenet

Ez a negált bemenet arra szolgál, hogy a fő számlálót kinullázza, megállítson egy futó mérési folyamatot és engedélyezze a kijelző átmeneti tárolóit. Ennek eredményeképpen a kijelző nullát fog mutatni. Javasolt a bemenet kondenzátorral történő hidegítése, hogy a táp bekapcsolásánál jelentkező tranzienseket megelőzzük (bekapcsolási reszet).

#### HOLD (tartás) bemenet

Amikor a *HOLD* bemenet  $V_{dd}$ -re ( $+V_T$ -re) van kötve, bármilyen mérésről is legyen szó (kivéve a számlálás üzemmódot), akkor folyamatában megáll, a főszámláló reteszlődik és az áramkör kész arra, hogy új mérési ciklus induljon. Az átmeneti tárolók (latch-ek) amelyek kimerevítik a főszámláló értékét, nem kapnak beírást engedélyező jelet, azaz az utolsó teljes mérés eredményét mutatják. Számláló üzemmódban, amikor a *HOLD* bemenet  $V_{dd}$ -re van kötve, a számláló nem áll meg és nem törlődik, a kijelző pedig a legutolsó pillanatban felvett értéket mutatja. Amikor a *HOLD* nullára vált, akkor a tartási üzemmód megszűnik és a kijelző a belső számláló megváltozott értékét mutatja.

#### Túlsordulás-jelzés

Ha túlsordulás történik bármely mérésnél, azt a 8. helyértéknél lévő tizedespont mutatja. Egy külön LED-et is lehet alkalmazni. Ekkor a LED anód-

ját  $D_p$ -re, a katódját  $D_8$ -ra kell kötni ICM7226B esetében (az „A” típusnál fordítva).

#### BUFF OSC OUT kimenet

Ez a kimenet a belső oszillátor bufferrel (terhelhető) kimenete; egyetlen LS-TTL bemenet meghajtására alkalmas. Ügyeljünk arra, hogy minimális kapacitív terhelés legyen ezen a kivezetésen!

Van néhány hozzáférési pont még a token, amelyek bizonyos alkalmazásoknál fontosak lehetnek, de ezen a helyen nem foglalkozunk velük, mert nem kerülnek felhasználásra. Ilyenek pl. a BCD kimenetek, az *EXT RANGE* bemenet, a *–MEAS IN PROGRESS* kimenet, a *–STORE* kimenet, valamint az *RST OUT* kimenet. Ezek használatát a már említett internetes forrásokból lehet kiokoskodni. Ugyancsak nem tárgyaljuk az időalap-oszillátor méretezési megfontolásait. Foglalkozunk viszont a kijelzés részleteivel, mert arra több lehetőséget is érdemesnek tartotunk bemutatni.

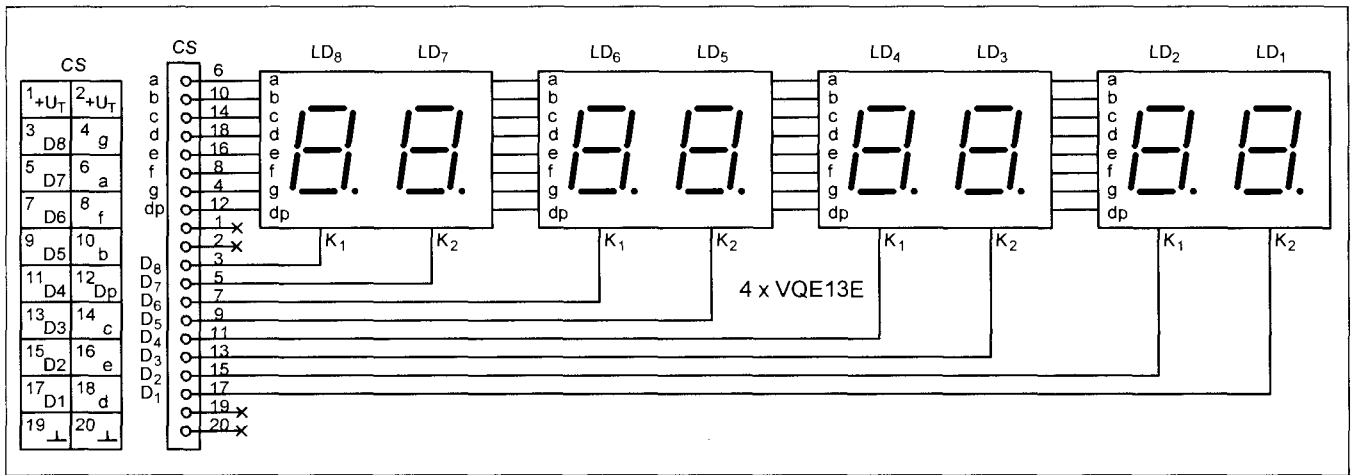
Minden eddig elmondottat a 3. ábrán, egy, az áramkör demesztelő kapcsolás segítségével demonstrálunk. (Ez egyúttal az ICM7226A bemutatására is szolgál.) Azt is sajnálattal kell megállapítanunk, hogy a közös katódú és a közös anódú változat egymással csak részlegesen lábkompatibilis. (A szegmens- és digitvezérlő kimenetek nem egyeznek meg a kétféle token.)

## 3. Működés

### 3.1. Az alaplap

Teljes kapcsolási rajzát a 4. ábrán láthatjuk. Már ez az áramköri részlet egymagában több áramköri modul tartalmaz: a csip és „programozói” részei, a kristálykálya (termosztát) és a bemeneti jel fázisfordító fokozata. Az  $IC_1$  és környezete a 2. fejezet megismerése





5. ábra

után már nem szorul bővebb magyarázatra. A három választott funkciót a  $K_4$  kapcsolóval, míg a négy kapuzóidót a  $K_3$  kapcsolóval választjuk ki. A kapuzó-kapcsolóval együtt fut a tizedespont helyének beállítására szolgáló  $K_5$  kapcsoló. Hatása akkor érvényesül, amikor a külső tizedespont választásának lehetőségét  $K_6$  kapcsoló megengedi. Ez utóbbi tehát a belső (default) és külső tizedespont-kijelzés között enged választani. Mivel az alapkijelzés kHz-ben történik, a külső tizedespont elrendezést MHz-es leolvasáshoz alakítottuk ki. Így  $K_6$  a kijelzés „kHz/MHz” kapcsolója. Külön felhívjuk a figyelmet arra, hogy a bemutatott megoldás a 10 MHz-ig mérő IC<sub>1</sub> ezen állapotához készült! A későbbiekben hozzáillesztett előfokozat(ok) osztásarányát figyelembe véve egészen más  $K_5$ -ös bekötési sorrendet lehet ill. szükség szerű alkalmazni. A Cs egy húszpólusú, szalagkábeles csatlakozó, amelynek segítségével a kijelzőmeghajtóhoz (vagy a kijelzőhöz) történő csatlakozás válik problémamentessé. Szerepéről a kijelző tárgyalásakor még részletesen szólunk.

Tekintettel arra, hogy a frekvencia-és periódusidő-méréséhez elegendő az „A” bemenet használata, a másikat (a „B”-t) a tápfeszültséghez rögzítjük ( $R_2$ ). Kapcsolásunkban a *HOLD* funkciót nem használjuk, a *RESET*-et viszont igen. Erre szolgál a  $K_2$  nyomógomb. A túlszordulás-jelzést is „de luxe” módon oldottuk meg. Ismertettük a külön LED használatának módját (ld. 2. fejezet) erre a célra. Nagyobb fényerőt biztosít a  $T_1$  és a  $T_2$  tranzisztor alkalmazása, de a  $D_8$  beköthető az ajánlott módon is (ld. a 3. ábrát), sőt hasz-

nálhatjuk a kijelző saját (igaz, gyenge fényű) tizedespontját is.

Az áramkör 10 MHz-es kristályfrekvenciával működik. A kvarc működhet magában, ill. termosztátba helyezve is. Az ábra bal oldali részében a termosztát-elektronikát láthatjuk. Alapjául az évtizedek óta töretlenül – méltán – népszerű 723-as tápegység-IC<sub>2</sub> szolgál. Nagy stabilitású, kb. 7,2 V-os referenciaszültségét leosztva, azt a saját belső műveleti erősítője hasonlítja össze a hőmérsékletérzékelő-diódanégyes ( $D_1...D_4$ ) hőfokfüggő nyitófeszültségével. A szintén belső kimeneti tranzisztorának emittere (10. láb) egy LED-et ( $D_5$ ) hajt meg, míg kollektora elfeszíti a párhuzamosan vetérelt, külső  $T_3$  és  $T_4$  teljesítménytranzisztor-párt.

A komparálás eredményeképpen a diódák hőmérsékletétől függően a teljesítménytranzisztorok be- ill. kikapcsolnak. Bekapcsolásukkor a tranzisztorokon az  $R_8$  és az  $R_9$ , valamint a  $12\text{ V} - U_{CE}$  feszültség által meghatározott áram folyik és melegíti azokat. A felfűtés és a hőfokérzékelés egy zárt hűtőkönyön belül történik, tehát egy automata önszabályozó folyamatról van szó, amelynek aktuális állapotát a  $D_5$  mutatja. A konstrukciós fejezetnél látni fogjuk, ami erről a rajzról egyből nem tűnik szembe, hogy tudniillik a termosztát-elektronika térben is két részre tagolódik: egy vezérlő részre és egy „teljesítményelektronikai” egységre.

Ezen rendszeren belül helyezkedik el a kvarc (ld. a 4. fejezet ábráit) állandó, kb. 50 °C-os hőmérsékletű környezetben. Tehát az IC<sub>1</sub> szolgáltatásainak kiválasztási lehetőségei után, a kristály használatánál is dönthetünk egysze-

rűbb és professzionális alkalmazás között.

Az alaplapon helyet foglaló harmadik egység a bemeneti jel élváltó kapcsolása. Mint említettük, az IC<sub>1</sub> bemeneti digitális jelet fogadnak. (Talán szükséges megjegyeznünk, hogy a digitális jel és a TTL szintű jel nem azonos fogalom.) Esetünkben a TTL szintű digitális jelek fogadásáról beszélünk, amely történhet közvetlenül (IC<sub>1</sub> 40. láb) vagy az IC<sub>3</sub>-on keresztül. A periódusidő mérésénél lényeges lehet, hogy a mérés a „+ → -” illetve a „- → +” nullátmenetekenél történjék. Ez a választóegység az IC<sub>3</sub> kapuhálózata. Az élváltást (fázisfordítást) a  $K_1$  kapcsolóval állíthatjuk be. A fokozat bemenete túlfeszültség ellen védett ( $R_{16}$ ,  $D_6$ ,  $D_7$ ).

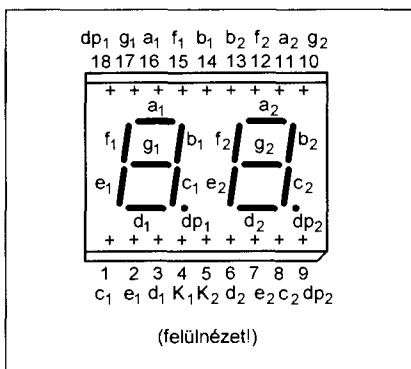
Ha már modulszerű az építésünk, akkor természetesen ez a fokozat is elhagyható, különösen akkor, ha a később elkészítendő bemenőfokozatunk eleve tartalmazza az előbbi választási lehetőséget. Ha közvetlenül az IC<sub>1</sub> bemenetét ( $Be_2$ ) hajtjuk meg, akkor feltétlenül gondoskodjunk annak bemeneti védelméről, pl. a rajzunkon látható módon!

S ha már a bemenőfokozatot említettük, akkor a saját ajánlásunk és dokumentációnk megjelenése előtt a türelmetlenebbek már alkalmazhatják a [2]-ben és a [3]-ban megjelent kapcsolásokat.

### 3.2. A kijelző, ill. annak vezérlése

Az ICM7226B célorientált integrált áramkör (a továbbiakban IC). Amint már korábban említettük, 8-digites ( $D_1...D_8$ ) közös katódú hétszegmentes





6. ábra

( $a...g$ ) LED-es kijelző multiplex vezérlésére alkalmas. A multiplex frekvencia 500 Hz, ami 2 ms-os periódusidőt jelent. Ezt a 2 ms-os ismétlődési időt, valamint a nyolc digitest figyelembe véve egy digitre 250  $\mu$ s jut. Valójában ez 244  $\mu$ s, azaz 6  $\mu$ s-os időintervallum van két digit vezérlése között. Ez alatt az  $a...g$  szegmenseket vezérlő jelek felveszik a következő digit vezérléséhez szükséges értéket, elkerülve ezzel a „szellemképet” (amikor is halványan látható az előző kijelző számjegye).

A kijelző egység kapcsolási rajza az 5. ábrán látható. Az LD<sub>1...8</sub> kijelzők katódjai, az összekapcsolt azonos szegmensek és a decimális pont ( $dp$ ) a CS<sub>1</sub> csatlakozón keresztül érhetők el. Az alkalmazott kijelző a HAM-bazárban olcsón beszerezhető, típusa VQE13E. Lábkiosztását a 6. ábra mutatja. A két-digitest vörös színű, közös katódú kijelző karaktermagassága 12,7 mm, a nyitófeszültsége  $U_F = 2$  V, a fényerőssége 0,78 mCd,  $I_F = 20$  mA nyitóáram mellett.

Az IC alkalmas a kijelzők közvetlen meghajtására, áramkorlátozó ellenállások beiktatása nélkül. A kijelzőpanel csatlakozójának pontjait az IC azonos jelölésű lábaihoz kell csatlakoztatni ( $D_1-D_8$ ,  $a-a$  és így tovább).

A szegmensáram értéke mintegy 10...15 mA, míg a digitmeghajtó, azaz a katódáram értéke 50...75 mA lehet. A digitestet vezérlő jel (ld. a korábban részletezett multiplex vezérlést) kitöltési tényezője mindössze 12%. Ez szerény fényerősséget eredményez. Az IC tápfeszültségének határértéke 6 V. Ennek a megnövelt tápfeszültségnek az alkalmazása azonban nem eredményezi a kijelző fényerejének érzékelhető növekedését.

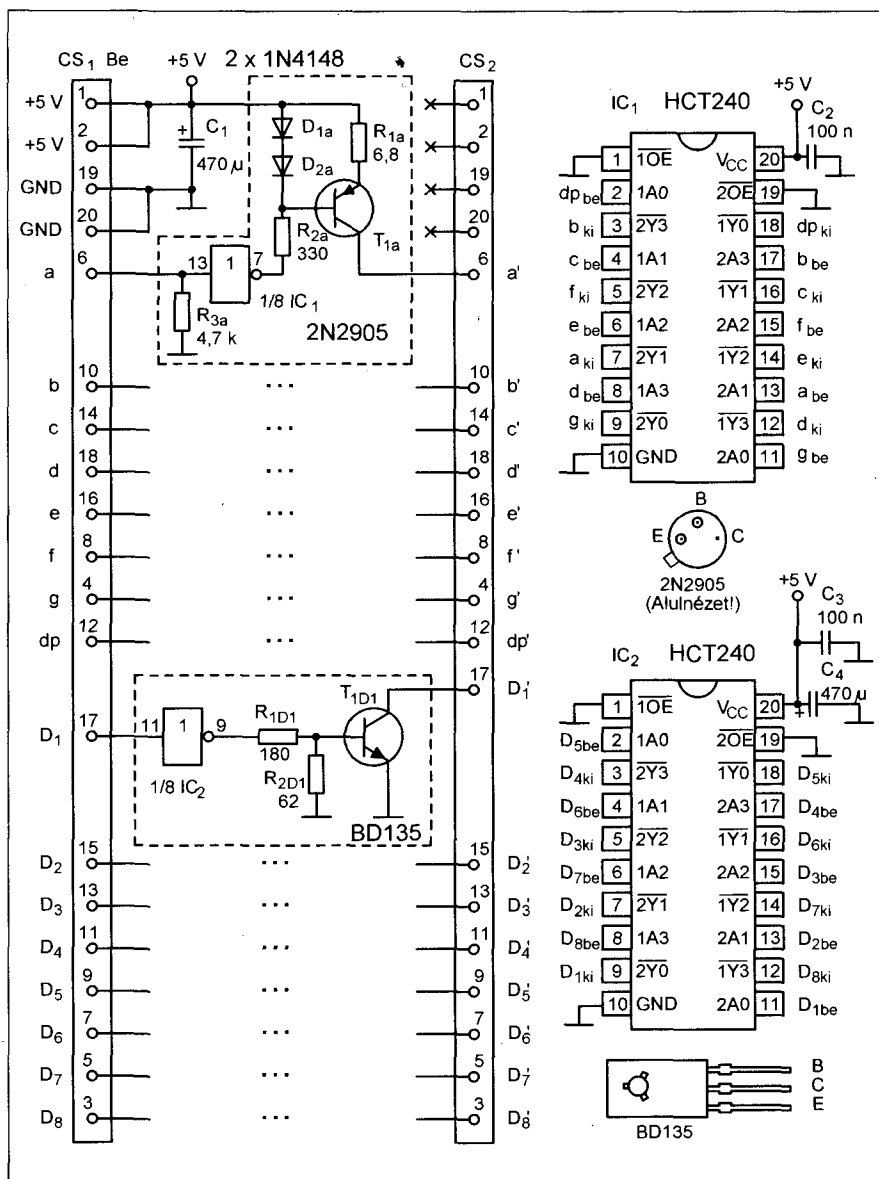
Ezért került sor az említett két panel – az alaplap és a kijelzőpanel – köz

beiktatható kijelzőmeghajtó áramkör kifejlesztésére, amely lehetővé teszi a fényerősség jelentős növelését.

### 3.3. A kijelzőmeghajtó áramkör

Az alkalmazott kijelző szegmensenkénti nyitóáramának határértéke 20 mA. Az impulzusszerű csúcscsaram azonban elérheti a 150 mA-t, amennyiben időtartama nem haladja meg az 1 ms-ot!

Esetünkben ennek értéke 250  $\mu$ s, 2 ms-os ismétlődési idővel. A meghajtóáramkör – az IC 10 mA-es szegmensáramával szemben – mintegy 100 mA-es szegmensáramot szolgáltat (7. ábra).



7. ábra

Mind a szegmensmeghajtó ( $a...g$ ,  $dp$ ), mind a digitmeghajtó ( $D1...D8$ ) nyolc-nyolc azonos áramköröt tartalmaz, így a rajzon csak egy-egy áramkör kapcsolását részleteztük ki. Az alkatrészek pozíciószáma az illető szegmens illetve digit betűjelével van kiegészítve. Az alkalmazott oktális vonalmeghajtó IC-k lábkiosztását és az egyes inverterek áramkörben elfoglalt helyét a kapcsolási rajz mellett láthatjuk. Az alkalmazott diszkrét félvezetők mindegyike a HAM-bazárban beszerezhető.

Először tekintsük át a szegmensmeghajtó működését! A  $T_{1a}$ ,  $D_{1a}$ ,  $D_{2a}$ ,  $R_{1a}$ , valamint  $R_{2a}$  elemekkel felépített áramkör egy áramgenerátor. Az IC<sub>1</sub> ki-

kon a mintegy 10 mA-es nyitóirányú áram hatására létrejövő feszültség 1,4 V. Ebből kivonva a pnp-tranzisztor B-E nyitófeszültségét, az  $R_1$  emitterellenállásra jutó egy diódányi nyitófeszültség értéke 0,7 V. Ez mintegy 100 mA-es emitteráramot, illetve ezzel közel egyező kollektoráramot, azaz szegmensáramot eredményez.

Az inverter bemenetén elhelyezett  $R_3$  ellenállás az IC áramgenerátoros kimenetű szegmensvezérlő áramát hívott feszültségjellel alakítani.

A digitmeghajtóknak képesnek kell lenniük a szegmensáramok „elnyelésére”. Szükséges esetben, amennyiben minden szegmens aktív állapotban van (a kijelzett érték a 8-as szám), valamint a dp is világít, ez az áram 800 mA. Ha a vonalmeghajtó IC<sub>2</sub> inverter kimenete aktív (H) állapotban van, akkor a  $T_{1D1}$  npn tranzisztor bázisáramának értéke valamivel kevesebb mint 25 mA (azaz az IC kimeneti forrásáramának határértékét nem haladja meg).

Ez legalább negyvenszeres áramerősítési tényezőjű tranzisztort feltételez. Ilyen értékkel a legkisebb  $h_{21E}$  kódú, 1 A határáramú BD típusok is rendelkeznek (BD135-6, BD137-6, BD139-6). A kapcsolóüzemben működő tranzisztorok hűtést nem igényelnek.

## 4. Megépítés, bemérés

### 4.1. Az alaplap

Az áramkör bevezető ismertetésénél elmondtuk, hogy műszerünk három alapvető részből épül fel, s így ennek megfelelően három áramköri lapot is készítettünk. Egyrészt a tagoltság (ill. a moduláris felépítés) okán, másrészt elkerülendő a túlzottan nagy méreteket. Az alaplap egyoldalas nyáktervét a **8. ábrán**, a beültetési rajzát a **9. ábrán** láthatjuk.

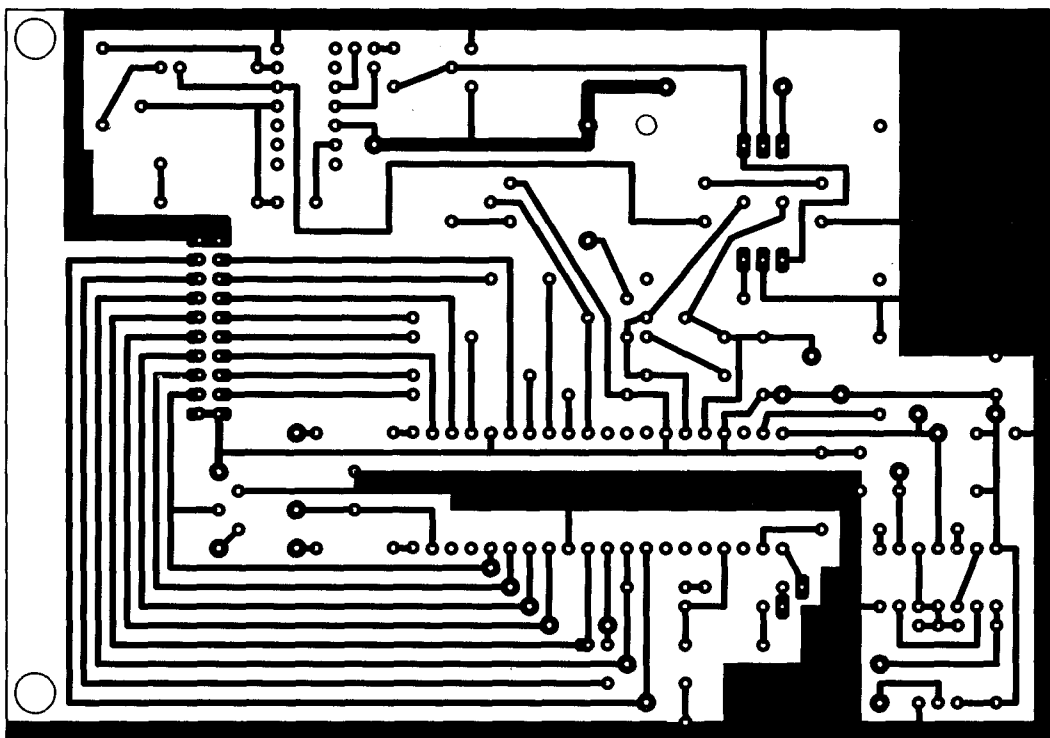
Ilyen bonyolultság mellett az egyoldalas paneltervnek mindig átkötéskészítés az ára. Nos, esetünkben 8 db átkötéssel juthatunk egy „kvázi kétoldalas” laphoz.

A legnagyobb nehézséget a csip és a 20 pólusú csatlakozó megfeleltetése okozza, ha azt kézi festéssel oldjuk meg. Amennyiben a – már többször említett – „vasalásos” technikát választjuk, akkor nincs ilyen problémánk. A frekvenciamérő tok elég drága ahhoz, hogy megérje jó minőségű foglalatba helyezni. Beforraszthatjuk közvetlenül is, de vigyázzunk, mert CMOS technológiájú, így tartuk be mind az elektrosztatikus töltődés elkerülésére, mind a forrasztására vonatkozó szabályokat!

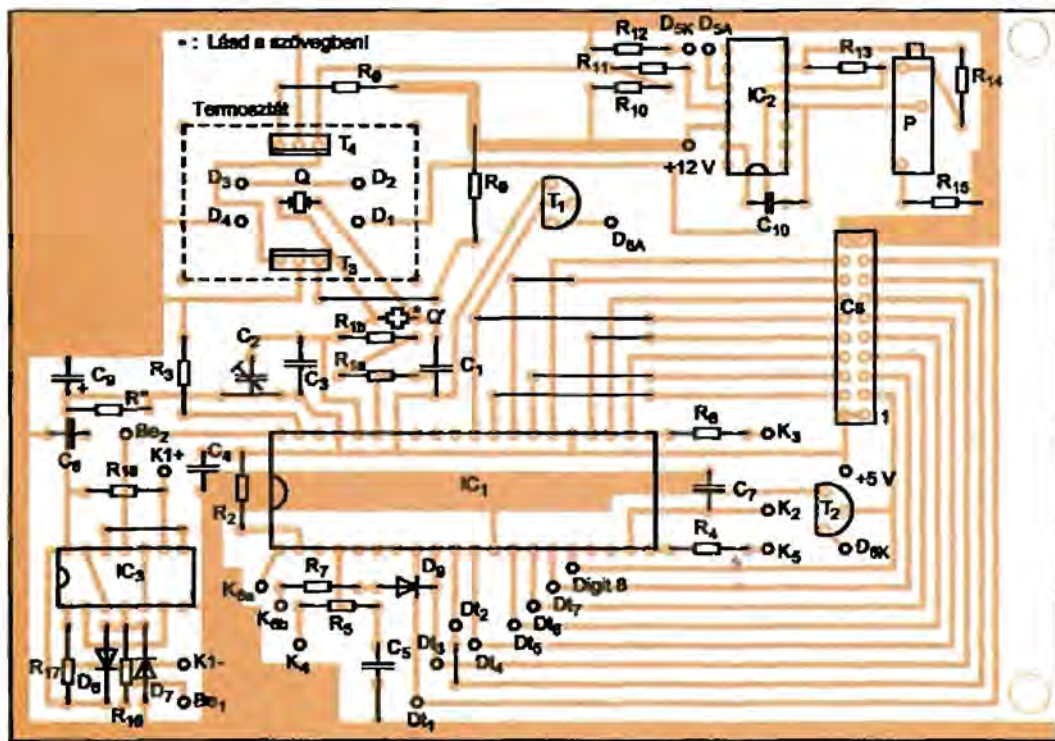
Mint láttuk, a csip „programozása” a multiplexelt bemenetek megfelelő digitértékre való kötésével történik. Éppen ezért valamennyi digitkimenetet külön forrasztótűskére kiveztettük a rajz szerinti, illetve tetszőleges „fől-programozáshoz”.

A  $K_3...K_5$  praktikusan tárcsás kapcsolók (Yaxley-k) lehetnek, de az „elbonyolítást” kedvelők készíthetnek nyomógombos (pl. Isostat-rendszerű) változatot is. Ez utóbbit a komplett 1 GHz-es mérőműszer végleges dokumentációjához ajánljuk, mert ennek áttervezése messze nem ugyanaz a feladat, mint egy tárcsás kapcsoló ötperces átkábelezése.

Szakmai igényességre és töretlen alkotókedvre vall, ha valaki a termosztátot is elkészíti. Ahogy az egy komplex rendszernél lenni szokott, a nehézséget, a kihívást mindig a mechanika kivitelezése jelenti. Ebben az esetben is a 4. ábra szerinti elektronikát utánépíteni rutinfeladat lehet még egy kezdő áramkörkészítőnek is. A speciális kialakítású fűtőtest már nehezebb feladat. Részben axonometrikus műhelyrajzát a **10. ábrán** mutatjuk be. Alapanyaga jól forgácsolható alumínium. Ebbe kell bemunkálni a kvarc befoglaló fészket és el kell készíteni a négy hőfokérzékelő dióda átmenő furatát.



8. ábra



9. ábra

Továbbá a két fűtőtranszisztornak egy átmenő M3-as menetet vágjunk! A felsorolt munkafázisokat némi ügyességgel és kitartással kézi megmunkáló eszközökkel is végrehajthatjuk.

A négy dióda soros kötését egyrészt az alaplap, másrészt a fűtőtönc tetején lévő lezáró nyáklemez biztosítja. Az átmenő furatokban levő diódák szárait húzzunk szigetelő csövecskét! A  $T_3$  és a  $T_4$  tranzisztort úgy szerelvényezzük, mintha hűtőbordára szerelnénk

(szilikonszir, szoros rögzítés; a diódákat sem árt beépítés előtt szilikonszírral bekenni)! A készre szerelt egység így egy 12 kivezetéses mechanikába ágyazott elektronika, amely – ha a méreteket betartjuk – könnyen illeszkedik az alaplapon kialakított helyére.

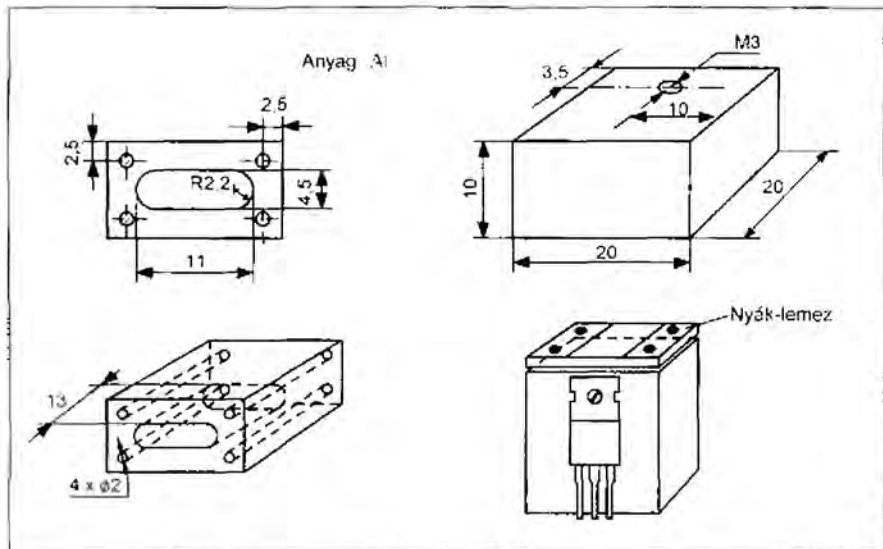
Ez előbbi gyártási leírásunk a termosztát teljesítmény-elektronikai egységének elkészítési módját adta, a vezérlő rész (IC<sub>2</sub>) hagyományos szerelésű. Az áramkör természetesen üzemel

termosztát nélkül is; ekkor a kvarcot önmagában használjuk. Ebben az esetben közelebb kerülhet a csiphez, mert nincs mechanikai hordozója. A beültetési rajzon  $Q^1$ -vel jelöltük a helyét. A rajzon szereplő  $R_1^*$ , névlegesen 22 M $\Omega$ -os ellenállást 2 db 10 M $\Omega$ -os sorba kötéséből alakítottuk ki.

A harmadik egység az alaplapon a bemeneti kapuáramkört részlet. Az elvi ismertetésnél már utaltunk rá, hogy ez a fokozat is elhagyható. Azt is leszögeztük, hogy TTL digitális jelek fogadására készítettük fel áramkörünket, s ekkor  $R^*$  3 k $\Omega$ -os ellenállás beültetése ajánlott.

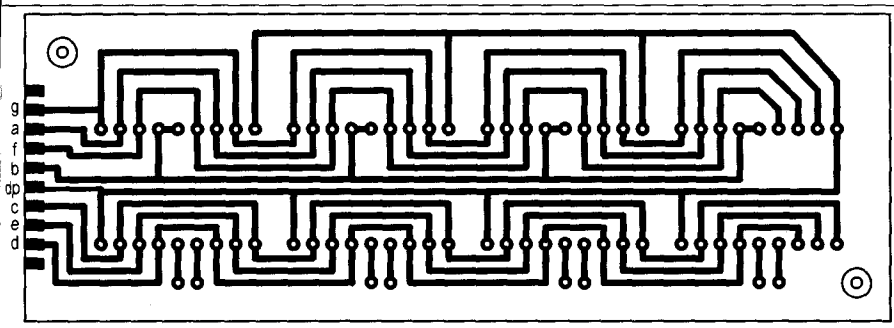
Nem túl szerencsés az a megoldás, amikor a tok bemenetét közvetlenül vezéreljük, azaz sem bemenőfokozatot, sem kapuáramkört stb. nem teszünk elé. A felhúzó-ellenállás, mint láttuk, ajánlott, viszont ezzel az értékkel a bemeneti védelmet megoldani igen nehéz. Soros ellenállásként 10 k $\Omega$ -nál nagyobbra van szükség. Ekkor már az osztásarány olyan rossz, hogy oda a TTL szintünk!

A  $D_5$  és a  $D_8$  LED az előlapra bekabelezendő. Az alaplap bemérése jól végzett munka esetén igen egyszerű. Termosztát nélküli változatban az IC<sub>1</sub>-et helyére téve és a kijelző szalagkábelét csatlakoztatva, az áramkör a +5 V-

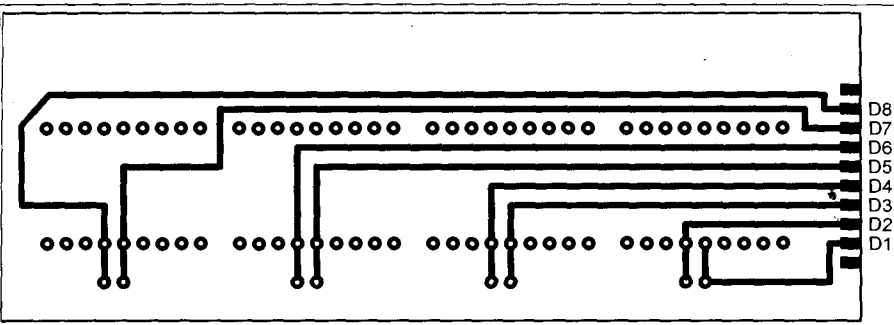


10. ábra

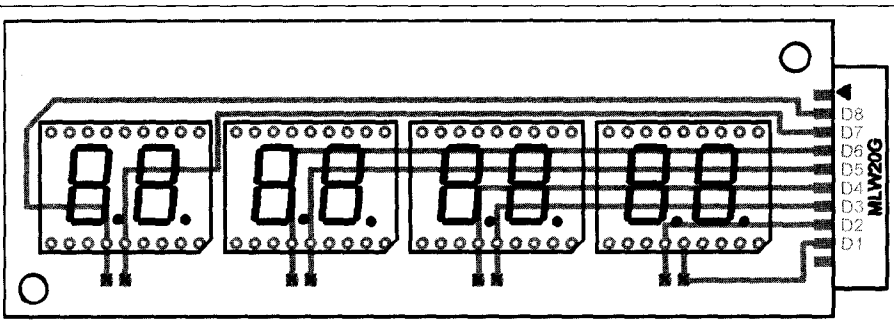




11. ábra



12. ábra



13. ábra

os tápfeszültség rákapszolása után azonnal üzemkés.

Saját tapasztalatunkból fakad a fenti bemérési eljárás, ugyanis pl. egy hibás kvarc esetén a kijelzőknek a nagy fényerőt biztosító kijelzővezérlő panelen (ld. később) keresztül történő csatlakoztatása esetén a kijelzőtökön tönkremenetelét okozhatja! A nem működő kvarc esetén ugyanis nem áll elő a multiplex frekvencia, s a kijelzőre folyamatosan a megengedett szegmensáram többszöröse „zúdul”! Természetesen a kapcsolók helyes bekötése is feltétel. A *Bel*-re adott TTL jel frekvenciája lesz leolvasható a kijelzőn. A kijelzett számjegyek száma és a zideszpontok helye a kapcsolóállásoknak megfelelően kell, hogy történjen. Amennyiben az oszcillátor frekvenciáját módunkban áll megmérni, akkor az a  $C_2$ -vel kalibrálható. Ugyanez érhető el hiteles

generátorfrekvenciának a bemenetre vezetésével.

És most engedjék meg néhány szó a kalibrálásról. Egy általános számláló esetében pl. a kristály driftje okozhat hibát. A frekvencia, a periódusidő és az időtartam mérésénél az oszcillátorból nyert jel vezérli mind a referencia- mind a főszámológót, így a fenti üzemmódokban az oszcillátor frekvenciahibája magát a mérést is meghamisítja. Például ha az oszcillátor hőmérsékleti együtthatója  $20 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ ; ez a mérésben is  $20 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$  hibát okoz. Ráadásul a digitális elv miatt digitmérési hiba származik. Világos, hogy ezt a hibát csökkenthetjük több számjegy megjelenítésével. Frekvenciamérési üzemmódban a maximális pontosság nagy bemeneti frekvenciánál érhető el, míg periódusidő-mérésnél éppen ellenkezőleg, kis frekvenciájú bemenő jele-

setén. Az oszcillátor hőmérsékleti együtthatóját javítja a termosztát alkalmazása. Ha alkalmazása és elkészítése mellett döntünk, úgy annak beállítása igen egyszerű.  $IC_2$  invertáló bemenetén (4. láb), azaz a P csúszkáján állítsunk be  $2,15 \text{ V}$ -ot! Ekkor a termosztát  $55^\circ\text{C}$ -ra fűti fel a kristályt. A fokozat  $12 \text{ V}$ -os tápellátást igényel, a fűtőteljesítménye  $3 \text{ W}$ . A termosztát fűtőtestét egy alkalmas méretű ózozott lemezből készült burkolattal fedjük le, mert ez csökkenti a hőveszteséget.

A bemeneti kapuáramkör korrekt működéséről kétsugaras oszcilloszkóp segítségével győződhetünk meg. A bemeneti jel azonos-, ill. ellenfázisú megjelenése  $K_1$  kapcsoló állásától függ.

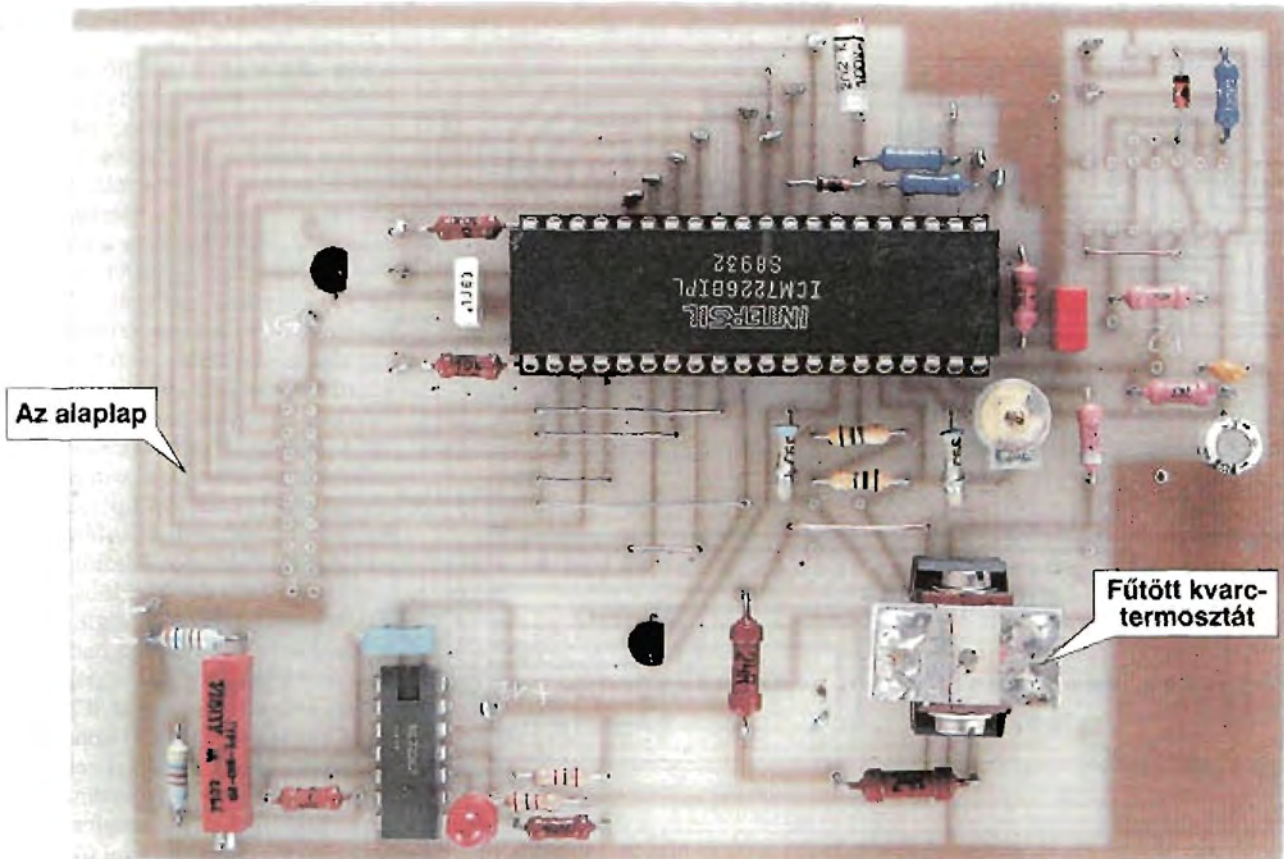
És végezetül egy általános szabály. Tekintettel a nagysebességű digitális fokozatokra, az egymásra hatást megakadályozhatjuk az IC-k tápági szűrésével, amit közvetlenül az IC-k táplábjára forrasztott hidegítő kondenzátorokkal valósíthatunk meg. Ezek számára a nyákterven nem képeztünk ki forraszmeteket. Ugyanilyen megfontolásból hasonló „szerelést” igényel  $C_6^{**}$  is.

#### 4.2. A kijelző és a kijelzőmeghajtó

A kijelzők kétoldalas nyomtatott áramköri lemezen nyertek elhelyezést. A forrasztási oldal, valamint az alkatrészoldal nyákcrajzát a 11. és 12. ábra, beültetési rajzát a 13. ábra mutatja. A 20 pólusú szalagkábeles élcslakozó biztosítja a kijelző egyszerű és tévedést kizáró csatlakoztatását akár a kijelzőmeghajtóhoz, akár az alaplaphoz.

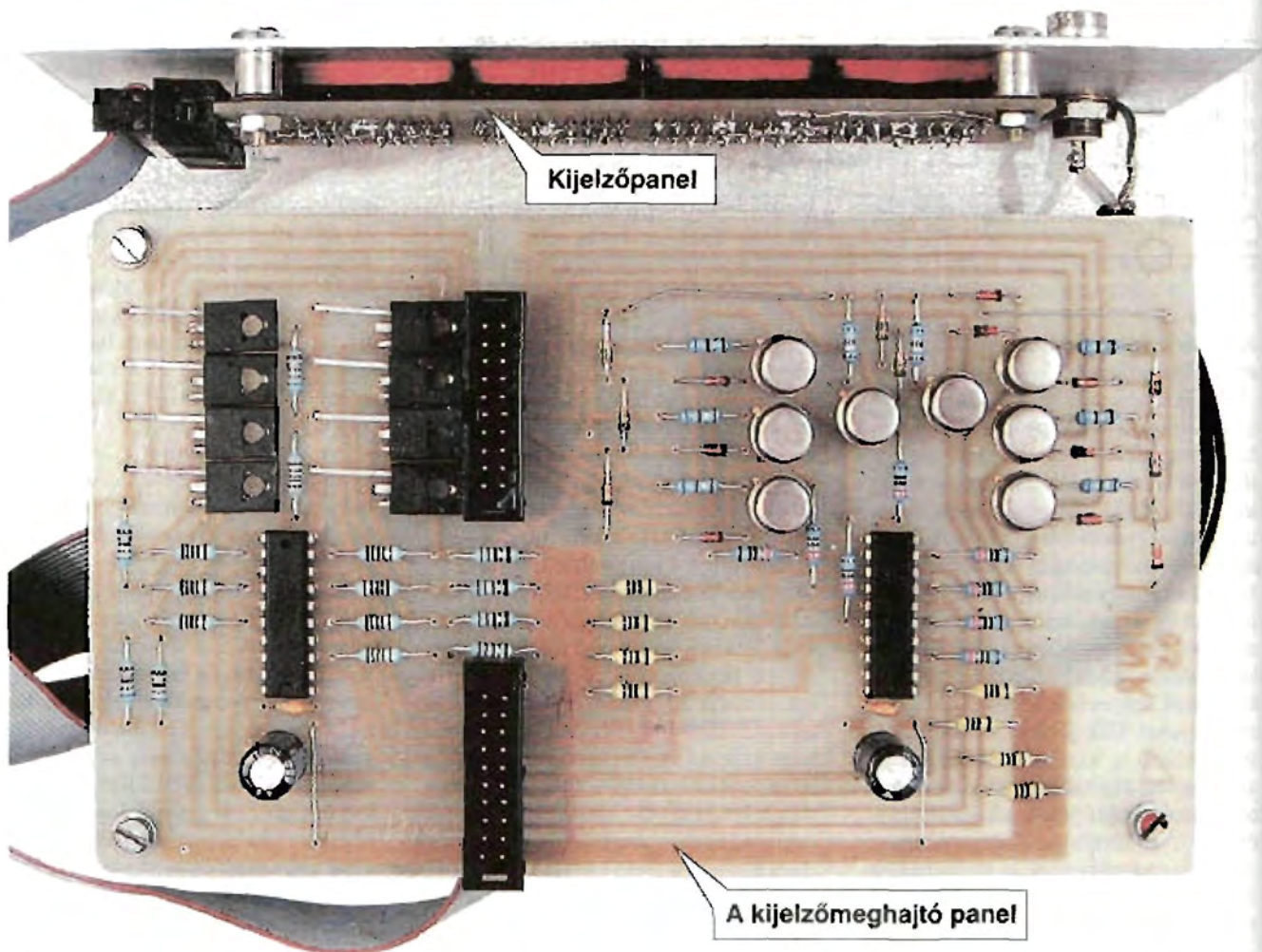
Lévén ez a panel nem furatgalvanizált nyák, elsőként az átkötéseket végezzük el, ezt követi a csatlakozó, majd a kijelző beforrasztása.

A kijelzőmeghajtó egyoldalas nyomtatott áramköri lemezen nyert elhelyezést. A helyesen megépített áramkör nem igényel sem beállítást, sem bemérést. Az egység átlagos áramfelvétele kb.  $500 \text{ mA}$ , a kijelzett értéktől függően. A nyomtatási rajzot a 14. ábrán, a beültetési rajzot a 15. ábrán tesszük közzé. Itt is elsőként az átkötő jumpereket érdemes elhelyezni, majd az alkatrészeket kell beültetni, azok szerelési magasságának növekvő sorrendjét követve. Mindhárom nyomtatott áramkör (az egyoldalasok és a kétoldalas egyaránt) rajzolatának felvitele PNP transzferfólia segítségével történt. A részletes technológiai leírást a [4] tartalmazza.



Az alaplap

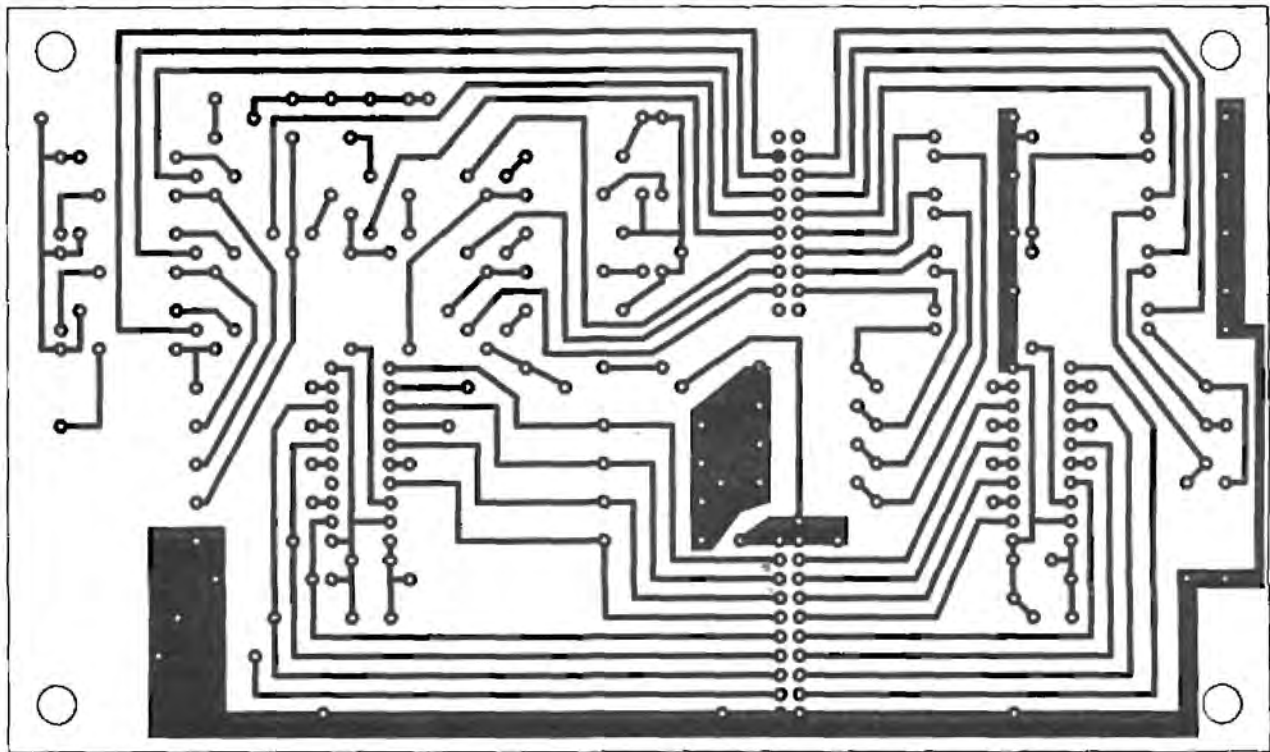
Fűtött kvarc-  
termosztát



Kijelzőpanel

A kijelzőmeghajtó panel



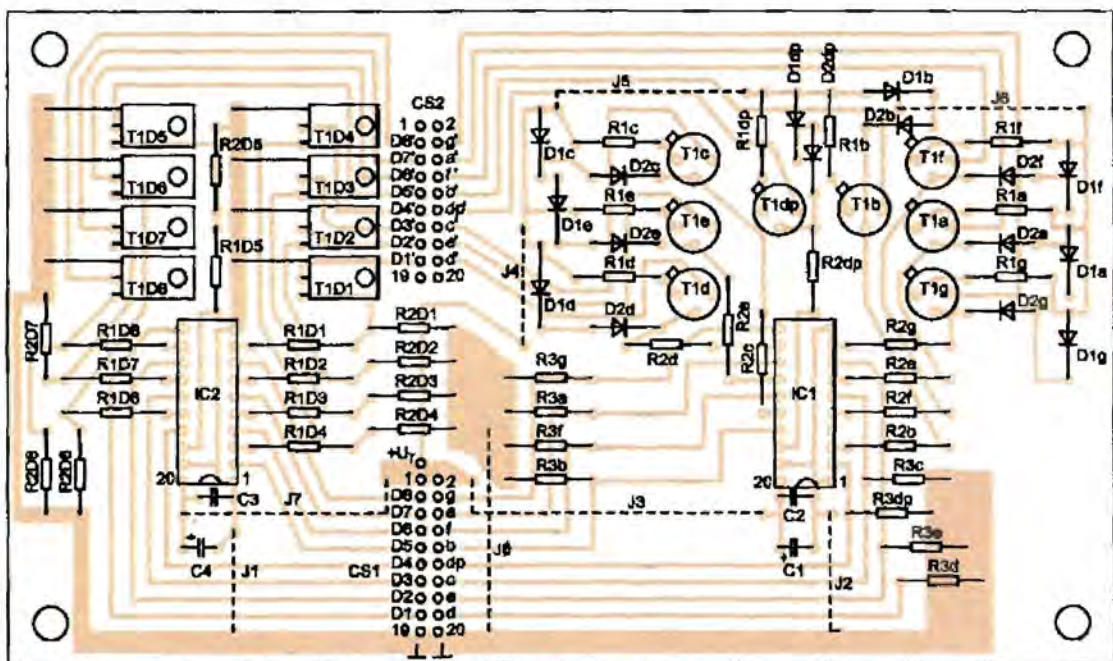


14. ábra

CS1	
1	U <sub>T</sub>
2	U <sub>T</sub>
3	D8
4	g
5	D7
6	a
7	D6
8	f
9	D5
10	b
11	D4
12	dp
13	D3
14	c
15	D2
16	e
17	D1
18	d
19	L
20	L

CS2	
1	2
3	D8'
4	g'
5	D7'
6	a'
7	D6'
8	f'
9	D5'
10	b'
11	D4'
12	dp'
13	D3'
14	c'
15	D2'
16	e'
17	D1'
18	d'
19	
20	



15. ábra

Irodalom:

- 1 Rádiótechnika 1990/2.
- 2 Hobby Elektronika 1994/4.
- 3 Rádiótechnika Évkönyve 1981/233. old.
- 4 Rádiótechnika Évkönyve 2002/33., 34. old.
- 5 www.intersil.com



# Varázsszemes és félvezető mérőrezonátor

Dr. Simoncsics László okl. villamosmérnök,  
simoncsics@freemail.hu

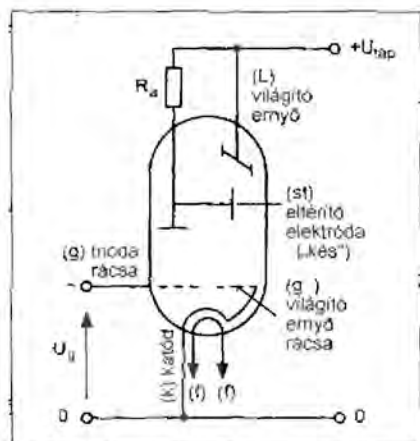
Alábbiakban két könnyen megépíthető, azonos elven működő, rezgőkörök rezonanciafrekvenciájának mérésére szolgáló műszert ismertetünk. Egyet azok kedvéért, akik szívesen építenek elektroncsöves berendezéseket, szeretik a varázsszemet, ezt a látványos elektronoptikai elven működő eszközt, a másikat pedig azoknak, akik jobban kedvelik a félvezetőket. A csöves berendezés hálózati, a FET-es telepes táplálású. A főbb alkatrészek a szerkesztőszéki HAM-bazárból beszerezhetők.

## Varázsszemes rezonátor

Az alábbi műszer több mint fél évszázada jelent meg a szakirodalomban, de méltatlanul feledésbe ment. Az alap gondolat egy triódás oszcillátor varázsszemes kijelzéssel [1], majd ennek egy egyszerűsített, csak egy EM4-et tartalmazó változata [2], később a korszerűbb EM80-nal volt olvasható [3].

### A varázsszem működése

Az idősebb olvasók számára ez ismert, de a fiatalabbak kedvéért röviden ismertetünk kell az elektronoptikai hangolásijelzők, más néven varázsszemek működését [4]. Ez az elektroncső egy



1. ábra. A varázsszem felépítése

triódával egybeépített egyszerű katódsugárcső, amely tartalmaz egy elektronbombázás hatására világító belső ernyőbevonatot (a fluoreszcens anyag többnyire cinkszulfid), egy eltérítő elektródát és egy triódát, amelynek az anódja

összeköttetésben van ezzel a – késnek nevezett – elektródával. A működés az 1. ábra alapján a következő.

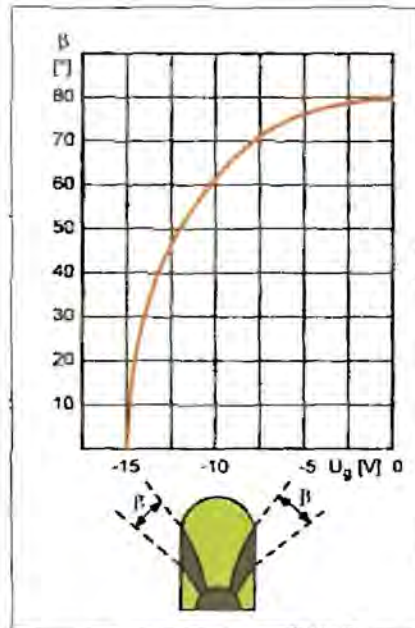
Az ernyő a teljes pozitív feszültségre van kötve, ezen annál szélesebb a kés által létrehozott árnyék, minél negatívabb annak feszültsége az ernyőhöz viszonyítva. A trióda anódkörében a gyártó által előírt munkaellenállás (0.1...1 M $\Omega$ ) van. Pozitív vagy nulla előfeszültségnél a trióda nyitva van, a kés közel katódpotenciálon, az árnyék a legszélesebb.

Növelve a negatív előfeszültséget, a kés egyre pozitívabbá válik, az árnyék egyre keskenyedik, amikor a trióda lezár, a világító terület a legnagyobb. Ez a feszültség a varázsszem érzékenységétől függően -5 és -20 V közé esik. Vannak kettős érzékenységű varázsszemek (EM4, UM4, EM11 stb.), ezekben két trióda és két kés van. Az egyik (érzékenyebb) trióda kb. -5V-nál, a másik kb. -15V-nál zár le. Csövünket ebben a tartományban tekinthetjük tehetetlenségmentes kijelzőnek.

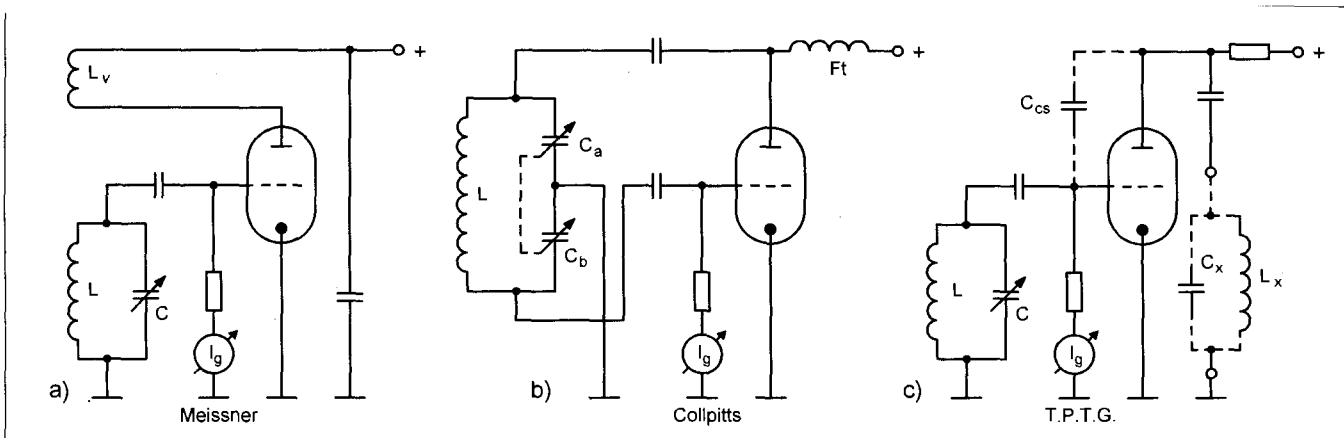
A hangolásijelzőket leginkább az árnyékszög-előfeszültség karakterisztika jellemzi, a modernebb típusokat (EM84, EM87) az árnyékesik-előfeszültség karakterisztika. A 2. ábrán az EM80 és az UM80 típusú csövekre adjuk meg ezt a görbét és az árnyékszög értelmezését.



A hangolásijelzésen kívül sokféle felhasználási területe volt a varázsszemeknek, a csöves magnetofonok kivezérléssjelzője mellett mindenféle műszerben, ahol csak minimumot vagy maximumot kellett indikálni. A színűveg EM71 (Lorenz) műszerekben történő alkalmazásának előnye, hogy az árnyékszög 130°-ra szétnyílik, ennél a



2. ábra. Az UM80 (EM80) árnyékszög-előfeszültség karakterisztikája



3. ábra. Oszcillátorkapcsolások

csőnél a világító ernyő rácса ( $g_L$ ) külön ki van vezetve, kívül kell a katóddal összekötni.

### Oszcillátorkapcsolások

Az elmúlt évtizedek folyamán jónéhány oszcillátorkapcsolást dolgoztak ki, amelyeknél a frekvenciát LC-, RC- vagy LR-elemek és/vagy rezgőkvarcok határozzák meg [5]. A továbbiak könnyebb megértése érdekében ezek közül hármat mutatunk be elektroncsöves változatban, annak előre bocsátásával, hogy a csövet, mint aktív elemet minden esetben lehet félvezetővel is helyettesíteni. Működését tekintve az elektroncsőhöz leginkább az n-csatornás záróréteges jFET hasonlít leginkább; a rácsnak a kapu (gate), a katódnak a forrás (source), az anódnak a nyelő (drain) felel meg.

Az oszcillátorok (rezgéseltők) működésének lényege, hogy az aktív elem által felerősített jelet a kimenetről (anód) visszavezetjük a bemenetre (rács) olyan mértékben és fázisban, hogy a folyamat (a rezgés) önfenntartóvá váljék. A rezgés frekvenciáját többnyire rezgőkör vagy rezgőkörök határozzák meg.

A 3. ábrán a sokféle oszcillátorkapcsolásból hármat látunk.

Az első a klasszikus *Meissner-oszcillátor*, ahol az  $L_v$  visszacsatoló tekerces segítségével tápláljuk vissza az energiát a rácskörben lévő rezgőkörbe. Amíg az oszcillátor nem rezeg, a rác nem kap negatív előfeszültséget, a be-rezgés után a rácfszültség negatív irányba tolódik el, olyan mértékben csökkentve automatikusan az erősítést, amennyi a stabil rezgés fenntartásához szükséges. A levezető ellenállással sor-

bakapcsolt műszeren ebből a negatív feszültségből adódó  $I_g$  folyik, amelynek nagysága arányos a rezgés amplitúdójával.

A második kapcsolás az ún. *Collpitts-oszcillátor*, amelynél a feszültségosztást az anód és a rác között kapacitív úton végzik. A rácskörben itt is az előbb említett folyamat játszódik le. A legtöbb mérőoszcillátorban (GDO) ezt a kapcsolást alkalmazzák.

A harmadik, a műszerünkben alkalmazott kapcsolást az irodalomban anódcsatolt vagy T. P. T. G. (tuned grid – tuned grid; hangolt anód – hangolt rác) oszcillátornak nevezik. Ez két rezgőkört tartalmaz, amelyek nincsenek csatolásban egymással. A be-rezgés akkor jön létre, ha az anód és a rácskörben lévő rezgőkörök azonos frekvenciára vannak hangolva, a visszacsatolást a cső anód-rács kapacitása biztosítja. A rác akkor a legnegatívabb, a műszer kitérése a legnagyobb, amikor a két frekvencia pontosan egyezik.

### A GDO és a rezonátor összehasonlítása

Kis műszerünk működését és előnyeit úgy tudjuk legjobban megmagyarázni, ha összehasonlítjuk azt a sokkal ismeretesebb és bővebb irodalommal rendelkező mérőoszcillátorral (GDO: grid-dip oscillator). Csak a Rádiótechnikában 12 közleményt számoltam meg az első ismertetés [6] után. A GDO lényegében egy aktív abszorpciós hullámmérő. Az előbb említett Collpitts-oszcillátor rácslivezető ellenállása és a föld közé egy érzékeny műszert kapcsolunk, ahogyan a 3.b ábrán látható, de lehet természetesen varázsszem is. Amennyiben az oszcillátor rezgőköréhez egy

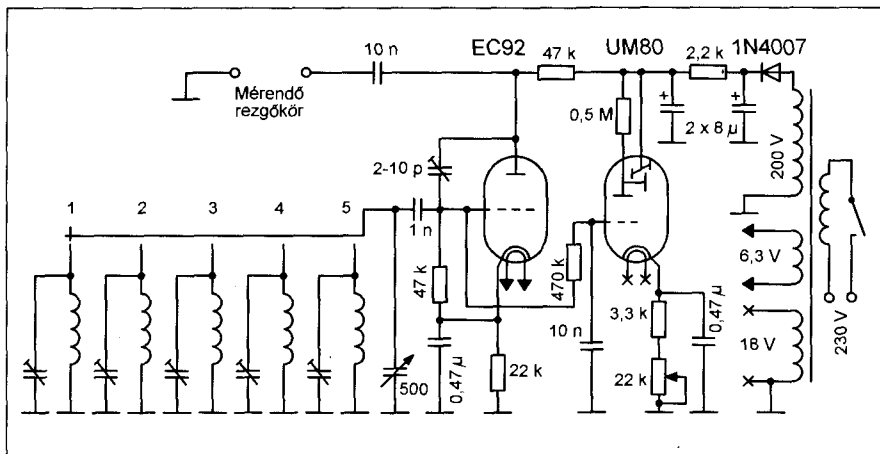
másik rezgőkört közelítünk, amelynek önfrekvenciája egyezik annak rezgési frekvenciájával, a rezgőkör energiát von el a grid-dip mérőoszcillátorából, amit a műszer kitérésének csökkenése jelez. Ezzel az eszközzel tetszőleges rezgőkör önfrekvenciáját meg tudjuk mérni. Pontos fix kapacitások alkalmazása mellett alkalmas induktivitás, pontos induktivitások mellett kapacitás mérésére, továbbá az anódfeszültség lekapcsolása esetén használható (passzív) abszorpciós hullámmérőnek is.

Emellett vannak hátrányai is, amit csak azok ismernek, akik sokat mértek már GDO-val. A kijelzés és a frekvenciamérés pontossága erősen függ a két rezgőkör közötti csatolástól. A csatolásnak egyrészt lazának kell lennie, különben a mért rezgőkör elhangolja az oszcillátor rezgőkörét, másrészt, ha túl nagy a távolság, nem észlelünk kellően éles minimumot. A méréshez többnyire el kell távolítani a rezgőkör árnyékoló buráját, amit nem minden esetben tehetünk meg.

Az anódcsatolt oszcillátornak az előnye, hogy nem kell a két rezgőkört csatolásba hozni, az árnyékoló burát eltávolítani, egyszerűen rövid kábellel rácslakozunk a vizsgált rezgőkör kivezetéseire, majd megkeressük a rezonanciafrekvenciát.

### A műszer felépítése

A műszer kapcsolási rajza a 4. ábrán látható. Megépíthető egyetlen elektroncsővel, csak a varázsszemmel is; a külön oszcillátoros konstrukciónak az az előnye, hogy a műszer érzékenysége szabályozható, így tetszőleges varázsszemmel elkészíthető. Ismerve az EM4 és az EM80 típusok beszerzési nehéz-



4. ábra. A varázsszemek rezonátor kapcsolási rajza

ségét, a választás az UM80-ra esett, amelynek paraméterei azonosak az EM80-éval, de 18 V fűtőfeszültséget igényel. Kipróbáltuk EM4, EM71, EM84, EM87 varázsszemekkel is (ebből adódik a mintakészüléken a felelős varázsszem-ablak).

Az oszcillátorcső a miniatűr, közepes meredekségű EC92 trióda. A belső rezgőkör a rácskörben helyezkedik el, a mérhető frekvenciatartomány a szokványos AM-hangolóoszcillátorok tartománya (100 kHz ... 30 MHz). Öt sávra osztottuk fel ezt a tartományt, az éppen aktuálisat egy fokozatkapcsoló választja ki. A kísérleti berendezést egy roncs Servotest szignálgenerátor előlapjának felhasználásával készítettük el, mert ennek eredeti skáláját fel lehetett használni a VT gyártmányú kettős-forgó egyik felének alkalmazása esetén (a forgó képe és adatai megtalálhatók a [7]-ben). A skála rajzát az 5. ábra mutatja.

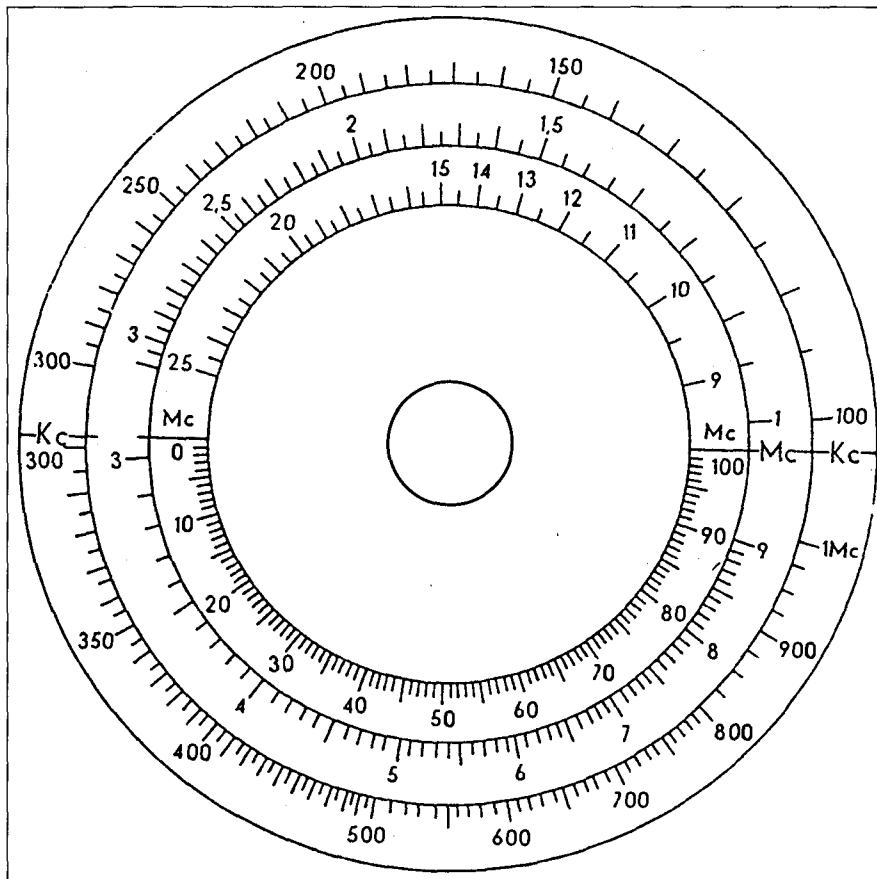
Az egyes sávokhoz tartozó tekercek adatait az 1. táblázat tartalmazza. A tekerceket 6 mm átmérőjű menetes ferritmagokkal hangolt csévetestekre készítjük el. Ügyeljünk a színjelzésre, mert egy alacsonyfrekvenciás mag használata nagyobb frekvencián meg hiúsíthatja a mérést. A színjelzés nélküli, sötét fekete mangán-ferritek csak kb. 1,5 MHz-ig, a barnás színű nikkel-ferritek magasabb frekvenciáig használhatók. A 2. táblázatban a leggyakrabban előforduló KÓPORC gyártmányú magok színjelzését és felső határfrekvenciáját adjuk meg (a Siemens cég a Siferrit nevű magoknál hasonló színjelzést alkalmazott). Ismeretlen magok használhatóságát csak Q-mérővel tudjuk megállapítani [8]. A behan-

golást segítik a 10...40 pF értékű kerámia trimmerok.

A mérendő rezgőkör az anódkörbe van kapcsolva az anódfeszültséget leválasztó kondenzátoron (10 nF) keresztül. Az anód és a rács között elhelyezkedő kondenzátor alacsonyabb frekvencián a berezgést segíti elő, erre leginkább 100 kHz tájékán van szükség. Az EC92 katódkörében lévő ellenállás szerepe, hogy rezgés nélkül (kb. 2,5 mA folyik a triódán) megemelve a katód, s ezzel együtt a rács potenciálját kb. 55 V-ra. Váltóáramú szempontból a katód természetesen földpotenciál van. Az UM80 egyenáramú csatolásban áll az oszcillátorcső rácsával; amikor tehát létrejön a berezgés feltétele,

1. táblázat. A nagyfrekvenciás tekercek adatai

	Frekv. tartomány	Induktivitás	Menetsz.	Huzal	Megjegyzés
1.	100 kHz – 300 kHz	6 mH	600	Ø0,1 mm	kereszttekercs
2.	300 kHz – 1 MHz	0,6 mH	195	10 × 0,05 mm litze	kereszttekercs
3.	1 MHz – 3 MHz	60 μH	60	10 × 0,05 mm litze	kereszttekercs
4.	3 MHz – 9 MHz	6 μH	25	Ø0,3 mm	egysoros
5.	9 MHz – 30 MHz	0,6 μH	5	Ø0,6 mm	egysoros



5. ábra. A műszer skálája



## 2. táblázat. A nagyfrekvenciás ferritmagok színjelzése

Típus	Színjel	Határfrekvencia
N200	zöld	2 MHz
N100	lila	5 MHz
N50	szürke	20 MHz
N20	kék	40 MHz
N10	sárga	100 MHz

az EC92 rácsfeszültsége 15...20 V-tal csökken, a varázsszem rácsa a katódhoz képest negatív feszültségre kerül, amit az árnyék összezsugorodása jelez. A katódkörben lévő potenciométerrel az érzékenységet szabályozhatjuk.

Mivel hálózati transzformátort is magában foglaló, csöves berendezésről van szó, fel kell hívnunk a figyelmet a munka során fellépő áramütés veszélyére. Kettős szigetelés alkalmazásával oldjuk meg az érintésvédelmet! A hálózati transzformátort 4 cm<sup>2</sup> keresztmetszetű vasra készíthetjük el. A biztonság kedvéért a csévetest legyen két-rekeszes, egyik rekeszbe a primer, a másik rekeszbe a szekunder tekercsek kerülnek. A transzformátor tekercsadatait a [9] alapján a 3. táblázatban adtuk meg.

A műszer kivitelezése, az alkatrészek elhelyezése nem kényes. A mérendő rezgőkör kivételét banánhüvelyekre hozhatjuk ki. Lehetőleg rövid, krokodilcsipeszben végződő mérőszinórokat alkalmazunk!

### A műszer élesztése

Amennyiben a varázsszem kellő fénnel világít, az anódfeszültség megfelelő. A működőképességet kipróbálhatjuk a behangolás előtt is. Az oszcillátor rezgési amplitudója függ a frekvenciától és a rezgőkörök jóságától. Ahhoz, hogy kellő pontossággal meg tudjuk határozni a rezonanciafrekvenciát, nem szabad a varázsszemnek a

lezárásnál nagyobb negatív feszültséget kapnia, ugyanakkor a legjobb az indikálás a közel összezsugorott állapotban. A műszer érzékenyebb, ha nagyobb a katódellenállás, de túl nagy ellenállás esetén összezsugorodhat a varázsszem rezgés nélkül is. Eltérő értékű potméter használatára akkor lehet szükség, ha nem a mintakészülékben alkalmazott triódát vagy hangolásjelző csövet építettünk be, de módosíthatjuk a trióda katódkörében lévő ellenállást is.

Az 1. és 2. fényképen a mintapéldány előlapját, ill. a felhasznált forgókondenzátort látjuk. A jobb oldali kapcsoló a méréshatárváltó, a bal oldali nincs felhasználva, a középső gomb az érzékenységszabályzó.

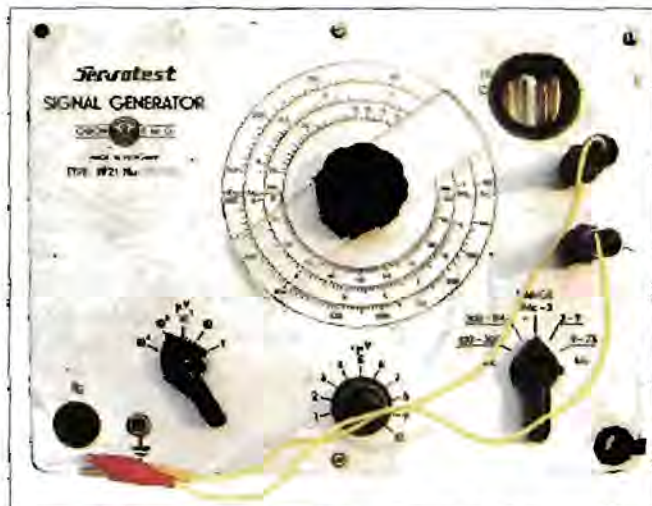
### Rezonátor félvezetőkkel

Az előbb ismertetett rezonátort elkészíthetjük félvezetőkkel is, ami egyben a telepről történő áramellátást is lehetővé teszi. A megvalósításra a legalkalmasabbak a tervezérlésű tranzisztorok, amelyek tulajdonságai minden félvezető közül a leginkább hasonlítanak az elektroncsövekéhez.

### Záróirányú tervezérlésű tranzisztorok (jFET-ek)

Anélkül, hogy a részletekbe belemennénk, néhány gondolat a FET-ekről.

A záróirányú FET-ek záróirányú feszültséggel vezérelt félvezető ellenállások. A 6. ábra planár technológiával kialakított n-csatornás jFET-struk-



1. fénykép. A varázsszemes műszer előlapja

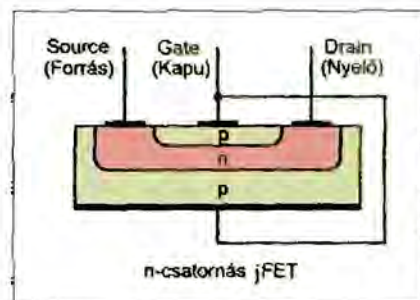


2. fénykép. A felhasznált VT forgókondenzátor

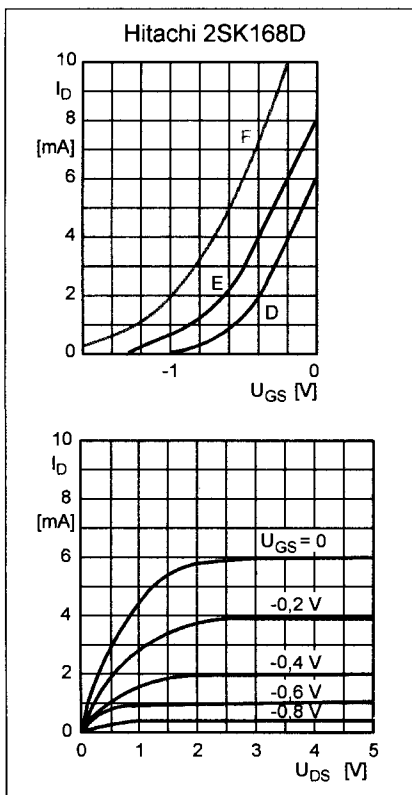
túrát mutat be. A p-típusú szilíciumban diffúzióval létrehozott csatorna két végén helyezkedik el a két kontaktus, a source (forrás) és a drain (nyelő). A gate (kapu) a szintén diffúzióval kialakított p-n átmenet p-típusra szennyezett elektródája. Amennyiben az átmenetre záróirányú feszültséget kapcsolunk, a kiüritett réteg elzárja a drain-source csatornát, így csökkenti annak áramát. A vezetésben kizárólag többségi töltéshordozók vesznek részt (n-csator-

## 3. táblázat. A hálózati transzformátor adatai

Tekercs	Feszültség	Menetszám	Áram	Huzal Ø
Primer	230 V	2460	33 mA	0,12 mm
Szekunder 1.	200 V	2360	20 mA	0,1 mm
Szekunder 2.	6,3 V	75	0,15 A	0,3 mm
Szekunder 3.	18 V	213	0,1 A	0,25 mm



6. ábra. Az n-csatornás jFET struktúrája



7. ábra. A 2SK168 típusú FET karakterisztikái

nás FET-ek esetén elektronok), ezért nevezzük ezeket unipoláris tranzisztoroknak. A FET-ek, hasonlóan az elektroncsövekhez, nagy bemenőellenállással rendelkeznek, így a vezérlésük nem igényel teljesítményt [10 és 11].

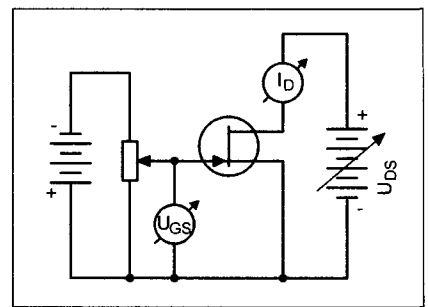
A 7. ábrán láthatjuk a készülékben felhasznált Hitachi 2SK168 típusú, nagyfrekvenciás jFET karakterisztikáit. A felső mutatja a draináramot a gate-source zárófeszültség függvényében, az alsó ugyanezt a drain-source

feszültség függvényében, paraméter a gate előfeszültsége [12].

A FET-ek felhasználásánál a legfőbb kifogás a paraméterek gyártásból eredő szórása. Ezért a gyártók a legtöbb típusnál alcsoportokat, szortimenteket képeznek, amelyekben belül már lényegesen kisebb a szórás. Mi a kisebb áramú „D” csoportot választottuk. Az alsó görbeseregéből látható a telítési tartomány (az ún. „pentóda karakterisztika”), vagyis az  $U_{DS}$  feszültséget egy bizonyos érték fölé növelve, már gyakorlatilag nem növekszik a nyelőáram. A D-vel jelölt görbétől leolvashatjuk a meredekséget, vagyis a drain-áram változását az  $U_{GS}$  feszültség függvényében. Ennek értéke  $U_{GS} = 0$  V tartományban 8...10 mA/V értékű, amely megfelel egy korszerű trióda meredekségének.

Amennyiben a felhasznált FET-ről nem áll rendelkezésünkre karakterisztika, a következő méréseket célszerű elvégezni (8. ábra). Lemérjük a tranzisztorok draináramát  $U_{GS} = 0$  V feszültségnél (alcsoport jelölés nélküli példányoknál nagy szórásra számíthatunk), a zárófeszültséget, a  $-U_{GS}$  feszültséget addig növeljük, amíg az  $I_D$  áram nulla nem lesz. Amennyiben alacsony telepfeszültséggel kívánjuk működtetni műszerünket, célszerű megkeresni azt az  $U_{DS}$  feszültséget, amelynél az  $I_D$  áram csökken (rezisztív tartomány), hogy ennél alacsonyabb feszültség még használt telep esetén se lépjen fel.

Az n csatornás jFET-eknél a szükséges negatív előfeszültséget – az elektroncsövekéhez hasonlóan – a source-körben elhelyezett ellenállással állítjuk be. Ennek értéke a munkaponti



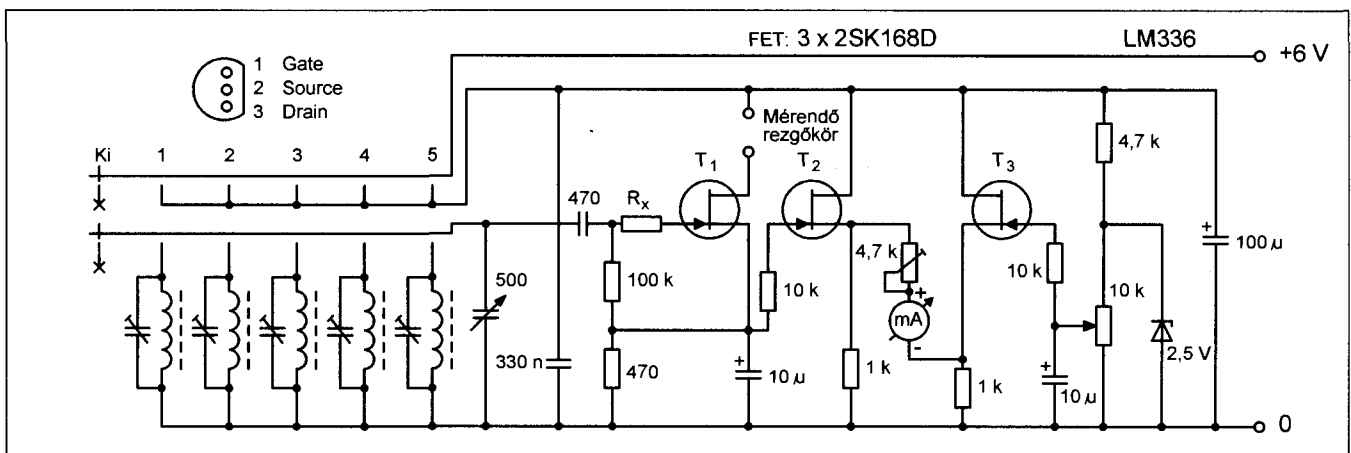
8. ábra. Ismeretlen karakterisztikájú FET adatainak mérése

előfeszültség és draináram értékéből számítható.

### A műszer felépítése

A kapcsolási rajzot a 9. ábrán láthatjuk. A  $T_1$  FET az oszcillátor, a  $T_2$  és a  $T_3$  a szokványos source-követő egyenfeszültség-mérő. Az oszcillátor működése teljesen azonos az elektroncsöves kivittel. Amennyiben ott anódcsatolt vagy T. P. T. G. (hangolt anódú, hangolt rácsú) oszcillátorról beszéltünk, akkor itt „nyelőcsatolt” vagy T. D. T. G. (tuned drain – tuned gate: hangolt nyelő – hangolt kapu) oszcillátort kell mondanunk, bár ilyen elnevezéssel az irodalomban nem találkoztam. (Összefoglalóan a csöves és tranzisztoros oszcillátorok kapcsolásait a [13] közli.)

A csöves és a FET-es oszcillátor felépítése is azonos, csak míg a triódánál az anódkörben egy 20 k $\Omega$ -os ellenállás volt, s ezzel kapcsolódott párhuzamosan a mérendő rezgőkör, addig ez a megoldás a telepes műszernél – az alacsony tápfeszültség miatt – nem alkalmazható. Kiseb munkaelenállás pedig annyira terhelné a rezgőkört,



9. ábra. A félvezetős rezonátor kapcsolási rajza



hogy nem jöjjön létre a berezgés. Ezért a mérendő rezgőkört itt közvetlenül a drainkörbe kell kapcsolni.

A berezgés nélküli állapotban az előfeszültség nulla. A source-körben levő 470  $\Omega$ -os ellenálláson (nem azonos az előbb említett előfeszültség-beállító ellenállással) kb. 2,5 V feszültség esik. Amennyiben az oszcillátor berezgek, a draináram csökken, ezt érzékeli a FET-es voltmérő. Ennek kapcsolása a szokásos differenciálerősítő, ahol a műszer a source-körben van elhelyezve. A differenciálerősítő második tranzistorjának gate-feszültségét stabilizálni kell, hogy a nullpont a telepfeszültség csökkenésével ne változzék. Erre szolgál az LM336 típusú integrált áramkör. A voltmérő kijelzését célszerű minimum-indikálásra beállítani, vagyis berezgés nélküli állapotban a műszerskala végkitérésénél lévő jelzésre mutat. Beregzett állapotban a mutató balra kitér, a kitérés függ a frekvenciától és a rezgőkör jóságától.

### A műszer elkészítése

A műszer a teleppel együtt elfér egy 150 x 110 x 85 mm méretű dobozban. A skála átmérőjét 80 mm-re készíthetjük. A doboz kialakítása tetszőleges, de a tekercsek hangolhatósága miatt a hátlapot célszerű levehetőre kiképezni. A felhasznált tekercsek, forgókondenzátor és skála azonosak a varázsszemes rezonátorban alkalmazottal.

Amennyiben nem a cikkben előírt FET-et alkalmazzuk, célszerű a műszert deszkamodellben elkészíteni, majd azon az ellenállásértékeket kikísérletezni. A skálát fénymásolóban kicsinyítéssel állítjuk elő. A műszer 1 mA alapérzékenységgű, M-4231 típusszámú, kisméretű indikátor. A Kontakta gyártmányú, ún. „óragyán” fokozatkapcsoló hatátlású, kétáramkörös. A skálamutató a forgatógombra hátulról felcsavarozott plexilemezbe van bekarcolva.

Az előlap háromrétegű. A műszerdoboz előlapjára csavarozzuk a fokozatkapcsolót és távtartóval a forgókondenzátort. Erre ragasztjuk rá a papírskálát, amelyet egy vékony plexilap takar. Legfelül van a díszelőlap, ez egy festett, feliratokkal ellátott alulemez, amelyet a jobb oldalon díszcsavarok, a bal oldalon a műszer és a kivezető banánehüvelyek szorítanak le. A frekvenciahatárokat nem szükséges a fokozatkapcsoló állásaihoz feltüntetni, ha a

megfelelő skálákat számozással látjuk el. A műszer célszerű belső elrendezését a 3. fényképen láthatjuk.

A műszer olyan egyszerű, továbbá olyan sok „nem nyákvitellő” alkatrészt használunk fel (tekercsek, trimmereket, forgó, külső műszer és fokozatkapcsoló), hogy nem célszerű nyákvitellőket készíteni.

Az alkatrészeket elhelyezzük egy 65 x 90 mm méretű, 1,5...2 mm vastag bakelitlemezen, a forrasztási pontokban csőszegésekre. Az alkatrészeket az egyik, az összekötő vezetőket a másik oldalon forrasztjuk be. A bakelitlemezt a fokozatkapcsoló távtartóira rögzítjük. A mérendő rezgőkör melegpontját (a tranzisztor felőli oldal) piros banánehüvellyel jelöljük.

### A műszer beállítása

A mintakészülékben 6 V-os telepet használtunk, de ettől el lehet térni. Az élesítéshez a mérendő rezgőkört kivezetéseit rövidre zárjuk. A  $T_1$  tranzisztor kapufeszültségét úgy szabályozzuk, hogy a műszer mutatója a skála végpontjához közeli jelzésre álljon. Egy jó minőségű rezgőkör segítségével minimumot indikálunk, a műszerrel sorbakapcsolva potmétert úgy állítjuk be, hogy a kitérés ne menjen a nullpont alá, ezután ismétljük meg az előző beállítást. Amennyiben a vizsgált rezgőkör tekercse szakadt, a műszer a nullpont-



3. fénykép. A félvezetős műszer belső felépítése

tól balra tér ki. Több különböző rezgőkör mérésével ellenőrizzük, hogy a fokozatkapcsoló magasabb frekvenciájú állásában nem lép-e fel hamis „ultragorjedés”. Ennek meggátolására szolgál a  $T_1$  kapuelektrodjával sorbakötött, R<sub>1</sub> jelzésű (kb. 100  $\Omega$ -os) ellenállás. Ezt az ellenállást csak szükség esetén alkalmazzuk, mert magas frekvencián megakadályozhatja az oszcillátor berezgését.

### A kétféle műszer összehasonlítása

Mindkét műszernak vannak előnyei. A varázsszemesnek az érzékenység állítási lehetősége, valamint hogy nem kényes az elrendezésre. A félvezetősnek a hordozhatóság, a kisebb méretek és az alacsony tápfeszültség. Az utóbbinál nagyobb figyelmet kell fordítanunk az elrendezésre, a felhasznált tekercsek jóságára, a vezetőkek hosszára, különben a rosszabb minőségű rezgőkörök mérésénél sokszor alig észlelhető kitérést kapunk.

### Felhasznált, ill. javasolt irodalom:

1. Szabados Mihály: Varázsszem-rezonátor. (RFT, 1949. november)
2. Szabados Mihály: Varázsszem-rezonátor – egy csővel. (RFT 1951. február)
3. Király István: Varázsszemes rezonátor. (RT 1967/9.)
4. Hrabál László: A százaróú varázsszem. (MHSz Rádióamatőr füzetek 45. 1962.)
5. Magyar Béla: Rádióamatőrök zsebkönyve, 3. kiadás. (MK Budapest 1967.)
6. Proh Zoltán és dr. Radnai László: Mi a grid-dip oszcillátor és mire használható? (RT 1955/1.)
7. Póth Pál: Híradástechnikai alkatrészek. (RT EK 1969., VT forgókondenzátorok)
8. Hídvégi Tibor: Vasmagos tekercsek méretezése. (RT EK 1970.)
9. -ölbété: Hálózati transzformátorok számítása. (RT 1969/3-5.)
10. S. Tóth Ferenc főszerk. Rádió és televízió műszaki alapismeretek kézikönyve. (MK 1983.)
11. Texas FET receptek. (MK 1981.)
12. Hitachi gyári adatlap
13. Magyar Béla: Rádiótechnikai zsebkönyv. (MK 1975.)
14. Stefanik Pál: Varázsszemes nosztalgia-műszerek. (Rádiótechnika Évkönyve 2003)



# Tértöltésrácsos elektroncsövek és helyettesítésük

Dr. Simoncsics László okl. villamosmérnök, [simoncsics@freemail.hu](mailto:simoncsics@freemail.hu)

Azok figyelmébe ajánlom az alábbi cikket, akik nosztalgiából szeretnének építeni telepes csöves készüléket, vagy ezáltal kívánnak megismerkedni az elektroncsövekkel, de nem szívelik a magas anódfeszültséget. Ismertetésre kerül a kétrácsos csöveknek egy érdekes tulajdonsága, amely miatt feltétlenül érdemes velük kísérletezni.

Walter Schottky, a berlini Siemens & Halske kutatója már 1915-ben készített kétféle tetródát. A kétrácsos (más néven: tértöltésrácsos) csőnél a katódhoz közelebbi rácstra adott pozitív feszültséget, s a második rácst volt a vezérlőrács. A másik tetródát árnyékoltrácsos csőnek hívták, ennél a pozitív rácst a vezérlőrács és az anódelemez között helyezkedik el, miáltal az anód-rács kapacitás jelentősen csökken. Az utóbbi tetróda felhasználása csak a húszas évek végén terjedt el.

1925 és '30 között a szakirodalom bőségesen foglalkozott a kétrácsos csövekkel [1], hiszen a hálózati táplálású készülékek megjelenése előtt a rádió-

1. táblázat. A kétrácsos elektroncsövek összefoglaló jellemzői

Gyártó	Típus	$U_f$ [V]	$I_f$ [A]	$U_a$ [V]	$I_a$ [mA]	$U_{g1}$ [V]	$U_{g2}$ [V]	S [mA/V]	Megjegyz.
Tungsram	MR 5	1,8	0,15	12	1,5	12	-	0,3	Tórium
Tungsram	MR 51	3,5	0,06	12	1,5	12	-	0,3	Tórium
Tungsram	DG 107	1,3	0,07	2-20	1	2-20	-	1	Bárium
Tungsram	DG 407	4	0,07	2-20	1	2-20	-3	1	Bárium
VATEA	DGP 3	3,5	0,06	4-15					Tórium
VATEA	DX 106	1,3	0,06	2-20	1	2-20	-	1	Bárium
Philips	B VI	1,7	0,15	2-10	1,25	2-10	-	0,3	Tórium
Philips	A 141	1,3	0,08	2-20	1,5	2-20	-3	1	Bárium
Philips	A 441	4	0,08	2-20	1,5	2-20	-3	1	Bárium
Telefunken	RE 82	3	0,07	4-12	5	4-12	-	0,45	Tórium
Telefunken	RE 074 D	4	0,08	16	2,4	16	-1,5	0,8	Bárium

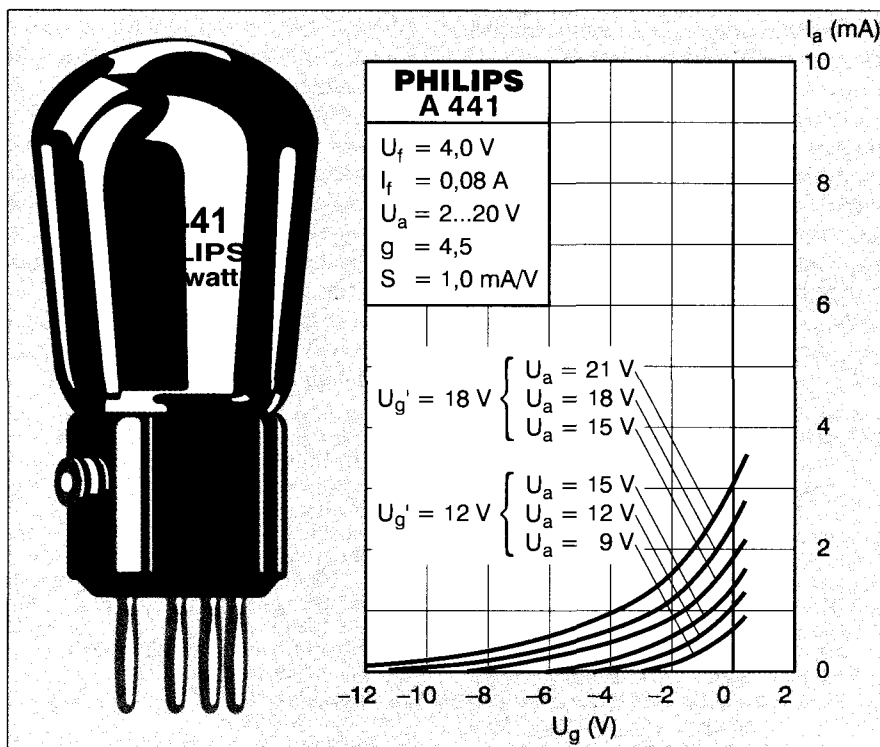
zás legfőbb problémája a csövek fűtő- és anódáram-ellátását biztosító akkumulátorok és telepek voltak. A fűtőáram-fogyasztást a tóriumos volfrám fűtőszálú takarékcsővek, majd a báriumcsövek alkalmazásával sikerült leszorí-

tani, de a végerősítő triódák a hangszórók működtetéséhez igényelték a 90...120 V anódfeszültséget. Ezért voltak népszerűek – különösen a rádióépítő amatőrök körében – a kétrácsos csövek, mert ezekre a katalógusok 2...20 V anódfeszültséget adtak meg, ezt néhány laposelem felhasználásával lehetett biztosítani.

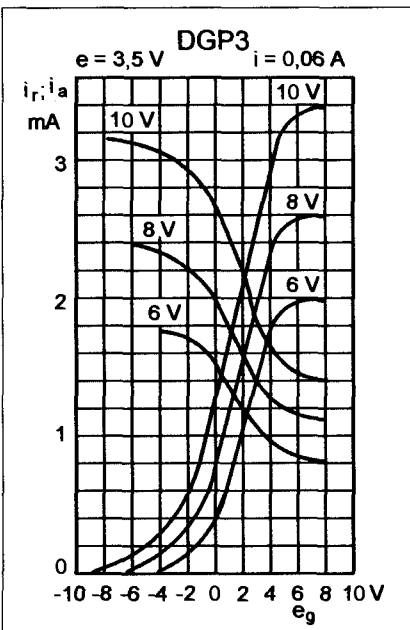
Az ismertebb kétrácsos csövek adatait az 1. táblázatban szemléltetjük. A statikus adatoknál lényegesen többet mondanak azok a karakterisztikák, amelyek az anódáramot és a tértöltésrács-áramot mutatják a vezérlőrács-feszültség függvényében. A korabeli reklámokból vettük a Philips A 441 és a VATEA DGP 3 típusú elektroncső karakterisztikáit (1. ábra és 2. ábra). Az utóbbinál megfigyelhetjük, hogy a vezérlőfeszültséget negatívól pozitív irányba változtatva az anódáram ( $I_a$ ) emelkedik, míg az első rácst árama ( $I_f$ ) csökken.

## A kétrácsos csövek működése

A kétféle tetróda konstrukciója egymástól lényegesen eltérő. Az árnyékoltrácsú csöveknél (a mai pentóda elődje) a katódhoz közeli vezérlőrács sűrű tekerceselű és az árnyékoló rácst ritka. Így érhető el nagy meredekség és erősítés. A kétrácsos csöveknél a belső,



1. ábra



2. ábra

ún. tértöltésrács ritka, s a második, a vezérlőrács sűrű tekercselésű.

A működési elv röviden a következő: a katódtól távoli és alacsony feszültségű anód nem képes az elektronokat kellően eltávolítani a katód közeléből, ezért ott elektronfelhő, ún. tértöltés alakul ki. A pozitív feszültségű első rács elsődleges szerepe, hogy felgyorsítsa ezeket az elektronokat, megnövelve az anódiáramot, amelyet már a szokásos módon vezérel a második rács. Természetesen az első rácsra adott feszültséggel is vezérelhetjük az anódiáramot, hogy milyen módon, azt a karakterisztikák felvétele után fogjuk megvizsgálni.

### Helyettesítő típus, amely manapság is hozzáférhető

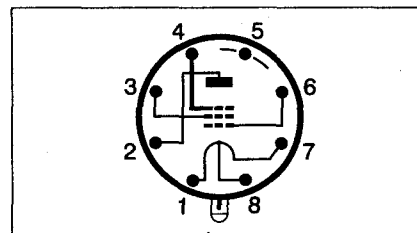
Gyűjtőtársunk, Nagy Attila szívós munkával talált egy orosz telespes pentódát, amelyet lehet kétrácsos csőként alkalmazni [2]. Az elektroncső a Rádiótechnika HAM-bazárjában kapható. A továbbiakban ennek a csőnek a karakterisztikáját és felhasználási lehetőségeit ismertetjük.

A 4P1L (az eredeti cirill írással: 4Н1Л) típusjelzésű cső egy nagyáramú telespes végpentóda, a lóktálfej lábkiosztását a 3. ábra mutatja. A fűtőfeszültség 4 V az 1. és a 7. kivezetés között, 2 V a 8. és a közösített 1. és 7. kivezetés között, de lehet csak a fél fűtőszálát is használni. (A Magyariféle Elektroncső-atlaszban megtaláljuk

az eredeti cső katalógusadatait, de a fejbekötést hibásan az oktál csövek közé sorolva.) A kétrácsos csőként való felhasználhatóság szempontjából fontos tulajdonságai: közvetlen fűtésű, a fékezőrácsa külön ki van vezetve és eléggé sűrű tekercselésű ahhoz, hogy vezérlőrácsként lehessen használni. A pentódából úgy lesz kétrácsos cső, hogy a vezérlőrácsot a katóddal kötjük össze, a segédrács lesz a tértöltésrács (a továbbiakban:  $g_1$ ) és a fékezőrács lesz a vezérlőrács (a továbbiakban:  $g_2$ ).

### A helyettesítő típus karakterisztikái

A 2. táblázatban megadtuk az orosz végpentóda különböző anód- és tértöltésrács-feszültségeknél mért adatait, mint kétrácsos csőt. A táblázatból látható, amit már előbb is említettem, hogy az előfeszültség változtatásával az egyik áram nő, a másik szinte azonos mértékben csökken. Az anód és a tértöltésrács áramának összege egy beállított feszültségpáros mellett körülbelül azonos. Ennek oka az anód és a tértöltésrács közötti árammegoszlás, vagyis amilyen mértékben csökken az anódiáram a vezérlőrácsra adott előfeszültség növekedése miatt, ugyanolyan mértékben emelkedik az első rács árama.



3. ábra

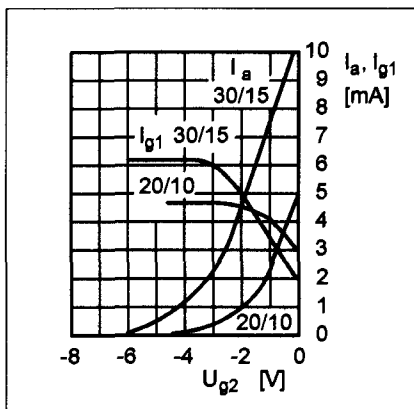
A 4. ábrán látható karakterisztikáiban nem vettük fel az összes mért adatot, mert akkor az áttekinthetetlené vált volna, de az adatok alapján mindenki megjajzolhatja az általa alkalmazni kívánt feszültségértékekre. Láthatjuk, hogy növekvő anódfeszültség-értékeknel az  $I_a$  karakterisztika balra tolódik és a 0 vezérlőfeszültség közelében mért egyenes szakasz hosszabbá válik. Az  $I_{g1}$  karakterisztika nagyobb negatív előfeszültségnél telítési értéket vesz fel, ennek nagysága csak az  $U_{g1}$  feszültségtől függ, az anódfeszültségtől nem.

### A csövek felhasználása

A legtöbb esetben konstans pozitív  $U_{g1}$  feszültséget adunk a belső rácsra. Hogy ne legyen túl nagy a tértöltésrács fo-

2. táblázat. A helyettesítő cső mérési adatai kétrácsos csőként alkalmazva

$U_a$ [V]	$U_{g1}$ [V]	$-U_{g2}$	0 V	1 V	2 V	3 V	4 V	5 V	6 V	7 V
30	30	$I_a$ [mA] = $I_{g1}$ [mA] =	15 4,5	13 5,5	9,5 7,5	6 8,5	3,8 9,6	2 10,5	1 11,5	0,3 11,5
30	20	$I_a$ [mA] = $I_{g1}$ [mA] =	12,5 2,6	9,5 4,1	6 6	3,6 7	1,8 7,8	0,8 8,2	0,3 8,2	
30	15	$I_a$ [mA] = $I_{g1}$ [mA] =	10,6 2	7,5 3,4	4,6 5	2,5 6	1,2 6,2	0,4 6,2		
20	20	$I_a$ [mA] = $I_{g1}$ [mA] =	7,8 4,7	4,6 6,2	2,4 7,4	1 8	0,4 8,1			
20	15	$I_a$ [mA] = $I_{g1}$ [mA] =	6,2 3,8	3,4 5,2	1,6 6	0,6 6,2				
20	10	$I_a$ [mA] = $I_{g1}$ [mA] =	5 3	2,4 4	1 4,4	0,3 4,5				
15	15	$I_a$ [mA] = $I_{g1}$ [mA] =	4 5	1,8 6	0,7 6,2	0,2 6,2				
15	10	$I_a$ [mA] = $I_{g1}$ [mA] =	3,2 3,6	1,2 4,4	0,4 4,6					
15	5	$I_a$ [mA] = $I_{g1}$ [mA] =	2,5 2,2	1 2,6	0,2 2,8					
10	10	$I_a$ [mA] = $I_{g1}$ [mA] =	1,8 4,4	0,6 4,6	0,2 4,7					
10	5	$I_a$ [mA] = $I_{g1}$ [mA] =	1,4 2,4	0,4 2,8	0,1 2,8					

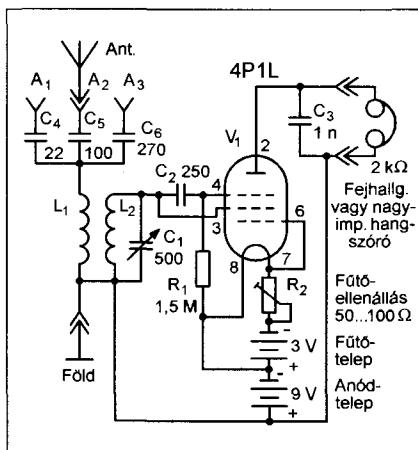


4. ábra

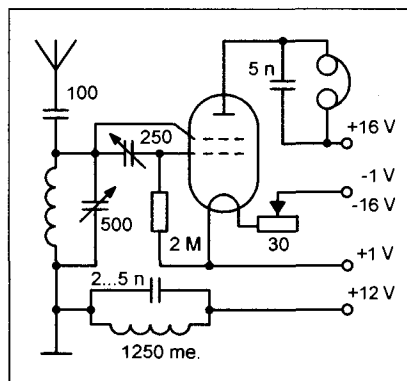
gyasztása, célszerű az anódfeszültség felét beállítani. Ez volt a leggyakoribb felhasználás, mert szinte minden triódára kidolgozott kapcsolást lehetett így alkalmazni [3]. Végerősítőnek történő felhasználásnál az  $U_a = 30$  V és  $U_{g1} = 15$  V beállítás javasolható  $-2$  V előfeszültség mellett, a legnagyobb meredekség  $3$  mA/V. Előerősítő vagy fejhallgató vétel esetén  $20/10$  V beállítás és  $-1$  V előfeszültség mellett a meredekség  $2,5$  mA/V. Ez lényegesen jobb, mint az ismertett kéttrácscsövek meredeksége. Az előfeszültséget úgy is biztosíthatjuk, hogy a rácslévezető-ellenállást a fűtőszál negatív oldalához kötjük, audion kapcsolásban a pozitív oldalhoz, vagy a két fűtésvezeték közötti néhány kiloohmos potenciométer csúszkájához.

A kéttrácscsövek felhasználásának másik lehetősége az ún. *kettős ve-*

*zérítés*, amikor nem konstans pozitív feszültséget kapcsolunk a belső rácra, hanem megfelelő polaritású vezérlőjelet, ami által növelni tudjuk a cső erősítését. A jel lehet hangfrekvenciás, ennek egyik első példája volt a „Duovox” kapcsolás [4], ahol az anódkörben lévő hangfrekvenciás transzformátor primerkereséről az anódfeszültséggel ellentétes fázisú jelet vezettek a tértöltésrácsra; de lehet nagyfrekvenciás, mint ahogy az ún. „Negadyn” kapcsolásokban történik. Ennek – Nagy Attila által a 4P1L típusra alkalmazott – változatát láthatjuk az 5. ábrán. A kapcsolás érdekessége, hogy visszacsatoló-tekercs nélküli audion. A visszacsatolás a tértöltésrácsról történik a rezgőköri tekercs felhasználásával. A visszacsatolást a fűtőköri ellenállással állíthatjuk be.



5. ábra



6. ábra

A 6. ábrán bemutatjuk az előző nevőnek a Tolnai Világlapja által Philips A 141 vagy Tungstam DG 107 csővel közölt szuperregeneratív változatát.

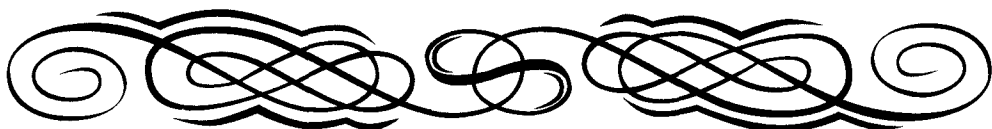
Jó kísérletezést kívánok mindenkinek!

**Felhasznált irodalom:**

1. Mittelmann Jenő: A kéttrácscsöves lámpák (Rádió Amatőr 1927. május)
2. Nagy Attila: Érdekes kísérlet a „Negadynnal” (Nosztalgia Rádió Hírújság 2003. február)
3. -h. -l.: Kéttrácscsöves csövek (MRU 1926/47. Változatlan formában közölte a Nosztalgia Rádió Hírújság, 2002. december)
4. Czy.: „Duovox” kéttrácscsöves, kétlámpás készülék (Magyar Rádió Amatőr 1926. december)

**Javasolt irodalom:**

Rádiótechnika Évkönyve 2003, 63. o.



**Mi csak erősödünk,  
az árunk meg gyengül!**

## Árröbbsbanás a HAM-bazárban!

190 mAh-s	6F22- (9 V-os telep-) méretű	NiMH akku	1800 Ft/db
850 mAh-s	AAA- (mikroelem-) méretű	NiMH akku	400 Ft/db
1500 mAh-s	AA-méretű, <u>forrfűles</u>	NiMH akku	600 Ft/db
2000 mAh-s	AA- (ceruzaelem-) méretű	NiMH akku	700 Ft/db
2400 mAh-s	AA- (ceruzaelem-) méretű	NiMH akku	800 Ft/db
2500 mAh-s	C- (bébielem-) méretű	NiCd akku	900 Ft/db
4500 mAh-s	C- (bébielem-) méretű	NiMH akku	1600 Ft/db
4500 mAh-s	D- (góliátelelem-) méretű	NiCd akku	1800 Ft/db
8000 mAh-s	D- (góliátelelem-) méretű	NiMH akku	2900 Ft/db

Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em., H-P. 09–14 óra.  
Tel./fax: 239-4932, 239-4933, 36-os mellék,  
hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu

**NE SOKAT ELEMEZZEN,  
INKÁBB AKKUZSON!**

(áfás árak)



# Mi mindent tudnak a DSL-modemek?

Szabó István okl. villamosmérnök, istvan.szabo@siemens.com

Hazánkban ma már kevés ember akad, aki valamilyen szinten ne találkozott volna ezzel a rövidítéssel: ADSL. Van, aki reklámokból hallotta, van, aki rendelkezik ADSL-előfizetéssel és rendszeresen használja is azt.

Ebben a cikkben az ADSL-adatátvitel technikáját fogjuk kicsit alaposabban körüljárni, elsősorban az előfizetőknél elhelyezkedő DSL-végberendezéseket vizsgálva. A DSL-hálózat felépítésének rövid ismertetését követően, a működésben résztvevő fontosabb egységeket, berendezéseket tekintjük át. Igyekszünk részletesen bemutatni a DSL-modemek működését, fontosabb jellemzőit, vagyis tudásvilágát. A DSL-végberendezéssel (lehet ez modem, NT vagy router) találkozhatnak a leggyakrabban az előfizetők, ill. a felhasználók, az ADSL működtetéséhez szükséges berendezések közül, hiszen: ezek az eszközök kerülnek telepítésre az előfizetők lakásában, illetve a kisebb cégek irodahelyiségeiben, mint DSL-felhasználói végberendezések (CPE, Customer Premises Equipment).

## A DSL-hálózatról röviden

Az 1980-as évek második felében, a Stanfordi Egyetemen (USA) dolgozták ki a DSL (Digital Subscriber Line) szélessávú adatátviteli technológia alapjait. A fejlesztésnél az volt a cél, hogy a jelenleg használatban lévő telefonvezetékeken nagyobb sebességű adatátvitelt tudjanak megvalósítani. A megszületett DSL-technológia komoly gazdasági előnyöket hozott az ötletes technikai megoldás mellett. Ezzel a technológiával sikerült a korábbi analóg modemes adatátvitelhez képest nagyobb adatátviteli sebességet elérni anélkül, hogy le kellett volna cserélni a már meglévő telefonvezetékeket jobb minőségű réz-, vagy esetleg optikai vezetékekre.

A DSL-technológia lényege, hogy a hagyományos telefonkészülékekhez lefektetett telefonvezetékeken a szokásos telefonbeszélgetésekkel egyidejűleg, nagysebességű adatcsomag átvitele is biztosítható. Hogyan lehetséges ez? Úgy, hogy a fejlesztők érintetlenül

hagyták a telefonkészülékek által felhasznált frekvenciasávot, s a telefonvezetéknel rendelkezésre álló magasabb frekvenciájú tartományt alkalmazták adatátvitelre. Azonban a magasabb frekvenciatarományban már nehezebb a jelátvitel, mivel több zavaró komponens (áthallás, nagyfrekvenciás zajok stb.) található itt.

A DSL-technológia egy speciális modulációs eljárást alkalmaz, amely lehetővé teszi mostohább körülmények között is a hatékony jelátvitelt. A modulációs eljárást részletesen a Rádiótechnika Évkönyve 2003-as számában ismertettük. Az elmúlt években a DSL-technológia különböző változatait dolgozták ki. A következőkben áttekintő jelleggel ismertetjük az elterjedt, a gyakorlatban megvalósított megoldásokat és jellemzőiket.

**ADSL** (Asymmetrical Digital Subscriber Line) technológia digitális adatátvitelt jelent aszimmetrikus sebességekkel. Az adatátvitel irányától függően (adatletöltés, ill. adatfeltöltés) különböző átviteli sebességet biztosít a rendszer a felhasználóknak. A hálózattól az előfizető felé áramló adatcsomagoknak (adatletöltés, down-stream) maximálisan 8 Mbit/s adatátviteli sebességet képes biztosítani az ADSL-hálózat, míg az előfizetőtől a hálózat felé (adatfeltöltés, up-stream) történő adatátvitel számára 1 Mbit/s a maximális adatátviteli sebesség. A megadott maximális sebességek jó minőségű telefonvonalakon, nem túl nagy távolságon értendők. A napjainkban alkalmazott ADSL-eszközök többsége kb. 6 km távolságig tud még működni, a minimálisan elvárt (32 kbit/s) sebességgel.

**SHDSL** (Symmetric High bitrate Digital Subscriber Line) esetén a rendszer szimmetrikus adatátviteli sebességet biztosít mindkét irányban, a rendelkezésre álló maximális 2,3 Mbit/s sebességhatárig. Ezt a technológiát elsősorban üzleti felhasználók számára fejlesztették ki. Számukra szükséges, hogy mindkét irányban (letöltés és feltöltés) nagyobb sebességgel lehessen adatokat továbbítani. A gyakorlatban

ezt a megoldást pl. egy vállalat két telephelye közötti adatátvitel biztosítására használják, de otthoni munkahely, távmunka esetében is szükséges lehet a szimmetrikus sáv szélesség. Az összetett modulációs eljárásnak köszönhetően az adatátvitel számára az áthidalható fizikai távolság kb. 4 km. Az elmúlt években kidolgozták a négyvezetékes SHDSL-vonalat is. Ez esetben a digitális jelek nem egy, hanem két vezetékpáron áramlanak párhuzamosan. Így a kétvezetékeshez képest a négyvezetékes megoldás nagyobb adatátviteli sebességet tud biztosítani (4,6 Mbit/s), vagy nagyobb áthidalható távolságot tesz lehetővé.

**VDSL** (Very high bitrate Digital Subscriber Line) technológiát elsősorban nagyobb sáv szélességet igénylő alkalmazások (pl. videokonferencia, filmletöltés) továbbítására, ill. az ADSL-hez mérten nagyobb adatátviteli sebességgel járó szolgáltatások nyújtására fejlesztették ki. Átviteli sebesség tekintetében lehet szimmetrikus vagy aszimmetrikus módban is üzemeltetni a VDSL-vonalat. Einnél a technológiánál az elérhető legnagyobb bitsebesség 52 Mbit/s, jó minőségű telefonvezeték esetén. A nagy sebességű átvitel ára azonban, hogy a VDSL csak aránylag rövid, legfeljebb kb. 1 km távolságon tud üzemelni.

Napjainkban az ADSL terjedt el a legjobban, így az alábbiakban erről lesz szó konkrétan.

## Az ADSL-hálózat felépítése

Az eddig ismertetettek alapján láthatjuk, hogy az ADSL egy digitális modulációt alkalmazó adatátviteli technológia, amely lehetővé teszi, hogy az aránylag kis sáv szélességgel rendelkező telefonvezetékeken elfogadhatóan nagy sebességgel adatcsomagokat lehessen továbbítani. Nagy előnye ennek a technológiának, hogy az adatátvitellel egyidejűleg a hagyományos telefonon is folytatható beszélgetés.

Mára igen elterjedté váltak a különböző méretű számítógépes hálózata-

# Mi mindent tudnak a DSL-modemek?

Szabó István okl. villamosmérnök, istvan.szabo@siemens.com

Hazánkban ma már kevés ember akad, aki valamilyen szinten ne találkozott volna ezzel a rövidítéssel: ADSL. Van, aki reklámokból hallotta, van, aki rendelkezik ADSL-előfizetéssel és rendszeresen használja is azt.

Ebben a cikkben az ADSL-adatátvitel technikáját fogjuk kicsit alaposabban körüljárni, elsősorban az előfizetőknél elhelyezkedő DSL-végberendezéseket vizsgálva. A DSL-hálózat felépítésének rövid ismertetését követően, a működésben résztvevő fontosabb egységeket, berendezéseket tekintjük át. Igyekszünk részletesen bemutatni a DSL-modemek működését, fontosabb jellemzőit, vagyis tudásvilágát. A DSL-végberendezéssel (lehet ez modem, NT vagy router) találkozhatnak a leggyakrabban az előfizetők, ill. a felhasználók, az ADSL működtetéséhez szükséges berendezések közül, hiszen: ezek az eszközök kerülnek telepítésre az előfizetők lakásában, illetve a kisebb cégek irodahelyiségeiben, mint DSL-felhasználói végberendezések (CPE, Customer Premises Equipment).

## A DSL-hálózatról röviden

Az 1980-as évek második felében, a Stanfordi Egyetemen (USA) dolgozták ki a DSL (Digital Subscriber Line) szélessávú adatátviteli technológia alapjait. A fejlesztésnél az volt a cél, hogy a jelenleg használatban lévő telefonvezetékeken nagyobb sebességű adatátvitelt tudjanak megvalósítani. A megszületett DSL-technológia komoly gazdasági előnyöket hozott az ötletes technikai megoldás mellett. Ezzel a technológiával sikerült a korábbi analóg modem adatátvitelhez képest nagyobb adatátviteli sebességet elérni anélkül, hogy le kellett volna cserélni a már meglévő telefonvezetékeket jobb minőségű réz-, vagy esetleg optikai vezetékekre.

A DSL-technológia lényege, hogy a hagyományos telefonkészülékekhez lefektetett telefonvezetéken a szokásos telefonbeszélgetésekkel egyidejűleg, nagysebességű adatcsomag átvitele is biztosítható. Hogyan lehetséges ez? Úgy, hogy a fejlesztők érintetlenül

hagyták a telefonkészülékek által felhasznált frekvenciasávot, s a telefonvezetéknel rendelkezésre álló magasabb frekvenciájú tartományt alkalmazták adatátvitelre. Azonban a magasabb frekvenciartományban már nehezebb a jelátvitel, mivel több zavaró komponens (áthallás, nagyfrekvenciás zajok stb.) található itt.

A DSL-technológia egy speciális modulációs eljárást alkalmaz, amely lehetővé teszi mostohább körülmények között is a hatékony jelátvitelt. A modulációs eljárás részletesen a Rádiótechnika Évkönyve 2003-as számában ismertettük. Az elmúlt években a DSL-technológia különböző változatait dolgozták ki. A következőkben áttekintő jelleggel ismertetjük az elterjedt, a gyakorlatban megvalósított megoldásokat és jellemzőiket.

**ADSL** (Asymmetrical Digital Subscriber Line) technológia digitális adatátvitelt jelent aszimmetrikus sebességekkel. Az adatátvitel irányától függően (adatletöltés, ill. adatfeltöltés) különböző átviteli sebességet biztosít a rendszer a felhasználóknak. A hálózattól az előfizető felé áramló adatcsomagoknak (adatletöltés, down-stream) maximálisan 8 Mbit/s adatátviteli sebességet képes biztosítani az ADSL-hálózat, míg az előfizetőtől a hálózat felé (adatfeltöltés, up-stream) történő adatátvitel számára 1 Mbit/s a maximális adatátviteli sebesség. A megadott maximális sebességek jó minőségű telefonvonalakon, nem túl nagy távolságon értendők. A napjainkban alkalmazott ADSL-eszközök többsége kb. 6 km távolságig tud még működni, a minimálisan elvárt (32 kbit/s) sebességgel.

**SHDSL** (Symmetric High bitrate Digital Subscriber Line) esetén a rendszer szimmetrikus adatátviteli sebességet biztosít mindkét irányban, a rendelkezésre álló maximális 2,3 Mbit/s sebességhatárig. Ezt a technológiát elsősorban üzleti felhasználók számára fejlesztették ki. Számukra szükséges, hogy mindkét irányban (letöltés és feltöltés) nagyobb sebességgel lehessen adatokat továbbítani. A gyakorlatban

ezt a megoldást pl. egy vállalat két telephelye közötti adatátvitel biztosítására használják, de otthoni munkahely, távmunka esetében is szükséges lehet a szimmetrikus sáv szélesség. Az összetett modulációs eljárásnak köszönhetően az adatátvitel számára az áthidalható fizikai távolság kb. 4 km. Az elmúlt években kidolgozták a négyvezetékes SHDSL-vonalat is. Ez esetben a digitális jelek nem egy, hanem két vezetékpáron áramlanak párhuzamosan. Így a kétvezetékeshez képest a négyvezetékes megoldás nagyobb adatátviteli sebességet tud biztosítani (4,6 Mbit/s), vagy nagyobb áthidalható távolságot tesz lehetővé.

**VDSL** (Very high bitrate Digital Subscriber Line) technológiát elsősorban nagyobb sáv szélességet igénylő alkalmazások (pl. videokonferencia, filmletöltés) továbbítására, ill. az ADSL-hez mérten nagyobb adatátviteli sebességgel járó szolgáltatások nyújtására fejlesztették ki. Átviteli sebesség tekintetében lehet szimmetrikus vagy aszimmetrikus módban is üzemeltetni a VDSL-vonalat. Ennél a technológiánál az elérhető legnagyobb bitsebesség 52 Mbit/s, jó minőségű telefonvezeték esetén. A nagy sebességű átvitel ára azonban, hogy a VDSL csak aránylag rövid, legfeljebb kb. 1 km távolságon tud üzemelni.

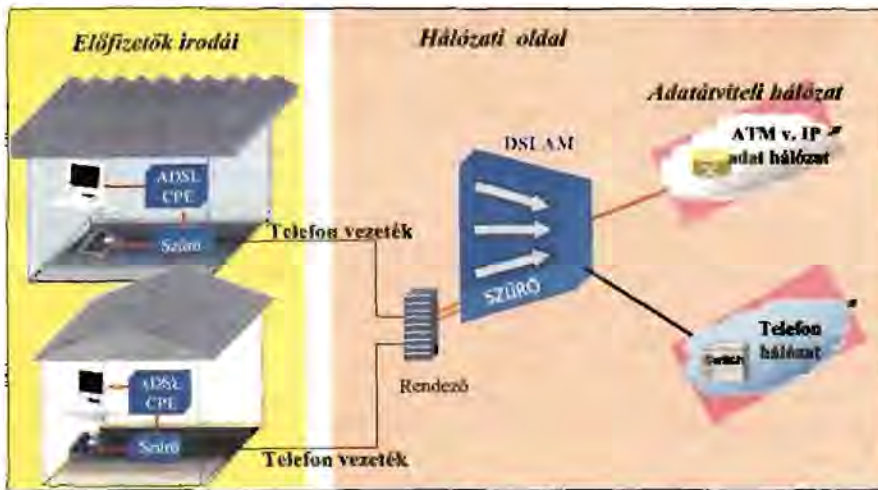
Napjainkban az ADSL terjedt el a legjobban, így az alábbiakban erről lesz szó konkrétan.

## Az ADSL-hálózat felépítése

Az eddig ismertetettek alapján láthatjuk, hogy az ADSL egy digitális modulációt alkalmazó adatátviteli technológia, amely lehetővé teszi, hogy az aránylag kis sáv szélességgel rendelkező telefonvezetéken elfogadhatóan nagy sebességgel adatcsomagokat lehessen továbbítani. Nagy előnye ennek a technológiának, hogy az adatátvitellel egyidejűleg a hagyományos telefonon is folytatható beszélgetés.

Mára igen elterjedté váltak a különböző méretű számítógépes hálózati





1. ábra

tok. A kisebb méretűeket irodaházakban építették ki (LAN), a nagyobbak városi szinten kiterjedtek (MAN), a legnagyobbak pedig országokat kötnek össze (WAN). Ilyen hálózat többek között az internet is. Az ADSL lehetőséget teremt arra, hogy egy felhasználó igénye szerint a már kiépített telefonvezeték segítségével csatlakozhasson az egyik számítógépes hálózathoz. Az ADSL-előfizetők leggyakrabban egy internetszolgáltatót (ISP, Internet Service Provider) keresztül az internethez csatlakoznak, ahol különböző szerveken tárolt információkat tudnak megtekinteni, ill. saját gépükre letölteni (WEB-oldalak). Az elektronikus levelezésre (e-mail) is lehetőséget teremt az internet. Azonban egy ADSL-vonallal nem csak az internethez lehet csatlakozni, hanem megfelelő jogosultság birtokában összeköttetés építhető ki pl. munkahelyünk, esetleg saját cégünk számítógépes hálózatához, vagy egy pénzügyi intézet ügyfeleket kiszolgáló számítógépéhez is. A lényeg, hogy az ADSL segítségével különböző számítógépes hálózatokhoz csatlakozhatunk az olcsó telefonvezetékes meghosszabbítás segítségével.

Az ADSL-hálózat felépítését az 1. ábra mutatja. A hálózatot felépítő eszközöket két nagyobb csoportra oszthatjuk a fizikai elhelyezkedésük alapján. Az egyik csoportba az előfizetői oldalon található eszközök sorolhatók, a másik csoportba pedig a hálózati oldal berendezései.

Az előfizetői oldali végberendezések (CPE, Customer Premises Equipments) az előfizetők lakásában vagy irodahelyiségében kerülnek telepítésre. Természetesen a felhasználónak

ezen készülékek mellett szüksége van egy személyi számítógépre (PC) is, amely nélkül érdemben nem lehet használni az ADSL-vonalat.

A hálózati oldal berendezései a telefonhálózatot üzemeltető vállalatoknál, valamint az internethozzáférést biztosító cégeknél lehet megtalálni. Ezeket a berendezéseket az előfizetők ritkán tekinthetik meg (a biztonságos üzemeltetés érdekében).

### A hálózati oldal berendezései

A hálózati oldalon elhelyezkedő berendezéseket – mint azt említettem – a különböző telefonszolgáltatók (T-Com, Invitel, Hungarotel, Monortel stb.) üzemeltetik a saját helyiségeikben. Az ADSL-vonal a hálózati oldalon egy multiplexer-berendezésben végződik, amelyet DSLAM-nak (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) nevezünk. Ehhez a távközlési berendezéshez csatlakoznak az előfizetőktől érkező ADSL-vonalak. A 2. ábrán egy Siemens gyártmányú DSLAM fényképe látható.

A DSLAM – mint a nevéből is következik – egy multiplexeregység, amelynek feladata az előfizetők ADSL-vonalán érkező adatsomagok összefogása és továbbítása a nagykapacitású ATM vagy Ethernet gerincvezetéken az adatátviteli hálózat felé. Fordított irányban pedig a gerincvezetéken érkező adatsomagok szétosztása a megfelelő előfizetői vonalak felé. A DSLAM működését nézve: az ADSL-vonalon az előfizetőtől érkező modulált jel a DSLAM szűrőegységébe érkezik, ahol a hang- és az adatesatornák szétválasztásra kerülnek. A hangcsa-

torna (telefonbeszélgetés) tartalmának feldolgozásával nem foglalkozik a DSLAM, ennek tartalma az egyik gerincvezetékken továbbbitódik a közeli telefonközpontba, azon keresztül pedig a nyilvános telefonhálózatba.

Az adatesatornák jeleit a DSLAM dolgozza fel (demodulálja, ellenőrzi), majd a hibátlan csomagokat összefogja, s az előre megadott útvonalon továbbítja az adatátviteli gerinchálózat felé. Az adatátviteli hálózat (back bone) lehet ATM-alapú, amelyet több ATM-kapcsolóból építenek ki, vagy lehet IP alapú, ekkor a hálózatot routerekből építik fel. Az adatátviteli hálózat több DSLAM forgalmát továbbítja, de az is előfordul, hogy a nagykapacitású hálózat már nem csak az ADSL-rendszert szolgálja ki, hanem más szolgáltatás adatátvitelét is biztosítja.

Az ADSL-szolgáltatás működtetéséhez alapvetően szükséges egy B-RAS (Broadband Remote Access Server) üzemeltetése is, amely elhelyezkedhet a DSLAM gerincvezetékekének végén, de a gyakorlatban az ATM vagy IP-s adatátviteli hálózathoz csatlakozik. Ennek a szervernek a feladata, hogy fogadja és azonosítsa az ADSL-felhasználókat a bejelentkezéskor. Ez úgy történik, hogy minden egyes ADSL-felhasználó számítógépére telepítenek egy „PPP kliens” programot, amelyet elindítva bejelentkezhetünk a B-RAS szerverbe az ADSL-vonalon keresztül. Megadva a felhasználói nevet és a jelszót, a szerver azonosítja az újonnan belépő felhasználót. Az azonosítást követően a különböző előfizetőknek a szerverben eltárolt jogosultságok kerülnek kiosztásra. Ez a szerver képes arra is, hogy mérje az egyes fel-



2. ábra



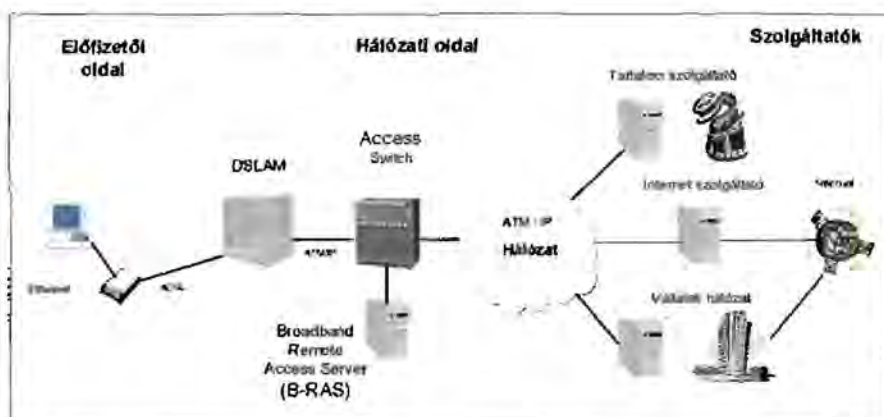
használók adatforgalmát, valamint különböző díjazásokat határoz meg különböző szolgáltatások igénybevétele esetén (pl. emelt sebességű szolgáltatásoknál). A kiegészítő berendezésekkel bővített ADSL-hálózat rajzát a 3. ábrán láthatjuk.

### Előfizetőoldali készülékek

Tekintsük most az ADSL-rendszerben az előfizetői oldalon működő készülékeket. Mint az 1. ábrán látható, az előfizetői berendezések alatt három készülékre kell gondolnunk: az ADSL-szűrőegységre, az ADSL-modemre (vagy router) és a telefonkészülékre. Az ADSL-vonal a szűrőegységhez csatlakozik. Jó tudni, hogy más műszaki paraméterű szűrőt és ADSL-modemet telepítenek, ha az előfizetőnél ISDN-telefon üzemel, és más technikai paraméterű készülékek kerülnek bekapcsolásra, ha a hagyományos analóg (POTS) telefont rendelkezik. A szűrő feladata, hogy az előfizető telefonvezetékén továbbított hang- és adatjeleket szétválassza egymástól, illetve frekvencia-összegezze. Felfelé irány esetén (up-stream) a szűrő elvégzi a hang- és az adatesatorna jeleinek frekvencia-összegezését. Így lehetséges egyidejűleg az adatátvitel és a telefonbeszélgetés is (korábbi modemek, ill. faxkészülékek esetén vagy csak az adatátvitel, vagy csak a telefonbeszélgetés mehetett). Letöltés esetében (down-stream) a szűrő kettéválasztja a hangcsatorna jeleit a magasabb frekvenciájú adatesatorna jeleitől. Ez azért szükséges, mert a magasabb frekvenciákat felhasználó adatátvitel az alapsávi telefonkészülékek forgalmát zavarhatja, sőt még kárt is okozhat benne. A lefelé irányú jelfolyam szűrését követően a hangcsatornában érkező jelek a POTS- vagy az ISDN-telefonkészülékben végződnek, míg az adatesatorna tartalma az ADSL-modemben végződik. Az ADSL-modem (vagy NT) az ADSL-rendszer egyik legfontosabb és legintelligensebb eszköze, miután innen indul el az előfizetői oldalon az ADSL-adatátvitel, illetve itt végződik.

### Az ADSL-modemek fontosabb jellemzői

A DSL-modem, az az előfizetőnél található készülék, amely az ADSL-vonalon érkező digitális jeleket feldolgozza, dekódolja majd a különböző



3. ábra

protokollok szerinti adatesomagokat ellenőrzi és összeállítja. A folyamat végén a DSL-modem a számítógép számára feldolgozható formában küldi tovább az adatokat. Fordított irány esetén a PC által elindított adatesomagokat a modem fogadja, becsomagolja a megfelelő protokoll szerint és az alkalmazott DSL-szabványnak megfelelő vonali modulációval elküldi a telefonvonalon a DSLAM felé.

Kicsit bővebben kifejtve a modem működését: a DSL-modem a bekötését és a bekapcsolását követően a telefonvonalon a DSLAM hozzá tartozó portjával felveszi a kapcsolatot és elkezd összeszinkronizálni. A szinkronizálás során a modem és a DSLAM lemérik az átviteli közegnek használt telefonvezeték átviteli paramétereit. Az eredmény függvényében kialakítják együtt a DSL-modulációnál alkalmazott átviteli csatornák számát és az átviteli sebességeket. A lejátszódó folyamat eredményeként, minél rosszabbak a telefonvezeték átviteli paramétereit, annál kevesebb átviteli csatornát lehet használni, így annál kisebb lesz az adatátvitel sebessége is. Ha a telefonvezeték átviteli paramétereit nagyon rosszak, akkor a modem és a DSLAM nem tud összeszinkronizálni, mivel nem tud kialakulni egy minimális adatátviteli sebesség. Ekkor az adatátvitel a modem és a DSLAM között nem fog működni.

Ha a vonal átviteli paramétereit megfelelnek egy minimális szintű követelménynek, akkor létrejön a szinkron a modem és a DSLAM között. A sikeres szinkronizálást követően kezdődhet az adatátvitel a szinkronizálás során kialakult sebességekkel. A DSL-modem a számítógép felőli bemenetére érkező adatesomagokat ellenőrzi, majd

a beállított protokoll szerint (ezekről később lesz szó) becsomagolja és az így előálló adatesomagokat átülteti az ATM-cellákba. A napjainkban használatos modemek ATM-cellákban továbbítják az adatokat az ADSL-vonalon. Az ATM-cellafolyamot a modem, a szinkronizáció során kialakult adatsebességgel továbbítja a DSLAM felé, a megfelelő DSL-vonali moduláció segítségével.

Fordított irányban (letöltés) a DSLAM felől érkező jelfolyamon a modem elvégzi a DSL-demodulációt, majd bitsorozatból összeállítja az ATM-cellafolyamot. Ezt követően az ATM-cellákból kibontja az adatesomagokat, amelyeket a beállított protokoll szerint értelmez és tovább bont. Végül a számítógép számára megfelelő keretformátumban továbbítja a hasznos adatokat, ahol feldolgozásra kerülnek a kép-, a video- vagy a hanganyagok. Összefoglalva: a DSL-modemek alapvető feladata a továbbítandó adatesomagok megfelelő keretekbe be-, ill. kicsomagolása, valamint a DSL-vonali moduláció kezelése.

Nézzük meg továbbá, milyen tulajdonságok jellemeznek egy-egy DSL-modemet, s hogyan lehet csoportosítani azokat. A gyakorlatban a különböző DSL-modemek több paraméterben is hasonlóságot mutatnak, így az alábbiakban ismertetésre kerülő csoportosításokat nemcsak kizárólag az ADSL-modemekre kell érteni.

### Különböző kivitelezésű DSL-modemek

Megvizsgálva a különböző cégek által gyártott DSL-modemeket, a kiépítésük szempontjából az alábbi nagy csoportokba tudjuk osztani azokat.



1. A legegyszerűbb kiépítésű DSL-modem a számítógépbe helyezhető NIC (Network Interface Card) modem-kártya, amelyekből korábban kínáltak nagyobb választékot a modemgyártók. Ez esetben a DSL-modem egy PC-be illeszthető kártyának lett kialakítva, amelyet be kell szerelni a számítógép megfelelő foglalatába. A beszerelt kártyán található DSL-csatlakozóhoz kell kötni (a szűrőn keresztül) a telefonvezetékét. A kártya a tápfeszültséget a PC-től kapja, s a modem által feldolgozott (kicsomagolt) adatok is a PC buszrendszerén keresztül jutnak el a processzorhoz.

2. A következő kiépítésnél a modem már egy különálló dobozban helyezkedik el, azonban a modem saját tápegységgel még nem rendelkezik. A modemet a PC-hez USB- (Universal Serial Bus) porton keresztül lehet csatlakoztatni, így a modem tápellátását és az adatátvitelt is a számítógép USB-portja látja el. Ennél a típusnál oda kell figyelni arra, hogy a számítógép USB-csatlakozása kellő teljesítménnyel tudja táplálni a modemet. Ennek hiányában a modem nem tud rendeltetésszerűen működni, így működési nehézségek állnak elő.

3. A mai gyártók leggyakrabban olyan modemeket készítenek, amelyek különálló dobozban helyezkednek el. A tápellátást is egy saját, rendszerint kül-

ső adapter biztosítja. Így a tápellátással nem terheli a modem a PC-t, a számítógép és a DSL-modem között ez esetben csak adatátvitel történik.

Különböző kiépítésű modemekre mutat néhány példát a 4. ábra. A harmadik pontban említett modemek és a felhasználó számítógépe közötti adatátvitelre különböző lehetőségeket dolgoztak ki; a következőkben ezeket részletezzük.

### DSL-modemek csatlakoztatása PC-hez

Több modemet megvizsgálva láthatjuk, hogy a DSL-modem számítógéphez történő csatlakoztatása különböző módokon oldható meg. Ennek előnye, hogy a modem képes alkalmazkodni a felhasználó számítógépének kiépítéséhez. A modemek hátulján (rendszerint ott helyezkednek el a különböző csatlakozások) a számítógépek számára kialakított csatlakozásokat rendszerint LAN felirattal jelzik. Tekintsük át sorban, hogy milyen lehetőségek közül választhatunk!

A DSL-modemeket a leggyakrabban 10/100 Base-T Ethernet szabványú port segítségével köthetjük össze a számítógéppel. Miután a PC-k legtöbbször rendelkezik Ethernet-csatlakozóval, így célszerűnek tűnt a DSL-modemeket is ellátni ezzel a csatlakozóval. A rugalmasabb együttműködés érdeké-

ben a modemek Ethernet-portja 10 Mbit/s vagy 100 Mbit/s adatátviteli sebességgel képes működni. A megfelelő portsebesség rendszerint automatikusan áll be a PC Ethernet-portjához igazodva, de lehetőségünk van arra is, hogy kézzel állítsuk be a modem sebességét a felügyeleti program segítségével. Gyártanak olyan modemeket is, amelyekben nem csak egy Ethernet-port található, hanem egy 4 vagy 8 portos HUB, vagy egy többportos switch. Ennek előnye, hogy a modemhez egyszerre több számítógépet vagy Ethernet-porttal rendelkező eszközt (pl. nyomtató) lehet csatlakoztatni, kialakítva így egy kisebb helyi hálózatot.

Az USB (Universal Serial Bus) elterjedésének következtében egyre több modemet látnak el USB-kimenettel is. Vannak modemek, amelyekben csak USB-csatlakozás található, de gyakori az olyan modem is, amely mind Ethernet-, mind USB-porttal rendelkezik. Így a felhasználónak lehetősége nyílik választani a kimenetek között attól függően, hogy milyen csatlakozással rendelkezik a számítógépe. A modemekbe beépített USB az 1.1-es és magasabb verziójú USB-portokkal képes együttműködni. Ha a DSL-előfizető a modemet az USB-segítségével szeretné csatlakoztatni a számítógépéhez, akkor szükséges egy segédprogramot telepítenie a számítógépére. Ezt a programot USB drivernek nevezzük. Telepítésével egy újabb hálózati adapter kerül fel a számítógépre, amely lehetőséget teremt a szükséges paraméterek (pl. IP-cím) beállítására.

Olyan korban élünk, amikor a vezeték nélküli (rádiós) rendszerek nagyon kedveltek. A mobiltelefonok gyors elterjedése is bizonyítja, hogy az emberek szeretik a kötetlen mozgás lehetőségét, örülnek, ha kábelek nem korlátozzák őket ebben. Ezt felismerve, az elmúlt évszázadban a számítógépes hálózatok rádiós kialakítása is erőteljesen fejlődött, kiváltva a vezetékek telepítésével járó nehézségeket és költségeket. A rádiós alapon működő számítógépes hálózatokat WLAN (Wireless LAN) elnevezéssel illetik, működésének részleteit az IEEE 802.11 szabványban rögzítették (az IEEE, az Institute of Electrical and Electronics Engineers szervezet rövidítése). A megnőtt érdeklődés miatt a WLAN rádiós interfészek a DSL-modemekből sem maradtak ki. Jónéhány gyártócég készít



4. ábra



olyan modemeket, amelyek képesek rádiós kapcsolatot kiépíteni a modem és a felhasználó számítógépe között. Ezek a DSL-modemek az IEEE 802.11b valamint a 802.11g szabvány szerinti adatátvitelt tudják megvalósítani. Mindkét esetben 2,4 GHz frekvenciájú a vivő, az első szabvány (802.11b) esetében 11 Mbit/s a maximális adatátviteli sebesség, a 802.11g szabványú adatátvitelnél pedig 54 Mbit/s lehet a legnagyobb adatforgalmi sebesség. A WLAN működésre képes modemeket messziről fel lehet ismerni, miután egy vagy két botantenna található a hátoldalukra szerelve. Működést tekintve a modem alkotja a vezetékes hálózathoz kapcsolódó bázisállomást (AP, Access Point), és a felhasználó számítógépe pedig a csatlakozó rádiós adó-vevő állomást. Ennek értelmében a felhasználó PC-jét is el kell látni WLAN-rádiós egységgel. A rádiós kapcsolat segítségével igen rugalmasá tehető az adatátviteli kapcsolat, hiszen abban a körzetben (kb. 30 méter), amelyet képes besugározni a modem adója, bárhol elhelyezhetjük a számítógépünket, és még arra is lehetőség van, hogy adatletöltés közben mozgassuk a számítógépünket (pl. laptop).

Találkozhatunk olyan DSL-modemmel is, amelybe ATM-25 típusú interfészt építettek be. Ezt az interfészt akkor tudjuk alkalmazni, ha a PC-be behelyezünk egy ATM-25 szabványú illesztőkártyát. Ebben az esetben a modem a DSL-jelfeldolgozást követően az adatokat ATM-cellákba csomagolva továbbítja, a számítógép ATM25-ös portja felé. Az adatok kicsomagolását és feldolgozását a PC-be helyezett kártya végzi el.

Gyakorlati tapasztalatok szerint a DSL-modemek egyszerre több különböző LAN-csatlakozással is rendelkeznek, növelve ezzel a rendszerbe illeszthetőségüket. Erre mutat példát az 5. ábrán látható Siemens 6300-as ADSL-modem, amelynek hátlapján láthatunk egy USB-csatlakozót, egy négyportos Ethernet switchet, valamint az antennákból következik, hogy a modem WLAN-kapcsolatot is képes biztosítani.

#### A modemek WAN-port szerinti csoportosítása

Az előző fejezetben megismerhettük, hogy milyen lehetőségek állnak rendelkezésünkre, hogy a modemet a számí-



5. ábra

tógéphez csatlakoztathassuk (LAN-oldali csatlakozás). Ebben a fejezetben áttekintjük, hogy egy DSL-modem miként kapcsolódhat a külső világ adatátviteli hálózatához, vagyis a DSLAM-hoz, továbbá milyen WAN (Wide Area Network) oldali csatlakozásokkal találkozhatunk a mai gyártmányoknál. A DSL-modemeket alapvetően a WAN-oldali interfészük alapján nevezzük meg, illetve csoportosítjuk.

A legismertebb modemek az ADSL-modemek. Ezek a modemek az ADSL-szabványnak (ITU-T G.992.1) megfelelő WAN-porttal csatlakoznak az adatátviteli hálózathoz. Ez azt jelenti, hogy a telefonvonal egyik végén az ADSL-porttal rendelkező modem található, a vonal másik végén pedig egy ADSL-kártya, amely a DSLAM-ban helyezkedik el. Mint korábban említettük, az ADSL-nél a frekvenciasávok különböző felosztásából kifolyólag kétféle ADSL-modem és -szűrő került kidolgozásra. Az egyik csoportba a hagyományos POTS (Plain Old Telephone Service) vonalon alkalmazható modemek tartoznak, amelyek a hagyományos analóg készülékekhez illeszthetik az ADSL-adatátviteli csatornákat, a másik az ISDN (Integrated Services Digital Network) telefonkészülékek esetén telepíthető modemek és szűrők. A különbség a kettő között a frekvencia-karakterisztikában mutatkozik meg. A POTS-os telefonok használatakor az ADSL-adatátvitel 26 kHz feletti frekvenciasávokban történik, míg az ISDN-telefonok esetében 130 kHz felett találhatóak az adatátviteli csatornák. Természetesen az előfizetőknél telepített ADSL-modemhez és -vonalhoz a hálózati oldalon is (a DSLAM-ban) a megfelelő POTS-os vagy ISDN-

es fogadó kártyát kell elhelyezni a CPE fajtájától függően.

Korábban már említettük, hogy az ADSL aszimmetrikus adatátviteli sebességet biztosít, adatletöltés esetén 8160 kbit/s a maximális sebesség, míg adatfeltöltésnél 1000 kbit/s. Az ADSL esetében alkalmazott vonali moduláció a DMT (Discrete Multi Tone). Az ADSL-adatátvitel részleteit az ITU-T G.992.1 szabvány tartalmazza, amely „Annex A” része az analóg telefonok hangsávja feletti átvitelt, az „Annex B” pedig az ISDN-telefonok feletti ADSL-adatátvitelt tárgyalja.

Következő nagyobb csoportba az SHDSL-WAN-porttal rendelkező modemeket soroljuk. Ezeket a modemeket nevezzük a mindennapi gyakorlatban SHDSL-modemeknek. Az SHDSL-alapú adatátvitel elsősorban abban tér el az ADSL-átviteltől, hogy az SHDSL vonal szimmetrikus sebességű adatátvitelt tud biztosítani, vagyis mindkét irányban (fel- és letöltés) maximálisan 2,3 Mbit/s sebességgel tudja az adatesomagokat mozgatni. Másik lényeges eltérés, hogy ez esetben nincsen alapsávon hangcsatorna a telefonbeszélgetés számára, így itt külön POTS- és ISDN-modemeket sem találunk. A hangátvitelt (telefonbeszélgetést) az SHDSL-vonalakon beintegrálják az adatesomagok közé, majd együtt továbbítják. Ha az SHDSL-vonalon telefonbeszélgetést is szeretnénk továbbítani, akkor ehhez egy speciális készülék, úgynevezett IAD (Integrated Access Devices) szükséges, amelyen az adatport (pl. Ethernet) mellett telefoncsatlakozás is található. Ezekhez a portokhoz lehet csatlakoztatni analóg vagy ISDN-telefont. Ez a különbség az SHDSL-modem és az IAD között. Az IAD-k között már megkülönböztetünk POTS- vagy ISDN-telefon kezelésére képes eszközöket. Az SHDSL-vonalon adattovábbítás PAM16 modulációval történik, az áthidalható maximális távolság kb. 5 km.

Annak érdekében, hogy SHDSL-nél nagyobb átviteli sebességet is el lehessen érni, vagy nagyobb legyen az áthidalható távolság, kidolgozták a négyvezetékes átviteli módot is. Ez esetben a modemhez két hagyományos telefonvonal csatlakozik, ezeken keresztül folyik az adatátvitel. A négyvezetékes modemekkel kétszer akkora maximálisan sebesség érhető el, vagy a hatótávolság növelhető meg kb. 8 km hosszra. Az SHDSL működését az ITU



G.991.2/G.shdsl szabvány ismerteti részletesen. Vannak gyártók, akik forgalmaznak olyan modemeket is, amelyek 2 vonalnál több telefonvonalon is továbbítanak adatokat. Ezek az eszközök még nagyobb adatátviteli sebességet képesek biztosítani, ill. a felhasználó és a központ között még nagyobb lehet a távolság.

Azokat a modemeket, amelyek WAN-portja a VDSL-szabványnak megfelelő, rövidítve VDSL-modemeknek nevezzük. A VDSL-porttal ellátott modemeket abban az esetben alkalmazzuk, ha az ADSL által biztosított sáv szélességnél nagyobb átviteli sebességet igénylő, pl. videoanyagok feltöltése szükséges. Ezek a modemek abban hasonlítanak az ADSL-modemekhez, hogy itt is található egy szűrőegységet, amely a hagyományos telefonok hangcsatornáját választja el az adatátvitel csatornájától. Ez esetben találunk POTS- és ISDN-vonalakhoz illeszkedő modemeket. A VDSL-technológia 12 MHz frekvenciáig használja ki a telefonhuzalpár sáv szélességét, ennek köszönhetően a maximális adatátviteli sebesség szimmetrikus átvitel esetén 25 Mbit/s lehet, aszimmetrikus esetben pedig felmehet 52 Mbit/s-ig. A nagy sáv szélességnek köszönhetően az adatsebesség kellően nagy, azonban a magasabb frekvenciákon jóval nagyobb a fellépő csillapítás, így az áthidalható távolság lecsökken kb. 1 km-re. A VDSL-adatátvitel részleteit a ITU-T G.993.1, ANSI T1.424 / Trial-use, valamint az ETSI TS 101 270-1 és ETSI TS 101 270-2 szabványok rögzítik.

A különböző DSL-berendezéseket gyártó cégek foglalkoznak az ADSL2 és ADSL2+ szabványt megvalósító modemek és DSLAM-kártyák fejlesztésével. Az ADSL2 részletes leírását az ITU-T G.992.3 szabványban találjuk meg, míg az ADSL2+ ismertetése az ITU-T G.992.5 szabványban történik. Mindkét megoldás az eredeti ADSL-továbbfejlesztése. Mindkét szabvány lényege, hogy a vonali kódolást tovább finomították, valamint az adatátvitelre alkalmazott sáv szélességet kibővítették, így nagyobb adatátviteli sebességet tudtak elérni, vagy nagyobb lehet az áthidalható távolság is. Az ADSL2+ szabvány megduplázza a DMT modulációnál alkalmazott vivők számát (512 vivő), valamint még nagyobb mértékben használja ki a telefonvezeték adatátvitelre alkalmas sáv szélességét (fel-

megy 2,2 MHz-ig). Ennek eredményeképpen a letöltési sebesség akár 25 Mbit/s nagyságot is elérhet, a maximális feltöltési sebesség 1024 kbit/s lehet.

A szabványokban leírt jellemzőket a különböző gyártók más-más mikroáramkörökkel (csipkészlettel) valósítják meg. Ebből kifolyólag a szabványokban meghatározott követelményeken túl mindegyik modem egyéni jellemzőkkel is rendelkezik. A WAN portok esetében az egyik ilyen jellemző az áthidalható távolság. A minimális elvárás szabványelírások, ill. ajánlások határozzák meg, de a különböző áramkörök, s az áramkörtervezési fogások végül eltérő képességű, kisebb, ill. nagyobb hatótávolságú modemeket eredményeznek. A tapasztalatok szerint egyre több ADSL-szolgáltató számára vált igen fontossá, hogy a modem minél nagyobb távolságot tudjanak áthidalni, megfelelő sebességgel. Ennek oka, hogy a szolgáltató szeretne a DSLAM körül minél nagyobb sugarú kört lefedni ezekkel a modemekkel, így kedvezőbb ár mellett lehet több előfizetőt bekötni.

### **A modemekben található különböző protokollok és intelligenciák**

Ebben a fejezetben megismerkedhetünk a DSL-végberendezésekben található intelligenciákkal. Bővebb ismeretet kapunk a beépített protokollok (szabályok) egy részéről és az intelligens szolgáltatásokról, amelyeket a modemek tudnak nyújtani. Itt említjük meg, hogy a DSL-modemek tudásszintjét két összetevő határozza meg. Az egyik a hardware-kiépítés, vagyis az a csipkészlet, amelyből a modemet felépítették, a másik a csipkebe betöltésre kerülő program, amelyet firmware-nek nevezünk. A beépített csipkészlet meghatározza az alapképességeket, a betöltött program pedig meghatározza a modem aktuális intelligenciáját. Ennek értelmében a modem jellemzőin a betöltött program képes változtatni egy meghatározott tartományon belül. Az itt ismertetésre kerülő tudás és az intelligens szolgáltatások a különböző DSL-végberendezésekre általában jellemzőek.

Vizsgáljuk meg először, mire szolgálnak miért kellene a DSL-modemekben a különböző protokollok. Kezdjük egy gyakorlati példával, amely megvilágítja, hogy miért lénye-

ges az adatátvitelben a protokoll. Képzeljük el, hogy egy magyar és egy japán diplomata szeretne egymással levelet váltani. Azonban egyik sem ismeri a másik nyelvét. Ekkor a magyar diplomata magához hív egy tolmácsot, aki ismer egy – a diplomáciában használatos – közös nyelvet (pl. a franciát vagy az angolt). A diplomata leírja magyarul a gondolatait és átadja a papírt a tolmácsnak. Ekkor az 1. szintről elkerül az információ a 2. szintre. A tolmács lefordítja a levelet mondjuk angolra, majd tovább adja a titkárnőnek (ekkor a 3. szintre kerül az információ). A titkárnő elkészíti az elegáns levelet és borítékba rakja. A borítékot feladja postára (4. szint). A posta feladata, hogy eljuttassa a feladótól a levelet a címzettnek (pl. Japánba). A japán posta (ez már a vételi oldal 4. szintje) kiviszi a levelet és átadja a japán titkárnőnek (3. szint), aki felbontás után átadja a levelet a tolmácsnak (2. szint). A tolmács lefordítja a levelet japán nyelvre, majd átadja a címzett diplomatának, aki megfelel a vételi oldal 1. szintjének.

Az imént leírt folyamatot szemlélteti a **6. ábra**.

A vázolt folyamatból látható, hogy az információ továbbításakor szükségesek különböző feldolgozószintek, hiszen mindenkinek megvan a maga munkája, s az egyes szintek a másik munkáját nem tudják és nem is akarják ellátni. Az is egyértelmű, hogy a különböző szintek a küldő és a vevő oldalon nem tudnak közvetlenül egymással kommunikálni. Pl. a magyar titkárnő nem tud közvetlenül beszélni a japán titkárnővel, csak egy közvetítőközeg (pl. levél vagy telefon) segítségével. Ekkor már jelen van egy információátviteli szint (eszköz), amelynek használatához konverzió szükséges (pl. a telefon mikrofonja elektromos jelekké alakítja a titkárnő hangját).

Hasonlóan történik ez a folyamat az adatátvitel során is. Ott is több különböző szintből épül fel az adatátvitel, minden szintnek megvan a saját kommunikációs szabályrendszere, protokollja. A különböző szinteken érvényes protokollokat csak az azonos szinten lévő eszközök értik meg, így csak az adó és a vevő oldalak megfelelő szintjei tudnak egymással értekezni. Az imént vázolt kommunikációs láncot az OSI- (Open System Interconnections) referenciamodell, valamint annak egyik változata, a TCP/IP- (Transmission Control Protocol / Internet Proto-

col) modell mutatja be, tárgyalja részletesen. Ennek a modellnek az ismertetését több, számítógépes hálózatokkal foglalkozó szakkönyvben is megtalálhatjuk.

Nézzük most konkrétan a DSL-alapú adatátvitelt. Itt, hasonlóan más adatátviteli eljárásokhoz, több különböző szint van jelen, amelyek közreműködnek az adatok mozgatásában, feldolgozásában. A legmagasabb szint a felhasználó számítógépén futó program, amely képes a beérkezett adatcsomagokat feldolgozni, és mondjuk egy videofilm formájában megjeleníteni. Alacsonyabb szinten a különböző csomagfajták (pl. IP-csomag), vagy még egyel alacsonyabb szinten Ethernet-keret, ATM-cellák kezelésére alkalmas rétegek találhatóak, amelyek az adatok biztonságos mozgatásában játszanak szerepet. A legelső szinten (1. szint), a fizikai rétegben pedig konkrét jelátviteli eszközöket (jeladó-LED, lézerverrás, rádió adó-vevő) található. Látható, hogy mindegyik rétegnek megvan a maga feladata, s a maga környezete, amelyhez illeszteni kell a szomszédos rétegek.

A DSL-modemek tekintetében a különböző adatcsomagok kezelése (2. szint) és az adatok továbbítása a fizikai rétegben a legfontosabb kérdés. Egy DSL-modemnek rendszerint a számítógép által küldött Ethernet-kereteket kell a DSL-szabványokban leírt módon továbbítani (ill. fogadnia), ezért átalakításokat kell végeznie, hogy illeszteni tudja a bejövő oldalt a kimenő oldalhoz.

Ezt különböző protokollok konverziójával tudja megoldani. A DSL-modem a protokollok közötti konverziót úgy oldja meg, hogy a beérkező adatcsomagokat (amelyek egy protokoll szerint vannak összeállítva), behelyezi a kimenő oldali protokollnak megfelelő keretekbe, majd az így előálló nagyobb csomagot továbbítja a fizikai szintre, ahol a jelátvitel történik.

Ezt a folyamatot nevezzük enkapszulációnak, amelyet a **7. ábra** szemléltet.

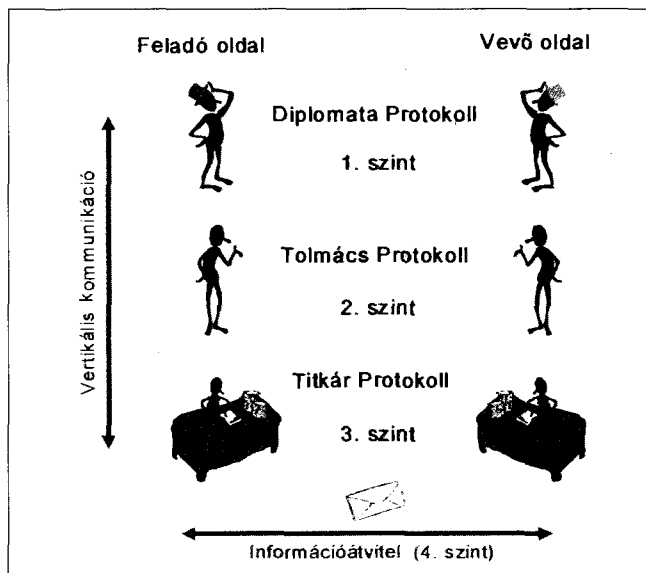
Az iménti „diplomata-példánál” maradván, az 1. szintről induló adatcsomagokat a további szintek becsomagolják a saját protokollnak megfelelő csomagba; a vételi oldalon a vízszintesen nézve megegyező szintek értelmezik a csomagokat, majd kibontják a nekik szóló csomagolást. Az egymást követő becsomagolások eredményeképpen végül az eredeti adatcsomaghoz képest egy nagyobb méretű csomag jön létre, ami nem a legegyszerűsebb, de a korábban kialakult adatkeret-típusok és a fizikai paraméterek miatt ez elkerülhetetlen. Az OSI-modell szerinti enkapszuláció rajzát a **8. ábrán** láthatjuk. A kockákba beírt számok a modell szerinti 1-7 szint által hozzáadott jeleket, ill. ellenőrző mezőket jelentik.

A többszörös becsomagolásból következik, hogy ha a vételi oldalra megérkező csomag a szintnek megfelelő protokoll (szabály rendszer) szerint van összerakva, akkor az a szint értelmezni tudja a csomagot. Azonban, ha

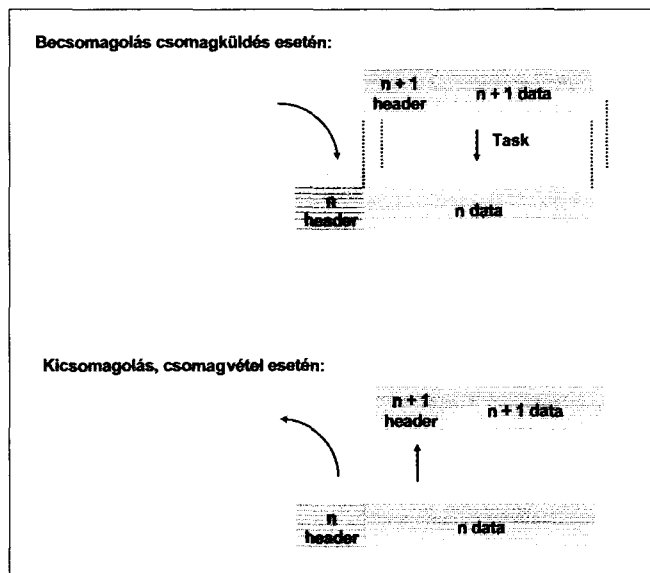
más protokoll szerint összeállított csomag érkezik, akkor azt nem tudja értelmezni és feldolgozni az adott szint. Az iménti példát nézzük meg konkrétan az ADSL-adatátvitel esetében.

Tegyük fel, hogy két számítógép adatokat cserél egy ADSL-hálózaton keresztül, az ADSL-előfizető számítógépe adatcsomagot indít egy távoli gép felé. Ekkor a PC elkészít egy adatcsomagot az éppen aktuálisan futó program (alkalmazás) segítségével, amelyet végül egy IP szerinti csomagba illeszt, megfelelően megcímezve. Az ADSL-átvitel szempontjából inentől érdekes a folyamat, mivel a DSL-modemek az IP-csomagokat már nem bontják szét, azok tartalmával nem foglalkoznak (mivel az IP-csomagok értelmezését a számítógépen futó programok, a magasabb szintű alkalmazások végzik el). Tehát a számítógép összeállítja az IP-csomagot, amelyet az Ethernet-átvitel miatt becsomagol egy Ethernet-keretbe, majd elküldi az ADSL-modem felé. Az Ethernet-címzés révén a csomag átkerül az ADSL-modem Ethernet-portjára. Az ADSL-modemben lehetőség van különböző protokollok kiválasztására (ezeket az alábbiakban fogjuk ismertetni). A modemben beállított protokoll értelmében vagy kicsomagolja a modem az IP-csomagot az Ethernet-csomagból, s így csomagolja át az ATM-cellákba, vagy az Ethernet-kerettel együtt csomagolja be az ATM-cellákba.

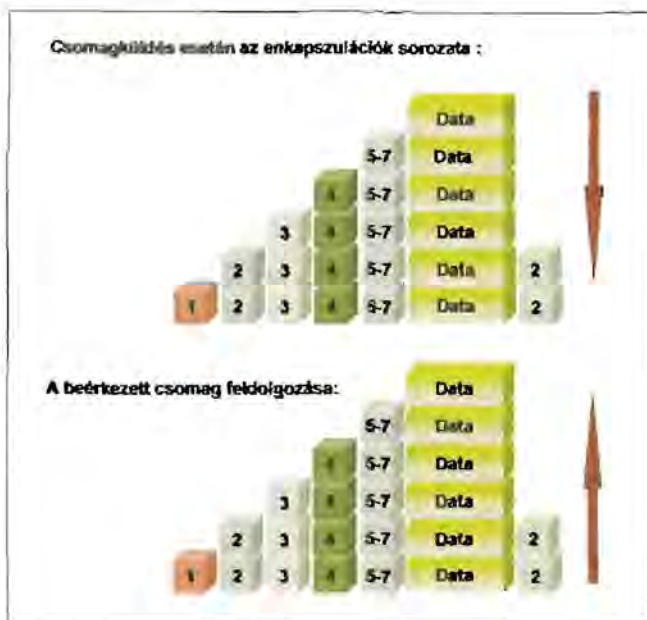
A DSL-vonal másik vége a DSLAM-ban végződik, amely először



6. ábra



7. ábra



8. ábra

értelmezi a legalsó szintnek megfelelő ADSL-vonali modulációt, és abból összerakja a bitfolyamot. A bitfolyamot az eggyel magasabb réteg értelmezi, és összerakja azokból az ATM-cellákat. Az ATM-cellákat a következő szint értelmezi, hiba vizsgálatot végez rajta és megnézi a címzéseket. Az ATM-cím alapján a DSLAM továbbítja a csomagot a megfelelő gerincvezeték megadott csatornájában és ezzel további szerepe nincs is. Az adatátviteli hálózatban elhelyezkedik egy router, amelybe befutnak a DSLAM által tovább küldött ATM-cellák. Ennek a routernek a feladata az ATM-cellák feldolgozása, amely során a cellákból előkerülnek az ADSL-modemben beállított protokoll szerinti csomagok. Ezeket értelmezi a router és kibontja belőlük az Ethernet-kereteket (ha vannak), ill. végül az IP-csomagokat. Az IP-csomagok a címük alapján egy számítógépbe érkeznek, amelyeket már a PC (vagy szerver) dolgoz fel a tartalma alapján.

Ezek után nézzük, milyen protokollok alapján tud az ADSL-modem csomagokat összeállítani:

Legelterjedtebb a **Bridge 1483** protokoll, amelyet minden DSL-modemben megtalálhatunk. Ez a protokoll részletesen az RFC 1483 (ill. 2684) szabványban került ismertetésre. Napjainkban az előfizetőkhez telepített ADSL-modemek ezt a protokollt alkalmazzák leggyakrabban. Működésének lényege, hogy ez esetben a DSL-modem

dem IP-cím szerinti csomagirányítást nem végez, csak becsomagolja a felhasználó számítógépéből Ethernet-keretekben érkező IP-csomagokat.

A DSL-modem az IP-csomagokat benne hagyja az Ethernet-keretekben, ezt az egymásba csomagolt keretet szabdalja fel és ülteti be az egyforma méretű ATM-cellákba. A kicsomagolást a modem

vételi oldalán elhelyezkedő párja – rendszerint egy router – végzi el, amely az ATM-cellákból kicsomagolja az Ethernetkeretdarabokat, összeállítja az Ethernet-kereteket, majd abból szükség esetén kibontja az IP-csomagokat. Fordított irány esetén, egy az adatátviteli hálózatban található router csomagolja be az Ethernet-keretekben elhelyezkedő IP-csomagokat az ATM-cellákba. A DSL-modem feladata ekkor az, hogy kicsomagolja az ATM-cellákból az Ethernet-kereteket, majd továbbítsa az Ethernet-portján keresztül a felhasználó számítógépéhez.

A **Routed 1483** protokoll esetében a DSL-modem már végez IP-cím szerinti csomagirányítást, ezt a funkciót nevezzük routingnak. Ez esetben a felhasználó számítógépe által küldött Ethernet-keretekbe foglalt IP-csomagok beérkeznek a DSL-modembe az Ethernet-porton keresztül. A modem kibontja az Ethernet-keretből az IP-csomagot, és kiolvassa a csomag címzéséből a célállomás IP-címét. A DSL-routerekben található egy „routing tábla”, amely megmondja, hogy egy adott célállomás felé, melyik irányba kell küldeni a csomagokat. Ez alapján végzi el a DSL-router a csomagok útba igazítását. Ha a csomagok a DSL-port felé folytatják útjukat, úgy az IP-csomagokat a modem feldarabolva ATM-cellákba helyezi, majd elküldi a DSL-vonalon. A másik oldalán az adatátviteli hálózatban elhelyezkedő router fogadja az ATM-cellákat, amelyekből kicso-

magolja és összeállítja az IP-csomagokat. Ezt követően megnézi az IP-csomagban található célállomás címét, majd tovább irányítja a megfelelő úton. Amennyiben a modemnek az IP-csomagot nem a WAN-port (DSL-vonal) felé kell küldenie, akkor azt becsomagolja egy Ethernet-keretbe, s továbbítja a LAN portja felé.

Fordított irányban a távoli router végzi el a becsomagolást, a modembe a DSL-vonalon érkeznek meg az ATM-cellák. A modem kicsomagolja és összeilleszti az ATM-cellákból az IP-csomagokat, majd a benne található cím és a routingtábla alapján elirányítja a csomagot a megfelelő irányba. Rendszerint az IP-csomagok az Ethernet-porton keresztül folytatják az útjukat, így Ethernet-keretekbe kerülnek az IP-csomagok.

**PPP over ATM** protokoll (rövidítve: PPPoA) gyakran megtalálható az intelligens DSL-modemekben. Az RFC 2364 szabvány tárgyalja részletesen a protokoll működését. A lényegét röviden ismertetve, a PPP (Point to Point Protocol) olyan protokoll, amely lehetővé teszi az adathálózathoz csatlakozni szándékozó DSL-előfizető azonosítását. A korábban ismertetett RFC 1483 bridge vagy routed kapcsolat esetében egy állandó kapcsolat épül fel a DSL-modem és az adatátviteli hálózat között. Így aki hozzáfér az előfizető számítógépéhez, korlátlanul használhatja az egész hálózatot. Ennek több hátránya is lehet, pl. jogosulatlan személyek férhetnek hozzá különböző adatokhoz. A PPP alkalmazása esetén az előfizetőnek fel kell építenie egy egyedi kapcsolatot, amelyhez a felhasználó alkalmaz egy egyedi azonosítót és jelszót.

A kapcsolat kiépítéséhez szükséges, hogy az előfizető számítógépe vagy a DSL-modemben fusson egy PPP kliens program. Az adatátvitel megkezdése előtt a felhasználónak kell indítania ezt a PPP kliens szoftvert. Be kell adnia az egyedi azonosítóját és a jelszavát. Ezeket a paramétereket az adatátviteli hálózat belépési pontján elhelyezkedő számítógép, az úgynevezett „Radius szerver” dolgozza fel. Ellenőrzi az azonosítót és a jelszót, ha a regisztrált és helyes, akkor a felhasználó hozzáférési jogot kap az adatátviteli hálózathoz. A DSL-szolgáltatónak lehetősége van a Radius szerverben egyes felhasználóknak különböző hozzáférési jogokat engedélyezni (pl. ki-



lőnböző letöltési sebességeket), illetve különböző eseményeket naplózni.

A PPPoA protokoll esetén a PPP kliens program a DSL-modemben található meg. Ennek elindításával lehet elvégezni a bejelentkezést. Sikeres azonosítást követően a modem kap egy egyedi IP-címet, amely révén elérhetővé válik az adatátviteli hálózat. Az enkapszuláció tekintetében a DSL-modem az Ethernet-keretből kivieszi az IP-csomagokat, majd készít egy PPP-azonosítóval ellátott csomagot. Ezt tördeli fel és ülteti az ATM-cellákba.

**PPP over Ethernet (PPPoE)** napjainkban a leggyakrabban alkalmazott protokoll az ADSL-hálózatban. Részletes leírását az RFC 2516 szabványban találhatjuk meg. A PPP előnyeit és alkalmazásának okait az előző bekezdésben ismertettük. A PPPoE leginkább abban különbözik a PPPoA protokolltól, hogy az enkapszulációban az Ethernet-keret is megtalálható. Így az IP-csomagok Ethernet-keretbe beágyazva helyezkednek el, ez a keret lesz PPP-azonosítóval ellátva. Továbbítás előtt ezt az összetett csomagot tördeli fel a modem ATM-cellákba. Erre a protokollra akkor van szükség, amikor az adatátviteli hálózat végén Ethernet-alapú hálózatot alkalmazunk. Erre a legtipikusabb példa, ha a DSL-modem mögött egy kisebb hálózat (LAN) kerül kiépítésre, több számítógéppel.

A mai ADSL előfizetők is a PPPoE protokollt használják bejelentkezésre, de ebben az esetben a PPP kliens szoftver a felhasználó számítógépen fut. A modem ekkor az RFC 1483 bridge enkapszulációt alkalmazza.

## Kiegészítő intelligenciák

Néhány további intelligencia, amelyekkel az okosabb modemek rendelkeznek, így gazdagítva a felhasználók által igénybe vehető szolgáltatásokat:

A **DHCP** (Dynamic Host Configuration Protocol) számítógépes hálózatokban alkalmazott protokoll, amely segítségével automatikusan oszthatunk ki IP-címeket a hálózatban lévő gépeknek. Az IP-címek a számítógépek közötti kommunikációhoz szükségesek, mindegyik hálózatba kapcsolt gépnek van egy egyedi IP-címe. Ez a cím 32 byte hosszú, a megjelenését tekintve 4 db decimális számból áll, ahol mindegyik szám értéke 0 és 255 érték közötti lehet. A számokat pontok választják el

egymástól (pl. 192.169.11.23). Amikor a helyi hálózatba bekapcsolunk egy számítógépet, annak rendelkeznie kell egy IP-címmel, amely különbözik a többi gép IP-címétől. A gép címét megadhatjuk kézzel (az operációs rendszer megfelelő ablakába beírva), de kiosztathatjuk automatikusan is a DHCP segítségével. Ez esetben a hálózatba kapcsolt számítógépek között van egy kiemelt gép (rendszerint szervergép), amely rendelkezik egy DHCPszerverprogrammal, amelynek segítségével IP-címeket tud kiosztani a hálózathoz csatlakozó számítógépek számára. Az IP-címek kiosztása egy előre beállított címtartományból történik úgy, hogy közben megjegyzi a program, milyen címetek osztott már ki. Így nem fordulhat elő, hogy két PC ugyanazt a címet kapja meg. Ennek az eljárásnak akkor van nagy előnye, ha sok számítógép található a hálózatban; nehézkes lenne mindegyik IP-címét feljegyezni, illetve szükség esetén átállítani.

A DHCP-protokoll megtalálható az intelligens DSL-modemekben is. Így ezek a modemek képesek kiosztani IP-címeket minden egyes számítógépnek, amelyeket modemhez csatlakoztatunk.

A **RIP** (Routing Information Protocol) szintén megtalálható a fejlett DSL-modemekben. A protokoll lényege, hogy az egymással összekapcsolt routerek adott időközönként üzeneteket küldenek el egymásnak, amelyben tudatják a többi routerrel, hogy milyen IP-címmel rendelkező célállomásokat képes az adott router elérni, a használatban lévő portjukon keresztül. A kölcsönösen elküldött információk alapján a routerekben kialakulnak táblázatok, amelyek alapján egyértelmű útvonalak rajzolódnak ki a különböző címekkel rendelkező végberendezések elérhetőségéről.

Egy számítógépes hálózatban az elérhető számítógépek címeit barátságosabb megjegyezni, ha nem az IP-címüket tartjuk fejben, hanem egy rájuk jellemző – karakterekből álló – elnevezést. Különböző elnevezésű **WEB**-szervereket (pl. [www.radiovilag.hu](http://www.radiovilag.hu)) találhatunk az interneten is. A számítógépes hálózat azonban csak IP-címek alapján tud tájékozódni, így szükségünk van egy rendszerre, amely lefordítja a karakteres neveket IP-címekre. Ezt nevezik **DNS**- (Domain Name System) rendszernek. Ezek a DNS-szerverek tartják nyilván az interneten (hálózatban) elérhető, különböző ada-

tokat tartalmazó számítógépek elnevezéseit és IP-címeit. Néhány gép esetében kézzel mi is létrehozhatunk ilyen táblázatot, de nagyobb hálózat esetében már külön PC szükséges ehhez a művelethez. A DSL-modemekben található DNS-relay menüje lehetőséget nyújt arra, hogy megadjunk a modemnek egy számítógép IP-címet, amely mint DNS-szerver működik. Így, ha a modem kap egy karakterekből álló gépnevet, akkor ezzel a DNS-szerverrel konzultálva képes lefordítani a megnevezést az IP-címek világába.

A **NAT** (Network Address Translation) hálózaticím-fordítás funkció is egy fontos képessége a DSL-modemeknek. Ennek lényege, hogy ha a modemhez kapcsolt PC-k (LAN-oldal) olyan IP-címekkel rendelkeznek, amelyeket el szeretnénk takarni a külvilág elől (pl. nem nyilvános IP-címek vagy titkosított címek) akkor a NAT-funkció aktivizálásával egy IP-cím-fordítás lép életbe, amely oda-vissza fordítja a LAN-oldal nem publikus IP-címeit egy nyilvános, a modem számára kiosztott IP-címre.

Ezek a tulajdonságokon kívül a modemek rendelkezhetnek még különböző további intelligenciákkal is (pl. beépített security tulajdonságok vagy virtuális magánhálózat, VPN kialakításának képessége), de ezeket egy következő alkalommal tervezzük ismertetni.

## Modemmanagement – modemek felügyelete

Nézzük meg röviden mit jelent a management, és miért van szükség a modemek felügyeletére. Az eddig leírtakból egyértelműen látszik, hogy a DSL-modemek több különböző funkcióval, s az ezekhez tartozó többféle paraméterekkel rendelkeznek, amelyeket a helyes működés érdekében megfelelően be kell állítani. A felügyelet vagy management egyik feladata, hogy lehetőséget (hozzáférést) biztosítson a felhasználónak a beállított paraméterek megtekintésére, illetve azok megfelelő értékekre történő átállítására. Emellett a modemek bonyolultságából következőleg különböző meghibásodások, üzemi problémák is előállhatnak. Így a felügyeleti rendszereknek az is a feladatuk, hogy lehetővé tegyék a felhasználó számára a berendezés pillanatnyi állapotának megtekintését, valamint meghibásodás esetén megmutassák a hiba jellegét.



9. ábra

A felügyeleti rendszerek számítógépen, legtöbbször Windows vagy Unix operációs rendszer alatt futó programok. Felépítésük alapján két nagyobb csoportba sorolhatók a felügyeletet ellátó programok. Az egyszerűbbek, kisebb méretű programok, amelyek hordozható számítógépeken is könnyen elférnek. Ezeket elsősorban szervizes szakemberek használják, helyszíni telepítések alkalmával. A programokra jellemző, hogy csak a legszükségesebb beállítási és riasztási funkciókat tudják, grafikával nem mindig rendelkeznek, vagy ha van grafika, akkor az egyszerűbb kivitelű.

A megnövelt képességű felügyeleti rendszerek nagyobb teljesítményű számítógépeken képesek futni. Ugyre gyakoribb a több gépen futó, hálózathoz szervezett felügyeleti rendszer is. A többszámítógépes felügyeleti rendszer esetében találunk egy központi szervergépet, amelyik a felügyelt berendezéssel tartja a kapcsolatot és tárolja a tőle kapott információt. Ezenkívül van több munkaállomás, amelyek a központi szervergéppel vannak kapcsolatban. A munkaállomás számítógépei a szerver közreműködésével tudják megkérdezni a felügyelt berendezés állapotát. A többgépes felügyelet esetében a felügyelt berendezés (pl. DSLAM) paramétereit egyszerre csak egy felhasználó állíthatja át. (Képzeld el, milyen állapot alakulna ki, ha egy berendezést egyidejűleg többen állítgatnának...)

A napjainkban használatos felügyeleti rendszerek általában grafikus alapúak, vagyis különböző ikonok és ablakok láthatók, amelyekben el lehet végezni a beállításokat, karbantartást, hibakezelést. A felügyeleti rendszer

igen fontos feladata a hibajelzés. Az üzemeltetőnek gyorsan tudomást kell szereznie arról, ha a felügyelt eszközben hiba lépett fel, mondjuk egy kártya meghibásodott, vagy az egyik vonal megszakadt. A fellépett hibák jelzésére különböző szín-ill. hangjelek léteznek, amelyek felkeltik a kezelő

figyelmét a meghibásodott egységre.

A felügyelt berendezés és a felügyeletet ellátó számítógép közötti kommunikációs csatlakozás kiépítése kétféleképpen történhet. Az „outband management” esetében a felügyelet adatait szállító csatlakozás fizikailag független az adatátvitelt levezető közegtől (adatvezeték). Ekkor a felügyelt berendezés és a felügyeleti rendszer között a kommunikáció egy külön futó vezetékben történik, nem pedig az adatátvitelt biztosító kábeleken. Ilyen külső csatlakozás felügyeletet leggyakrabban a berendezés és a számítógép Ethernet-portjának összekapcsolásával alakíthatunk ki. Ezt a kiépítést helyszíni szerelések, hibakeresések esetén, vagy nagy biztonsági igény esetleg tesztkörnyezetben szokták alkalmazni, amikor könnyen kapcsolatba lehet lépni a berendezéssel, akár egy helyi hálózaton, vagy laptop segítségével.

Az úgy nevezett „inband management” esetén a felügyeleti információk a berendezés és a felügyeletet ellátó számítógép között ugyanazon a vezetékben futnak, mint ahol az adatátvitel is történik. Ennek a megoldásnak előnye, hogy olcsóbb mint az outband management, miután nagyobb távolság esetén nem kell külön vezeték kiépíteni a felügyelet számára. Az inband management hátránya viszont, hogy ha megszakad az adatátviteli vonal, akkor a felügyelet is megszűnik.

Minden modem alkalmas „outband”, és nagyon sok alkalmas „inband” felügyeletre is. A DSL-modemeken található LAN-port segítségével tudunk outband felügyeletet kiépíteni. Ekkor a felügyeletet ellátó számítógépet az Ethernet- vagy az USB-port

on keresztül tudjuk csatlakoztatni a DSL-modemhez.

A modemek egy jó része alkalmas arra is, hogy a WAN-portján keresztül lássunk el „inband” felügyeletet. Ez esetben a felügyeleti rendszer a DSL-vonalon kialakított felügyeleti csatlakozáson keresztül kommunikál a modemmel, így ennél a megoldásnál nem kell külön vezeték kihúzni a modem és a felügyeletű PC között.

A DSL-modemből a felügyelethez szükséges információkat az alábbiakban ismertetett módokon kérhetjük le.

A napjainkban forgalomban lévő modemeknél a leggyakoribb a WEB-böngésző segítségével nyújtott felügyelet. Ez esetben a DSL-modem rendelkezik egy beépített WEB-szerverrel, amely egy grafikus felületet jelenít meg a számítógépen futó böngészőben. A sikeres együttműködés érdekében a modem IP-címét és a számítógép IP-címét azonos címtartományba kell állítani, majd a PC-n indítani kell egy WEB-böngésző programot. A böngésző címsorába beírva a DSL-modem IP-címét, megjelenik a képernyőn a modem WEB-oldala a különböző információkkal. Biztonsági okokból, ha a modemet konfigurálni is szeretnénk, meg kell adni egy azonosítót és egy jelszót is. Csak ezek ismeretében lesz lehetőségünk a modem paramétereinek megváltoztatására. A felügyeleti programban megnyitható grafikus ablakok segítenek a könnyebb tájékozódásban. A 9. ábrán egy WEB-management-ablak képe látható, amely megmutatja a Siemens ADSL-router LAN-portjának elsődleges és másodlagos IP-címét. Az ablak bal oldalán látható a menü, amelyből kiválaszthatjuk a számunkra szükséges pontot.

A DSL-modemek Telnet kommunikációs protokoll segítségével is felügyelhetők. Ez esetben a Telnet-kapcsolat felépítésekor a modem IP-címét kell megadnunk. Miután felépült a kapcsolat, rendszerint egy azonosítót és egy jelszót kér a modem, amely ismeretében van csak lehetőségünk a modemet átállítani. Telnet használata esetében nem grafikus felületen végezhetjük a beállításokat, hanem egy egyszerű parancssoros szöveges ablakban. Abban az esetben, ha a DSL-modem és a felügyeletet végző számítógép között nem biztonságos az adatátviteli csatlakozás, alkalmazhatunk SSH (Secure Shell) protokollt is, amely a titkosított



adatátvitel révén levédi a modem által igényelt azonosítót és jelszót. A Telnet segítségével elérhető management-feület képét a **10. ábra** mutatja be. Az ablak felső részében láthatjuk a pillanatnyilag elérhető parancsok felsorolását, ezek közül egyet beírva (pl. ATM), megkaphatjuk az aktuális ATM-paramétereket, illetve meg is változtathatjuk azokat.

A modemgyártók mai kínálatából választhatunk olyan DSL-modemet is, amelybe soros portot is építettek. Ennek magyarázata, hogy ezen a porton keresztül is lehet a modemet felügyelni. Ez esetben nem kell használni a modem IP-címét, hanem a soros porthoz csatlakoztatható speciális kábellel a számítógép soros portjához tudjuk csatlakoztatni a modemet. Abban az esetben, ha rossz adminisztráció miatt nem tudjuk a modem IP-címét, vagy hibás működés miatt nem lehet elérni a modemet IP-kapcsolaton keresztül, nagyon jól jön ez az elérési lehetőség. Elindítva a felügyeleti PC-n egy terminálprogramot (pl. Hyper Terminal), elkezdődik a kommunikáció valamilyen szabványos terminál-emuláció (pl. VT-100) segítségével. A megjelenő képernyő ez esetben is parancssorokból álló szöveges egyszerű képernyő, hasonlóan mint a Telnet-protokoll alkalmazásakor. A soros porton keresztül megjelenített menürendszer rendszerint megegyezik a Telnet-parancssal elérhető menürendszerrel, a konfigurálási lehetőség is rendszerint azonos. A **11. ábrán** egy Hyper Terminal ablakban futó felügyeletet láthatunk.

A nagyobb teljesítményű felügyeleti rendszerek, amelyek nagyobb számú – akár több száz – berendezés felügyeletére is képesek egyszerre, SNMP (Simple Network Management

Protocol) segítségével kommunikálnak a felügyelt berendezésekkel. Ezt a protokollt az 1980-as évek közepén fejlesztették ki, amikor már egyre nagyobb gondot jelentett a növekvő méretű adatátviteli hálózatok felügyelete. Az SNMP működését tekintve három különböző részre bontható.

Az első a kiszolgáló program (Agent), amely program a menedzselte hálózati eszközben (pl. modem, router, DSLAM stb.) található meg. Feladata, hogy információkat szolgáltatson arról az eszközről, amelybe beépítették.

A második komponens a felügyeletet ellátó program (Manager), amelyet a felügyeletet végző számítógépre telepítenek és ott futtatnak. Feladata, hogy különböző SNMP utasításokkal kezelje (lekérdezés, utasítások küldése) a felügyelt berendezésben futó kiszolgáló programot (Agent).

A harmadik összetevő a menedzsment információs bázis (MIB), amely egy adatbázis. Ez az adatbázis a felügyelt berendezés összes paraméteréről tartalmaz információkat, ezek az információk SNMP-üzenetekkel kezelhetők (olyasható, írható). A menedzserprogram utasításai alapján a kiszolgáló program az adatbázisból olvassza ki információkat, valamint átír különböző paramétereket az utasítások függvényében. Az SNMP az egyszerűségének és az elterjedtségének köszönhetően alkalmas arra, hogy más-más gyártó felügyeleti rendszere (programja) alá beintegráljunk különböző felügyelni kívánt készüléket vagy berendezést. Képzeljük el, hogy van már néhány berendezésünk (pl. DSLAM), amelyet egy általunk jól megtanult management-programmal kezelünk. A háló-

zatbővítés következtében telepítünk újabb készülékeket (pl. ATM-kapcsolókat). Ekkor nem kell újabb felügyeleti rendszert vásárolnunk, hanem lehetőségünk van arra, hogy az SNMP segítségével az újabb eszközöket is a már megszokott programmal kezeljük. Ehhez persze a felügyeleti programba integrálni kell az újabb eszköz paramétereit is (adatbázis). A DSL-modemek fejlettebb változatai képesek SNMP-kommunikációra, miután rendelkeznek kiszolgáló (Agent) programmal és MIB adatbázissal. Így a felhasználóknak lehetősége nyílik arra, hogy különböző SNMP-alapú felügyeleti rendszerekkel kezelni tudják a DSL-modemeket, a modemek adatainak beintegrálását követően. A **12. ábrán** egy SNMP segítségével működő felügyelet összetartozó ablakait láthatjuk. Az ábrát alaposabban megnézve, láthatjuk azon az egyik ADSL-előfizető vonalához tartozó ATM-crossconnect (ATM-cella-továbbítás) paramétereit.

## Modemtesztetek laborban

Mielőtt egy gyártó piacra bocsátja új DSL-modemjét, szigorú teszt-sorozaton megy végig a modem, kezdve az alapvető működéssel kapcsolatos vizsgálatokkal, mint például az érintésvédelem vagy az elektromágneses kompatibilitás (EMC) vizsgálataival. Folytatva a tesztet, az eddigiekben ismertetett működési funkciók alapos vizsgálata következik. A gyártókon kívül természetesen a megrendelők is tesztelni szokták a DSL-modemeket. A **13. ábrán** bemutatunk egy teszhálózatot, amellyel laborban lehet tesztelni a DSL-modemeket. Ehhez hasonló teszt-



```

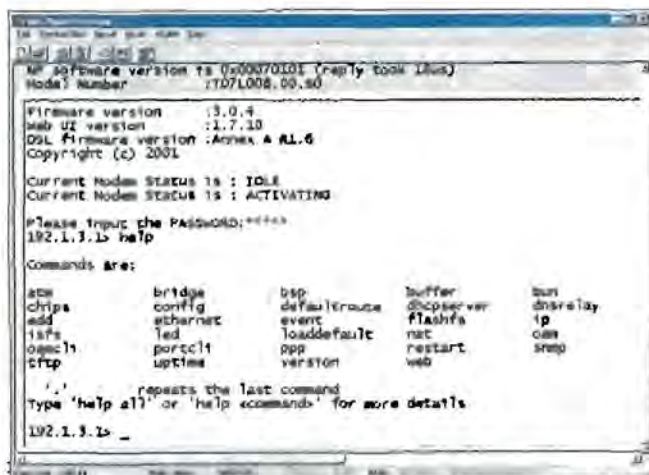
C:\Telnet>telnet 192.133.1
Connected to 192.133.1.
Escape character is '^C'.
192.133.1>help
help
-----
cmd           bridge      bsp         defaultroute  buffer       dnsmrelay
add           config      event       set            flashfs      ip
del           led         loaddefault  net            restart      oam
help         ppp         portcli     uptime         version      web
help         stop

help           repeats the last command
Type 'help all' or 'help command' for more details

192.133.1>Current Node Status is: Idle
Current Node Status is: Activating

192.133.1>
192.133.1>
  
```

10. ábra



```

C:\Telnet>telnet 192.133.1
Connected to 192.133.1.
Escape character is '^C'.
192.133.1>help
help
-----
MP Software version is 0500070101 (reply took 13ms)
Node Number      :T07L008.00.80

Firmware version   :3.0.4
Web UI version     :1.7.10
DSL Firmware version: Annex A AL.6
Copyright (c) 2001

Current Node Status is : Idle
Current Node Status is : Activating

Please Input the Password:****

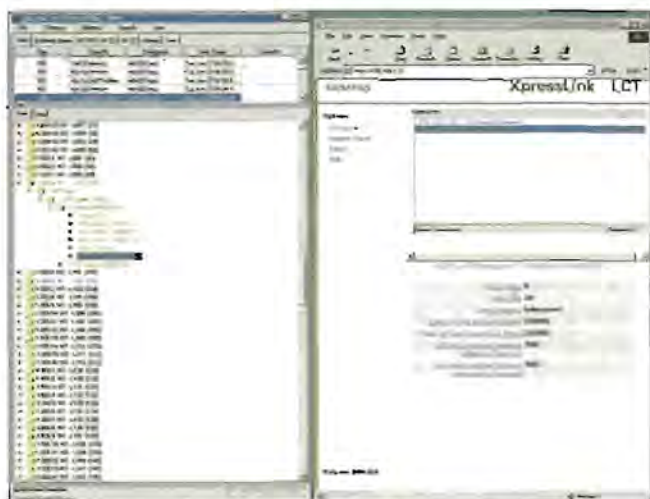
192.133.1>help
help
-----
Commands are:
add           bridge      bsp         defaultroute  buffer       dnsmrelay
chipa         config      event       set            flashfs      ip
del           led         loaddefault  net            restart      oam
help         ppp         portcli     uptime         version      web
help         stop

help           repeats the last command
Type 'help all' or 'help commands' for more details

192.133.1>
  
```

11. ábra





12. ábra

hálózatban tesztelhetik a gyártók és a felhasználók a különböző DSL-modemeket. Ez a hálózat kicsiben megfelel a DSL-szolgáltatók által használt hálózatnak. Az ábrán balról jobbra haladva nézzük végig, milyen összetevőkből épül fel a teszrendszer, és hogyan lehet tesztelni a modemeket.

Az ábra bal oldalán az „Előfizetők” sávban elhelyezkedik 5 munkaállomás,

amelyek az előfizetőket jelenítik meg. Az első három ADSL-vonallal rendelkezik, a negyedik SHDSL-vonallal, az ötödik előfizető pedig WLAN-kapcsolaton keresztül csatlakozik az adatátviteli hálózathoz. Az előfizetők számítógépet csatlakoztatjuk a vizsgálni kívánt DSL-modemekhez. Több

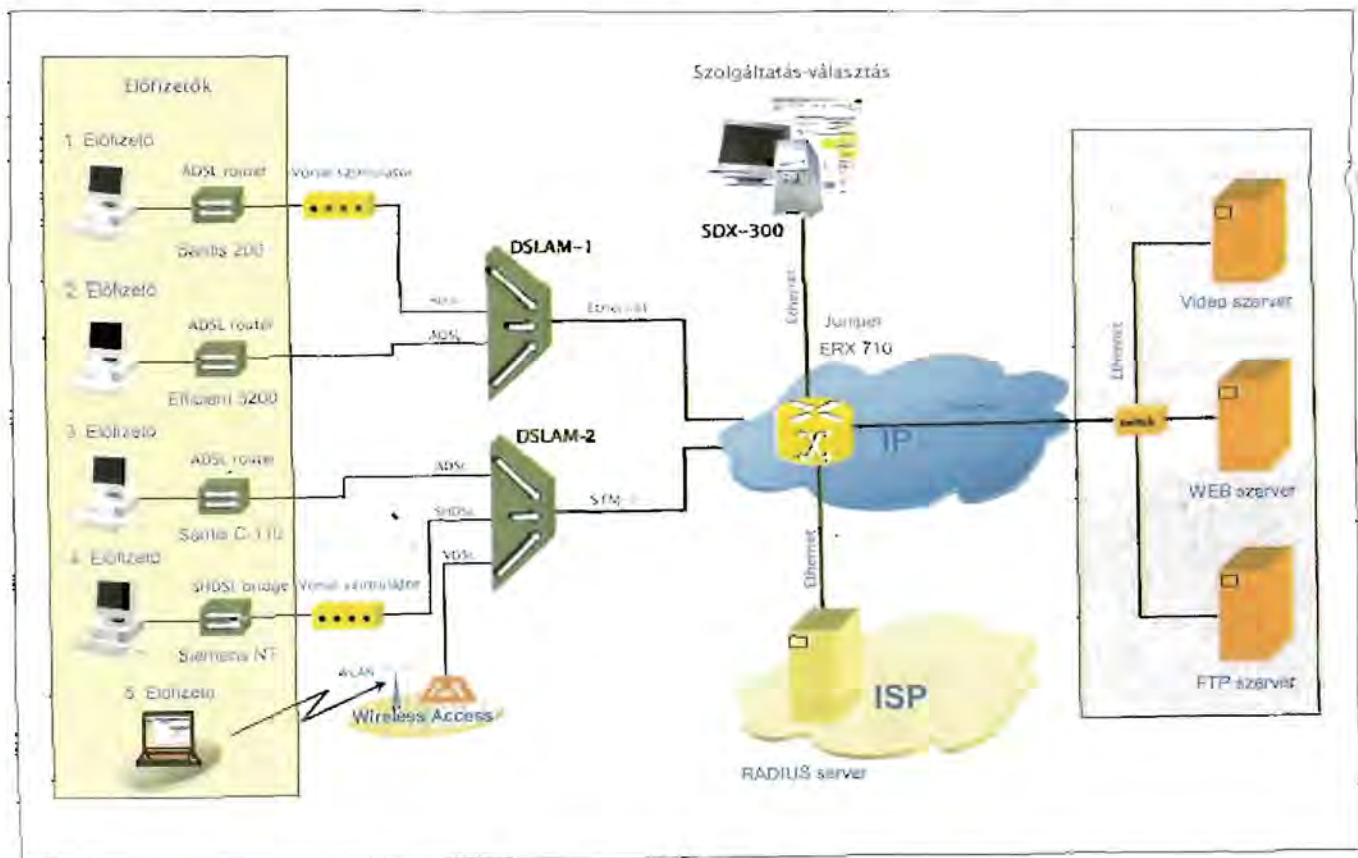
vonal párhuzamos kiépítésével, összehasonlító-tesztet is tudunk végezni különböző modemek között.

Az első két előfizető ADSL-vonalon keresztül csatlakozik a DSLAM-1 multiplexerhez. Ez a DSLAM-Ethernet-szabványú gerincvezetékkel rendelkezik, így Ethernet-porton keresztül csatlakozik az IP-alapú routerekből felépülő adatátviteli hálózathoz. A har-

madik és a negyedik előfizetőt a DSLAM-2 fogadja, az egyiknél ADSL-vonal, a másiknál SHDSL-vonal került kiépítésre.

A DSLAM-2 egy hagyományos ATM-alapú DSLAM, amelynek a gerincvezetékén is ATM-cellák haladnak. Így ezt a DSLAM-ot ATM-porton keresztül lehet csatlakoztatni az adatátviteli hálózathoz. Az ötödik előfizetőnek WLAN-interfészsel rendelkező ADSL-modemje van, amely ADSL-vonalon keresztül csatlakozik a második DSLAM-hoz.

A DSLAM-ok különböző portokon keresztül (Ethernet ill. ATM/STM-1) kapcsolódnak a Juniper-routerhez, amely az IP-alapú adatátviteli hálózatot szimbolizálja esetünkben. Ehhez a routerhez csatlakozik a Radius-szerver, amely – mint korábban említettük – a PPP segítségével végzi el bejelentkezéskor a felhasználó azonosítását. Az előfizetők különböző igénybevételi jogainak kifinomultabb beállításait teszi lehetővé az ábra tetején látható „Szolgáltatásválasztó” program, amely egy nagyobb teljesítményű számítógépen fut. A Juniper-routerhez csatlakoznak továbbá az internetszolgáltatókat (ISP)



13. ábra

helyettesítő szervergépek (videoszer-  
ver, WEB-szerver és FTP-szerver),  
amelyek konkrét szolgáltatásokat tud-  
nak nyújtani az előfizetők számára. A  
videoszerveren különböző videoanya-  
gok helyezkednek el, amelyek elérhe-  
tők és lejátszhatók. A WEB-szerver kü-  
lönöző WEB-lapokat kínál fel, az  
FTP-szerverről pedig különböző mére-  
tű fájlok tölthetők le.

A DSL-modemek tesztelésénél cél-  
szerű első lépésként a modem és a  
DSLAM együttműködését megvizs-  
gálni. E teszt során néhány méter  
hosszúságú vezetékkel összekötjük a  
DSLAM megfelelő portját és a mode-  
met, majd beállítjuk a megfelelő szink-  
ronizációs módot. Ezután vizsgáljuk,  
hogy képes-e a modem összeszinkroni-  
zálni a DSLAM-mal, vagy sem. A  
szinkronizáció sikerességéről a mode-  
meken található LED-ek, valamint a  
DSLAM felügyeletét végző program is  
tájékoztatót ad. Ha a szinkronizáció  
nem jön össze, akkor meg kell vizsgá-  
lni az ADSL-átvitellel kapcsolatos pa-  
ramétereket, hogy jól vannak-e beállít-  
va.

Sikeres szinkronizáció esetén kez-  
dődik a modemek egyik legfontosabb  
tulajdonságának a mérése: milyen  
hosszú vezeték szakaszon képes még  
összeszinkronizálni a modem és a  
DSLAM. Ehhez a méréshez szükséges  
egy vonalhossz-szimulátor, amelyet a  
modem és a DSLAM között lévő tele-  
fonvonalba illesztünk be. A vonal-  
hossz-szimulátor képes arra, hogy  
olyan telefonvezeték-paramétereket  
szimuláljon, amelyek megfelelnek a  
különöző (0,1...10 km) hosszúságú tele-  
fonvezetékek jellemzőinek. Többféle  
vonalhossz-szimulátort is lehet kapni a  
kereskedelemben, típustól függ, hogy  
milyen hosszú vonalszakaszt képes szim-  
ulálni az eszköz, illetve milyen típusú  
zajt képes belekeverni az átviteli csa-  
tornába. A modem hatótávolságát úgy  
mérjük, hogy a vonalhossz-szimulá-  
toron különböző vezeték hosszakat állí-  
tunk be, figyeljük, hogy meddig áll  
össze a szinkron a modem és a DSLAM

között. Előnyös tulajdonsága egy  
modemnek, ha képes minél nagyobb  
(4-5 km) távolságon összeszinkroni-  
zálni a DSLAM-mal.

A következő lépésben célszerű  
tesztelni azt, hogy rendben működnek-  
e a DSL-modem LAN-portjai, vagyis  
rendben felépül-e a kapcsolat a modem  
és a felhasználó számítógépe között.  
Ekkor tesztelni kell a modem összes  
LAN-portját, kezdve az Ethernet-port-  
töktől (beépített switch esetében több is  
van), folytatva az USB-porttal. Az  
USB-port tesztelése esetén installálni  
kell a megfelelő USB-drivert a felhasz-  
nálói PC-re, majd vizsgálni kell, hogy  
működik-e helyesen az adatátvitel.  
WLAN-interfészsel ellátott modemek  
esetében a rádiós kapcsolatot is vizs-  
gálni kell. Itt célszerű megmérni a rá-  
diós hatótávolságot a modem és a PC  
között, valamint tesztelni kell a külnö-  
böző hálózathozzáférés-titkosítási el-  
járásokat. Ezek a titkosított hozzáféré-  
sek azért szükségesek, mert a rádiós  
kapcsolat révén illetéktelenek könny-  
ebben hozzáférhetnek a számítógé-  
pes adathálózathoz. Megfelelő titkosít-  
ással a jogosulatlan hozzáférés nehe-  
zítendő, ill. megakadályozható.

Miután ellenőriztük, hogy a DSL-  
modem képes együttműködni a számí-  
tógéppel, továbbá képes összeszinkro-  
nizálni a DSLAM-mal is, kezdődhet az  
adatátviteli út kialakítása. Ennek első  
lépése, hogy beállítjuk az adatátvitelre  
használt ATM-csatorna paramétereit a  
modemben és a DSLAM-ban is. Ezt  
követően állítjuk be a modemben, a  
vizsgálni kívánt enkapszuliációs pro-  
tokollokat (pl.: RFC 1483 bridge vagy  
PPPoE stb.). Ugyanezt a protokollt kell  
beállítani a kapcsolat túloldalán talál-  
ható routerben is (esetünkben ez egy  
Juniper-router). Az adatátviteli út mo-  
demtől kiinduló irányában, a DSL-mo-  
dem becsomagolja az IP-csomagokat a  
kiválasztott protokoll alapján, majd  
ATM-cellákba tördeli ezeket a kerete-  
ket. Az ATM-gerincvezetékű DSLAM  
összefogja és továbbítja ezeket a cellá-  
kat a router felé. Az ERX-router fogad-

ja az ATM-cellákat és csomagolja ki  
végül az IP-csomagokat az ATM-cel-  
lákából, a modemmel megegyező beál-  
lítású protokoll szerint. Amennyiben  
helyesen működik a tesztelt protokoll a  
DSL-modemben és a routerben egya-  
ránt, akkor sikeresen továbbíthatunk  
adatcsomagokat, ill. tesztelőcsomago-  
kat (pl. a ping parancs segítségével) a  
felhasználó számítógépétől a routerig  
és vissza.

Ha sikeresen összeállt az adatátvit-  
teli út az előfizető PC-je és a router  
között, akkor az IP-alapú adatátviteli  
hálózat segítségével különböző szol-  
galtatásokat is beindíthatunk, ezzel  
tesztelve az adatátvitel sebességét és  
minőségét. Az ábra jobb oldalán látha-  
tunk három szervert, amelyek külnö-  
böző szolgáltatásokat biztosítanak. A vi-  
deoszerver több külnööző méretű vi-  
deoanyagot tartalmaz, amelyek leját-  
sását igényelheti a felhasználó a számí-  
tógépéről. A WEB-szerver külnö-  
böző grafikájú WEB-oldalakat tartalmaz,  
amelyeket szintén megtekinthetnek a  
felhasználók. Az FTP-szerver külnö-  
böző méretű fájlokat tartalmaz, ame-  
lyeket a felhasználók tölthetnek le  
igény szerint. A letöltések alkalmával  
lemérhető az adatátviteli út és a DSL-  
modem adatátviteli sebessége, amely  
fontos paraméter az adatátvitelben.

A teszthálózat segítségével vizsgá-  
lhatjuk még a Radius-szerver működé-  
sét, valamint a szolgáltatásválasztást  
lehetővé tevő program működését is.  
Továbbá végezhetünk külnööző háló-  
zatterhelési tesztek is. Ezeknek a  
teszteknek a részletezésére egy másik  
cikkben tudunk majd kitérni.

#### Felhasznált irodalom:

- DSL-modemek katalógusai (Siemens, Iskra-  
Tel, Telindus)
- Unisphere Networks: ERX B-RAS Configu-  
ration Basics
- Andrew S. Tanenbaum: Számítógép-háló-  
zatok
- Adathálózati alapismeretek. Tanfolyam-  
anyag, 2000 (Siemens)
- Rádiótechnika Évkönyve 2003

# HIFIMIX

@ online műszaki áruház

▼ TERMÉKEK



▼ ALKATRÉSZEK



[www.hifimix.hu](http://www.hifimix.hu)  
[info@hifimix.hu](mailto:info@hifimix.hu)

# Tapasztalatok antennahangolókkal, balunokkal

Jánosy János Sebestyén irányítástechnikai szakmérnök, hőfizikus, HA5GN

A közelmúltban két jó cikk is fölkelte a figyelmemet e témakörben: az egyik segítségével könnyen mérhetjük meg ferritgyűrűnket [1], a másik pedig igen érthetően és korrekten tekinti át ezt a – tévhitekkel is súlyosbított – témakört [2]. Amit lényegesnek tartok ugyanekkor: hiába vásárolhatunk ma már adó-vevőt, antennahangolót, antennát, ha nem tudjuk pontosan, mire kell ügyelnünk az állomás felépítése, összeállítása során.

Mára minden adó-vevő és végfok egységesen 50 Ω-os aszimmetrikus kimenettel végződik, pedig ilyen antenna nincs. Az amatőr antennák többsége szimmetrikus, a vertikálisak közül a műföldesek aszimmetrikusok, de rezonáns impedanciájuk nem 50 Ω. A 45°-ban lefelé irányuló radiókkal működő GP nagyjából 50 Ω, de ennek radiáljai már nem földpotenciált adnak.

A profi antennáknál valamit mindig tesznek az antenna talppontjába, amitől az többé-kevésbé illeszkedik az 50 Ω-os kábelhez. A legegyszerűbbeknél, mint a G5RV, vagy a ferritgyűrűs közepű W3DZZ, viszont a tápkábel hossza is fontos, néha kritikus: a nem megfelelően megválasztott hossz gyakran lehetetlen impedanciákat tud produkálni a kábel adó felőli végén.

A fentiek miatt rendszerint szükség van valamilyen antennahangolóra,

amit újabban be is építenek a jobb készülékekbe, automatizált működéssel. (Ezt a hangolatlan tranzistoros végfokok miatt vezették be. A csöves végerősítők kimeneti Collins-szűrői az antennaillesztés feladatát is – aránylag kielégítően – ellátják.) Ezek rendszerint egyszerű T-tagok (1.a ábra), amelyek igen széles tartományban működnek, s a hangolásuk is könnyen algoritmizálható. Úzletileg tehát előnyösök, ránézésre rögtön látszik azonban a legfőbb bajuk: tulajdonképpen felüláteresztő szűrők, sok esetben károsan kiemelik a harmonikusokat.

A kommersz antennahangolók, amelyek majdnem mindig csak aszimmetrikus ki- és bemenettel készülnek, ugyanilyen (T-tag) felépítésűek; némelyik felajánl ugyan valami ferritgyűrűs trafót a kimenetén (1.a ábra), de arról meg a [2] alapján is tudhatjuk, hogy csak igen szűk körben, közel valós („ohmos”) terheléssel, gyakorlatilag tehát alig használhatók.

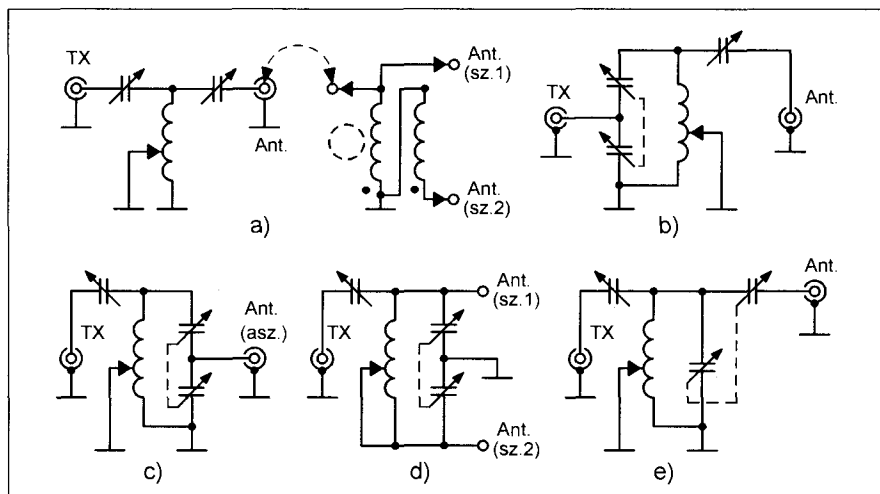
Egyébként ezek az olcsó antennahangolók (az adókba beépített automatikusokkal együtt) nem ígérnek sokat: azt vállalják, hogy az 1:3-nál nem rosszabb SWR-ű antennákat behozzák 1:1-re, azaz korrigálják az egyébként korrekten illesztett profi antennák esetleges, pl. a telepítési viszonyokból adódó hibáit.

Komoly követelmények kielégítésére az amatőrök évtizedekig használták az Ultimate Transmatch (1.b ábra), amiről szintén köztudott volt, hogy extrém esetekben szeret felüláteresztő szűrővé fajulni. Ezért először megfordították (c ábrarészlet); így már ritkábban jelentkezett a probléma, és automatikusan adódott a merev-szimmetrikus változata is (1.d ábra, 1970-ben már ezt használtuk a HA5KFZ-n az ótágú V-csillag két szomszédos szálának kihanolására). A „merev” ebben az esetben azt jelenti, hogy a kettősforgó két álló fegyverzetén ellenfázisú és közel azonos amplitúdójú jel keletkezik. Ehhez pontosan szimmetrikus tápvonal illik, az ilyen viszont sajnos ritka (persze sosem a tápvonallal van a baj, hanem azzal, hogy a másik végén az antenna *nem pontosan szimmetrikus*). Később tovább fejlesztették, SPC néven ez látható valamennyi ARRL Handbookban 1985 óta (e ábrarészlet, SPC: Serial-Parallel Capacity, ennek előnyeiről később).

Az adó-vevők másik jellegzetessége, hogy a hálózati érintésvédelmi vezető mindig a készülékdozozra van kötve, de ugyanide kerül – a földelt antennacsatlakozón keresztül – a koaxiális kábel köpenye is. Ha (elillesztés vagy más miatt, [2]) az antennakoax köpenyén az antennaáram aszimmetrikus összetevője is fellép, akkor ezt az épület érintésvédelmi hálózata továbbvezeti, ami igen érdekes, de cseppet sem üdvözlendő jelenségekhez vezethet. Az antennát *valahol* (2. ábra) el kell választanunk *nagyfrekvenciásan* az életvédelmi hálózattól.

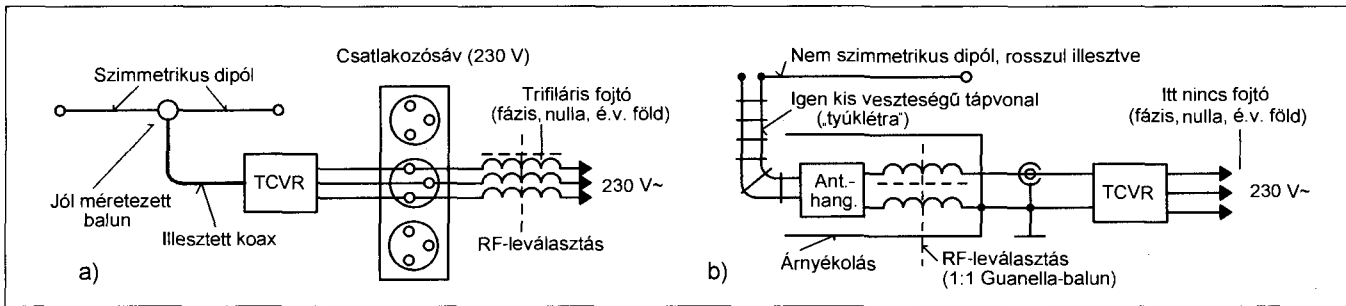
## Az RF-földeléssel kapcsolatos problémák

Az amatőr (hacsak nem a vizes talajon ül, ami azért néhány expedíció során előfordulhat), nem tud jó nagyfrekvenciás föld birtokába jutni. Ugyanis 10 m-en a  $\lambda/4$  kb. 2,5 m, ennél sokkal rövidebb földelővezetékre volna szükség (a földelővezeték hossza nem a vízcsőig, hanem a valós földig számít!) – ez már az első emeleten sem megy. Ha nincs jó földünk, a vízcsöveket az an-



1. ábra. a) „T” tag és szimmetrizáló balun, b) The Ultimate Transmatch, c) az „Ultimate” megfordítva, d) az előző, szimmetrikusan, e) az „SPC” (minden forgószekció 200 pF, az induktivitás 15 μH, ha a 160 m is kell, akkor 25 μH)





2. ábra. a) ha jó az antenna, akkor minden egyszerű, b) elillesztés esetén a hangolóknak „lebegnie” kell!

tenna fogja meghatározni, és nagyobb teljesítmények és antenna-elillesztés együttes előfordulása esetén bizony a készülékdobozok elkezdhetnek „csípni”. Ez feltétlen kerülendő, mert az adószobában keringő nagyfrekvencia számos más, nem kívánatos jelenséghez vezethet.

Két megoldás adódik, attól függően, hogy tudunk-e jó földet készíteni magától az antennából, vagy sem. Ha egy szimmetrikus és rezonancián lévő antennát (dipólt) tényleg szimmetrikusan tudunk kihúzni, akkor a közepére helyezett és jól méretezett balun olyan aszimmetrikus 50 Ω-ot produkál, aminek a földje *igen jó föld*, mert az *antenna szimmetrikus terhelése* hozza létre. Ezt a jó földet tetszőlegesen hosszú koaxszal lehozhatjuk (ha az is 50 Ω-os), tehát ehhez köthetjük készülékeinket. Ilyenkor a hálózatól való nagyfrekvenciás szigetelést (zavarok távoltartása, mindkét irányban!) a 230 V-os elosztóban hozhatjuk létre, egy hatékony, ferritűdra készült trifiláris fojtóval (2.a ábra). Ez a legegyszerűbb és legjobb megoldás: a tápvonal nem sugároz és nem szed össze zavart.

Fontos, hogy adónkkal galvanikus kapcsolatban lévő segédberendezéseink – el-key, PC stb. – *ugyaneből a csatlakozósávból táplálva* nagyfrekvenciás szinten szigetelve legyenek, ellenkező esetben bármelyik kisöntölheti a szigetelő fojtót.

Ha az első megoldás nem megy – antennánk nem teljesen szimmetrikus, nincs pontosan illesztve, nincs rezonancián, tehát a tápvonal adó melletti végének egyik pólusa sincs földpotenciálón, és nem csak rezisztív impedanciát képvisel – akkor kössünk magunkat nagyfrekvenciásan a 230 V-os hálózat érintésvédelmi földjére. Továbbá az antennahangoló előtt válasszuk magunkat le nagyfrekvenzien egy 1:1-es Guanella-balunnal (tápvezetékből készült fojtó, erről később) az antennáról

(2.b ábra). Ekkor azonban a tápvonalunk sugározni fog (adás alatt), valamint zavarokat fog összeszedni (vétel alatt).

Nem lehet eleget hangsúlyozni, hogy az adó mellett elhelyezett illesztő nem csökkenti az antenna-tápvonal produkál elfogadható minőségű terhelést. Ha az SWR magas, a tápvonal veszteségei sokszorozódnak, ilyen eset csak igen kis veszteségű tápvonal esetén engedhető meg (pl. légvezeték).

### A szimmetrizálás és az antennahangolás sorrendjének felcserélése

A 2.b ábrán látszik az az aránylag új megoldás, amely végre megnyugtatóan rendezte az elillesztett antennák ügyét. Mielőtt erre rátérünk, tisztázni kell néhány fogalmat az antennákkal kapcsolatban. A felhasznált *tápvonal* típusától függően beszélünk szimmetrikus vagy aszimmetrikus táplálású antennákról. A szalagkábeles, a tyúklétrás szimmetrikus, a koaxos aszimmetrikus. Holott az antenna rendszerint fix illesztéssel van a tápvonalhoz kötve, így a tápvonal alsó végéről nézve egy egységes tápvonal-illesztés-antenna rendszer látszik, amely együttesen lehet szimmetrikus vagy aszimmetrikus. Szerintem az antenna-tápvonal rendszerek *három csoportba* sorolhatók:

#### 1. Pontos szimmetrikus rendszerek

Szimmetrikus az antenna, szimmetrikus illesztéssel, szimmetrikus tápvonallal, ahol az antenna kihúzása, a tápvonal vonalvezetése olyan, hogy a két felére közel azonosan hat a környezete. A tápvonal alsó végén mindkét vezető a földhöz képest közel azonos impedanciát mutat. Az ilyen antenna azonos amplitúdójú, ellentétes fázisú táplálást kíván. Ilyen pl. a V-csillag tetszőleges

két szára, hurokdipólok szalagkábelrel stb.

#### 2. Pontos aszimmetrikus rendszerek

Itt a tápvezeték egyik pólusa (mégpedig a koax köpenye) *tényleg* földpotenciálón van. Ilyen rendszer látható a 2.a ábrán, tehát ez keletkezhet szimmetrikus antennának az antennafejben történő pontos aszimmetrizálása révén is, pl. olyan balun (*balanced-unbalanced*) alkalmazásával, amely illeszkedik a táp-koax-hoz. Ilyen rendszer még a negyedhullámú vertikál, sok vízszintes radiállal, ha gondoskodunk arról, hogy kb. 36 Ω-os impedanciája 50 Ω-ra legyen illesztve, az egyik pólus földpotenciáljának megőrzésével (unún, *unbalanced-unbalanced*, tehát az illesztő mindkét oldalának egyik pólusa föld). Az a GP vagy „triple leg”, amelynek radiáljai 45°-ban lefelé vannak kihúzva, további intézkedés híján nem ilyen, mert a koax harisnyájára kötött radiálok ilyenkor *nincsenek földpotenciálón!* (Tény, hogy kisebb impedanciát mutatnak a föld felé, mint a sugárzó.)

#### 3. Nem pontos aszimmetrikus rendszerek

Ide kerül minden rendszer, amely az előbbi kettőbe nem sorolható. Valamennyi szimmetrikus rendszer, amelyik nem sikerült szimmetrikusra, valamennyi koaxos rendszer, ahol a koax harisnyája még sincs földpotenciálón. Teljesen mindegy, milyen típusú a tápvonal. Az ilyen rendszerek tápvonalának egyik vezetője sincs földpotenciálón, és a két vezető föld felé mért impedanciája nem egyforma.

A dolog iróniája, hogy a korábban használt antennahangolók vagy pontos aszimmetrikus, vagy pontos szimmetrikus rendszerhez készültek, tehát az

első két csoportból valamelyikhez (lásd 1.a–1.d ábra). Az a rendszer viszont, ami miatt pedig az amatőr elővette az antennahangolót, az rendszerint a harmadik csoportba tartozott. Korábban, ha szimmetrikus kimenet kellett, az aszimmetrikus hangoló kimenetére szimmetrizálót kötöttek (1.a ábra). Ide ferritgyűrű akkor alkalmazható, ha:

- az antenna *tényleg* szimmetrikus (1. csoport),
- alapjában véve *rezonáns* (rezisztív, azaz jó közelítéssel valós impedanciát mutat), és
- impedanciája *nincs nagyon messze* attól, amire a ferritgyűrű méretezték [2].

Mindez így együtt gyakorlatilag csak nagyon ritkán teljesül.

A 2.b ábrán látható illesztőrendszer másképp működik. Felépítésének legfontosabb szempontjai az alábbiak:

### 1. A ferritgyűrűs balun elhelyezése

Tegyük a balunt oda, ahol jól működik! Ne az antenna és a hangoló közé, hanem az adó és a hangoló közé! Ha ide tesszük, elfelejthetjük a [2]-ban leírt aggályok többségét. Mivel nem az antennafejben van, ellenőrizhetjük a melegedését is. Könnyű méretezni, mert az adó felől valós  $50\ \Omega$ -ot lát, a leillesztett hangoló felől szintén. Az egyetlen feladata, hogy a hangolót *földfüggetlenné* tegye. A jól méretezett 1:1-es Guanella-balun kimenete ugyan elvileg szimmetrikus, de bármelyik felét földelni lehet, anélkül, hogy az adó ezt különösebben észrevenné (erről később).

### 2. A hangolót és az antenna-tápvonal-rendszert sehol ne földeljük (nagyfrekvisen)!

Fontos: az adótól az antenna felé haladva a balun kimenetétől a tápvonalig nagyfrekvenciásan minden „lebeg”, semmi sincs „földre” kötve! A balun bemenetének rézharisnyáját még földelnünk kell, de a balun kimenetét, az antennahangoló bemenetének/kimenetének csatlakozóit, a tekercsét, a forgókondenzátorait már tilos! Alkalmazhatunk árnyékoló dobozt, de csak szigetelten!

Ebből persze az következik, hogy a sugárzó rendszer tápvonal-vezetékeinek feszültségei a föld felé mutatott saját impedanciák arányában *automa-*

*tikusan* alakulnak ki. Az adó-balunhangoló együttesének feladata a tápvonal-vezetékein fellépő feszültség amplitúdójának (ezzel a kimenőteljesítménynek) a maximálása, úgy, hogy eközben az adó pontos aszimmetrikus  $50\ \Omega$ -ot lásjon. Azzal, hogy a tápvonal-vezetőin egyébként a földhöz képest mekkora feszültségek alakulnak ki, végül is nem kell törődnünk.

Még egy fontos dolog: a fentiek miatt ez a *balun-hangoló* együttes alkalmas *mindhárom csoport* antennáinak korrekt kezelésére, mert semmije sem függ attól, hogy a tápvonal-vezetékhez képest hol van a föld.

### „Régi” antennák használatának tapasztalatai

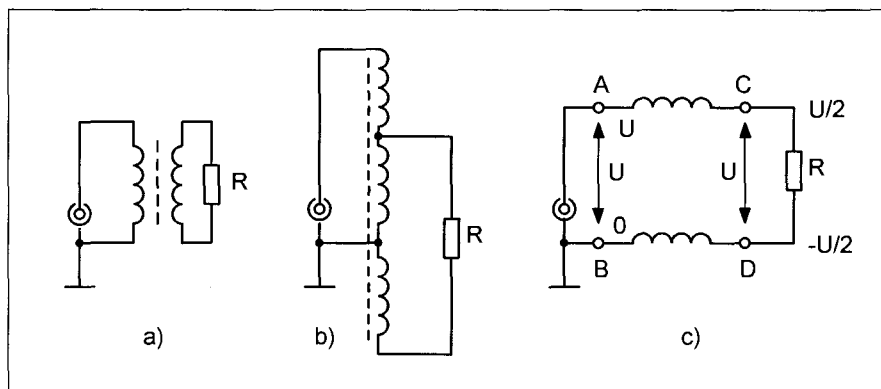
Az én kalandjaim azzal kezdődtek, hogy a feledhetetlen emléké HA5KF Frici bácsinak úgy 1990 táján megemlítettem: a közelgő napfoltminimumra (az előzőre, hi!) készülve, 160 m-es sávú dipólt szeretnék kihúzni, tekintettel megnőtt lehetőségeimre (egyrészt engedélyezték a sávot, másrészt lett helyem egy családi ház révén). Tudta, hogy ezen kívül csak egy háromsávos yagim van, s felvetette: Miért nem húzok ki „tyúklétrás” (szimmetrikus légvezetékkel táplált) antennát? Le tudnám hangolni az ablakban akár mind a kilenc sávra!

Ez az ötlet nagyon vonzó volt, meg is született a  $2 \times 41,8$  m hosszúságú dipól, a tyúklétrával együtt. A rezonanciafrekvenciái a rövidülési tényező figyelembe vételével: 1707, 3503, 7096, 10 689, 14 281, 17 874, 21 467, 25 060 és 28 653 kHz. Mint látszik, 3,5, 7, 14 és 28 MHz kivételével másutt nincs igazán „ott a frekin”, de mindenütt *na-*

*gyon közel van!* Mivel a „tyúklétra” igen kis veszteségű, az antenna minden sávon könnyen rezonanciára hozható egy megfelelő antennahangolóval! Nagy lelkesedéssel álltam neki a feladatnak.

Még kellett tanuljam a nem-rezonáns huzalantennák hangolásának mára elfelejtett csínját-bínját. Ma, a koaxos világban ez már szinte ismeretlen. Korábban volt már dolgom Zepp-pel, egyvezetékes táplálású VS1AA antennával (1966, HA5KDI), de ennek ellenére sokat köszönhetek Frici bácsi tanácsainak. A mai, nagyfrekvenciás rélékkel távkapcsolt, többemeles, koaxszal táplált, toronyról kihúzott slope-ekkel ez a régi technika nem igazán versenyképes, de bepillantást nyújt abba a világba, amelyben a hajó két árboc közé kihúzott huzalnak még minden frekvencián antennának kellett lennie. A repülőgép farkából kiengedett sodrattal, a jégtábláról, tutajról sárkány vagy gázzal töltött ballon segítségével felengedett vékony dróttal összeköttetést kellett teremteni, az adott frekvencián, függetlenül a huzal aktuális hosszától!

Eddig összesen négy antennahangolót építettem, és több mint 15 balunt próbáltam ki, többnyire ferritgyűrűset, de néhány légmagosat is. Most, hogy nyakunkon a következő minimum, az alacsony frekvenciák szerepe újra felértékelődik. Nagyon sokunknak nincs elég helye hosszú huzalok kifeszítéséhez, jönnek a kompromisszumok, a hangolgatás. Véleményem szerint alacsony frekvenciákon az eredmények nem mindig vannak arányban a befektetett munkával – nyilván egy jól terjedő 10 m-es sávnál egy korrekt beammel nincs jobb – de a szűk esztendőök örömei sem vetendőek meg. Ne feled-



3. ábra. a) transzformátoros balun, b) autotranszformátor, c) 1:1-es Guanella-balun

jük: a végfoképítéssel együtt ez egy olyan terület, ahol a mai digitális technika, a *tényleg rádióamatőrök* számára mára már szinte követhetetlen informatikai forradalom még nem lehetetlenített el mindent: itt még a reszelő, a légkondi, a torony, a drótfeszítő nem pótolható, nem helyettesíthető egy mikrokontrolleres chip ROM-jába történő letöltéssel, vagy egyéb szoftveres megoldással.

### Többsávós RH-balunok a gyakorlatban

Többsávós, szélessávú balun gyakorlatilag kétféle létezik: a transzformátoros (beleértve az autotranszformátort is, **3.a és 3.b ábra**), valamint a tápvonalból készített, ún. fojtó típusú (c ábrarészlet).

Transzformátoros balun esetében azon az áron, hogy a teljes teljesítményt a ferritgyűrű mágneses köre viszi át, teljesen leválaszthatjuk adó-vevőnket, galvanikusan is. A 3.a ábrán a szekunder tekerés teljesen földfüggetlen lehet.

Az autotrafós balunnál feladjuk a föld- és a galvanikus függetlenséget, viszont gyakorlatilag kétszer akkora teljesítményt vihetünk át: a teljesítménynek csak kb. a fele terheli a ferritgyűrű mágneses körét (3.b ábra).

A fojtó típusú balun is sokféle lehet: a legegyszerűbb, ha mindjárt az antenna alatt készítünk egy pármenetes légmagos tekeréset magából a koaxból. A javasolt tekeresadatok a **táblázatban**

### Koaxkábeles tekerceses, légmagos balun adatai

Koaxtekercs, egy sávra		
MHz	RG-213, RG-8	RG-58
3,5	6,6 m, 8 menet	6 m, 6-8 menet
7	6,6 m, 10 menet	4,5 m, 6 menet
10	3,6 m, 10 menet	3 m, 7 menet
14	3 m, 4 menet	2,4 m, 8 menet
21	2,4 m, 6-8 menet	1,8 m, 8 menet
28	1,8 m, 6-8 menet	1,2 m, 6-8 menet
Koaxtekercs, több sávra		
MHz	RG-213, RG-8, RG-58	
3,5-30	3 méter, 7 menet	
3,5-10	5,4 méter, 9-10 menet	
14-30	2,4 méter, 6-7 menet	



4. ábra. 1:1-es Guanella-balun 1,8...30 MHz-re

láthatók; az egysávós fojtó természetesen hatásosabb, mint a többsávós. Mindjárt az antennafej alatt tekerjük fel (ahogy a filmekben a lasszót esévélik) a koaxiális kábelből a táblázatban méterben megadott hosszal olyan átmérővel, hogy a megadott menetszám jöjjön ki. A meneteket szigetelő szalaggal vagy kábel kötegelővel rögzíthetjük egymáshoz, de ügyeljünk, hogy mindkettő jól bírja az UV-sugárzást. A kötegelőt ne húzzuk túl feszesre, nehogy eltorzítsa a koax keresztmetszetét. (Az RG-8, RG-213 valamivel vastagabb, mint 1 cm, az RG-58 kb. 5 mm átmérőjű.) Az antennának persze így ki kell

bírnia a koax-tekerés súlyát és az általa okozott szélellenállást is.

Nem túl nagy teljesítményeknél a vékonyabb koaxot tekerhetjük ferritgyűrűre, ferritrudra is. A tápvezetékes, ferritgyűrűre tekereselt, fojtó típusú balun esetében is csak a teljesítmény fele terheli a magot, ha a szekunder oldal szimmetrikus terhelést ad (3.c ábra). Régen transzformátoros balunokhoz N20-as, N50-es anyagjelű ferritgyűrűt javasoltak a rövidhullámú sávokra. Ha a vékony koaxot ferritgyűrűre tekerjük, bátran használhatunk a modern anyagokból N250-est is. (Az elmúlt években ilyen gyűrűket a nagyobb rádió-



amatőr-találkozókon lehetett vásárolni, elfogadható áron.)

Az általam javasolt, mérésre felkészített, RG-58-as koaxból készített balun látható a **4. ábrán**. Az ilyen, 1:1 vagy 1:4 áttételűt első alkalmazójáról Guanella-balunnak is szokás nevezni. A balun bifiláris tekercse tulajdonképpen egy tápvonal darab. Ha nem koaxiális kábelből volna, igyekezni kellene lehetőleg egy 50 Ω-hoz közel álló hullámvezetési impedanciájú huzalpárból készíteni. A tápvonal darab belső felületein (ér, harisnya belső felülete) a szimmetrikus antennaáram egyforma, de ellentétes fázisú, így kifele mágneses tere (elvileg) nincs, a ferritgyűrű erre nem hat. A koaxiális köpeny külső oldalán folyó aszimmetrikus antennaáram [2] tekintetében viszont a balun mint fojtótekercs működik, tehát úgy rendezi át a kimenetén a feszültségviszonyokat, hogy ez az áram minimális legyen. Előnye még, hogy – fojtótekercs lévén – a külső köpenyáramokat nemcsak az antennafejben, de a tápvonal adó felőli végén is hatékonyan gyengíti.

Földfüggetlen, névleges 50 Ω-os terhelés esetén a balun végpontjain a feszültségek a 3.c ábra szerint szimmetrikusra állnak be. (A –U/2 úgy értelmezendő, hogy ellenfázisban van a +U/2-vel.) Mivel a tekercseken csak U/2 feszültség van, és az áram az egész körben ugyanaz, a toroidot a teljesítménynek csak a fele terheli.

Kössük össze a 3.c ábrán a B–C pontokat, azaz földeljük le a terhelés felső végét! A balun átalakul transzformátorrá, amelynek a primer tekercse a felső (A–C, a meghajtás és a földre kötés között), a szekunder a földről indul (B pont) és a terhelés „meleg” végére dolgozik (D pont). Ilyenkor a teljesítmény egésze átmegy a vason, de ha az bírja, az adó nem vesz észre semmit. (A „balun”-ból „unun” lett.)

Most a B–C pontok helyett kössük össze a B–D pontokat! A B–D tekercs

így rövidzárba került, ezt a rövidzárát a vas átranzformálja a primer, A–C tekercsre. A balun mint ha ott se lenne, újra „unun” lett belőle, az előbbihez képest fordított polaritással (amíg a ferrit bírja; ilyenkor is a teljes teljesítmény terheli).

Látjuk tehát, hogy az 1:1-es Guanella-balunnak – amíg a vasa a terhelést bírja – teljesen mindegy, hogy a terhelés melyik részén van a föld! Ezt lehet kihasználni – ha szigetelt hangolót iktatunk közbe – tetszőleges antennák korrekt kezelésére. A 4. ábrán látható az egyik koax aljzat földjére forrasztott huzal – ez volt a „B pont”, ez szolgált a bemérés során a különböző állapotok ellenőrzésére (lásd majd az 5. ábrát). Ha a dolog rendben van, akkor az adó és utána az SWR/telesítménymérő egyszerűen nem veszi észre, hogy a B pont éppen a C-vel, a D-vel van-e összekötve, vagy egyikkel sem. (A mért SWR kismértékben változhat ugyan, de a legkisebb frekvencián sem haladja meg az 1:1,2 értéket.)

A méretezési ökölszabály a következő: a koaxból készülő tekercs impedanciája a használni kívánt legalacsonyabb frekvencián is legyen *legalább négyszerese* a tápvonal impedanciájának (50 Ω). Tehát, 160 méterre:

$$4 \cdot 50 \Omega = \omega L = 2\pi fL \quad [\text{MHz}, \mu\text{H}],$$

tehát

$$L = \frac{200 \Omega}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,8 \text{ MHz}} = 17,7 \mu\text{H}.$$

Tekerjünk a gyűrűre 10 menetet kötőhuzalból, forrasszunk párhuzamosan egy 100 pF-os kondenzátort! Szig-nálgenerátor és csővoltmérő segítségével mérhetjük meg a rezonanciafrekvenciát (ami rendszerint 1 és 10 MHz közé szokott esni). Ez most kb. 2,27 MHz-re adódott, tehát a 10 menet inductivitása (MHz, μH, pF értékeknél):

$$f = \frac{1000}{2 \pi \sqrt{LC}} = 2,27 \text{ MHz},$$

tehát

$$L = \frac{10^6}{4 \pi^2 f^2 C} = \frac{10^6}{4 \cdot 3,14 \cdot 3,14 \cdot 2,27 \text{ MHz} \cdot 2,27 \text{ MHz} \cdot 100 \text{ pF}} = 49,2 \mu\text{H}.$$

Mivel 49,2 μH helyett csak 17,7 μH kell, s az inductivitás a menetszámok négyzetével arányos:

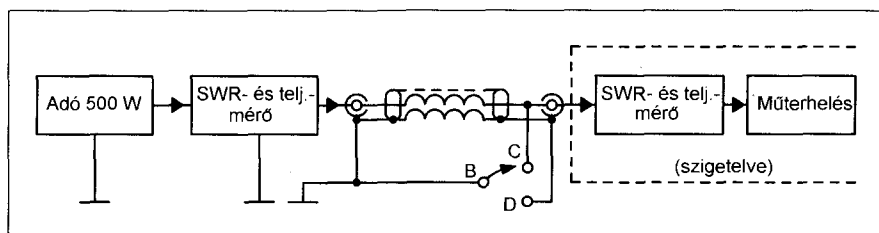
$$\frac{n_x^2}{n_0^2} = \frac{L_x}{L_0}, \text{ ennek alapján:}$$

$$n_x = n_0 \sqrt{\frac{L_x}{L_0}} = 10 \sqrt{\frac{17,7}{49,2}} \approx 6 \text{ menet.}$$

Ez a hatmenetes balun látható a 4. ábrán, a bemérésének kapcsolása pedig az **5. ábrán**. A bemérés során arról kell meggyőződnünk, hogy a vas nem melegsik és kis állóhullámaránnyal átvisszi a teljesítményt a legelső és a legfelső sávon is. Ha valamelyik vagy néhány közbenső sávon rossz állóhullámarányt kapunk, ne ijedjünk meg: lehetséges a mérési elrendezés kábelhosszaiból, szórt kapacitásaiból olyan rezonancia, amely ijesztőnek tűnik, de a soros hangoló majd kikompenzálja. A hangoló szempontjából a legrosszabb helyzet 160 m-en szokott lenni, ahol vagy az inductivitás, vagy az egyik, esetleg mindkét kapacitás kevés.

Ha a balun rendben van, akkor hozzákezdhetünk az antennahangoló tervezéséhez. A lényeg a tömbvázlaton, a **6.a ábrán** látható.

A kapcsoló „direkt” állásához nem kell sok magyarázat, ilyenkor a koax kimenetre a koax bemenet jut, akár bent van a rövidzár, akár nincs. Ha a hangolót akarjuk használni, és pontos aszimmetrikus antennánk van, akkor be kell dugnunk hátul a koax mellett rövidzár is és a „tuned” állásba kell kapcsolni. (Az „A.H.” dobozkába majd az 1.e ábrán látható „SPC” áramkör kerül.) Ha az antennánk nem pontosan aszimmetrikus, akkor ki kell húznunk a rövidzár, és a tápvonal két vezetőjéből az egyiket a koax csatlakozó belsejébe, a másikat a szigetelt banánhüvelybe kell dugni a rajz szerint (a PL259 foglalata – az SO239 – olyan méretű, hogy egy banándugót kényelmesen bele lehet dugni). Hogy az esetleg pontosan szimmetrikus antennánk szimmetriáját el ne rontsuk, a koaxcsatlakozó és a szigetelt banánhüvely azonos hosszúságú (és kapacitású) koax-



**5. ábra. Mérési elrendezés (a második teljesítménymérőre nincs feltétlen szükség)**

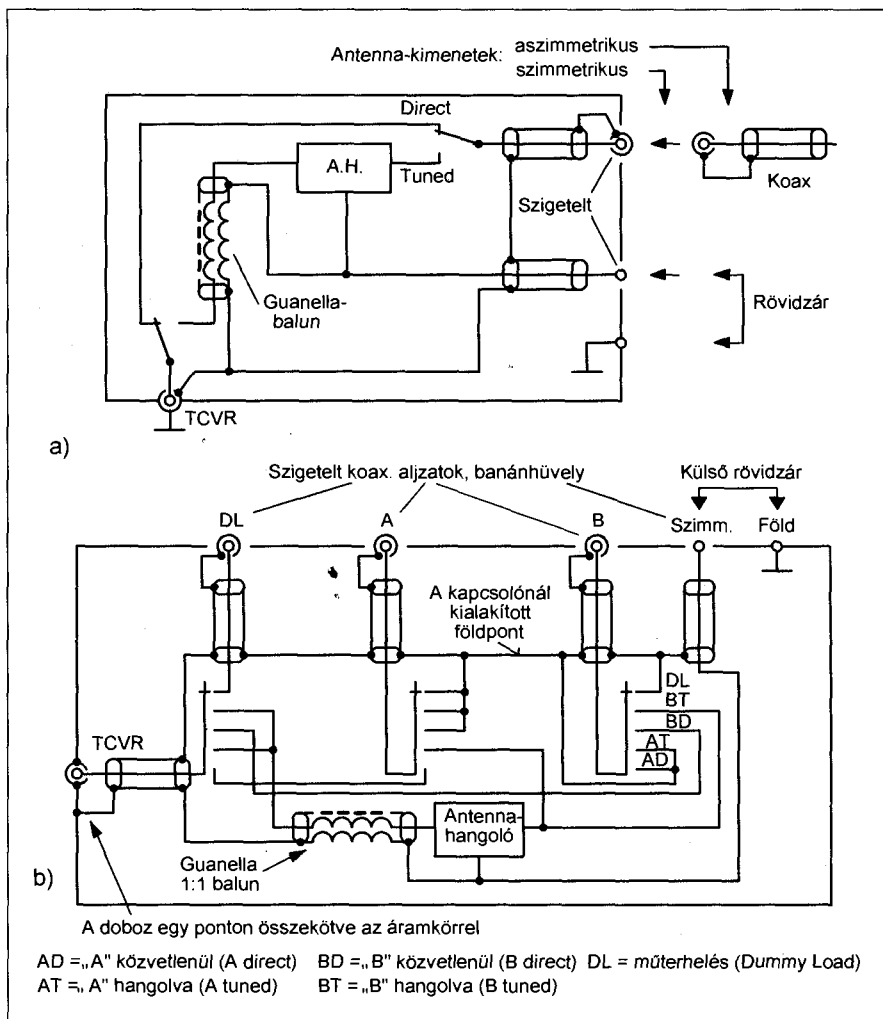
darabban van bekötve (mind a kettő a kapcsolótól jön), ezt a föld felé azonos kis parazita kapacitást a hangoló könyven kompenzálja.

Ha az antennánk nem pontosan szimmetrikus, az egyik ág „melegebb”, nagyobb feszültség van rajta. Ezt legkönnyebben egy öreg VR105-ös vagy VR150-es stabilizátorcső, esetleg egy glimmlámpa segítségével ellenőrizhetjük. Ha adás közben a csövet foglalatánál tartva az *üvegburájával* a huzalhoz érintjük, begyullad, „kivirít”, persze a nagyobb feszültségű huzal mellett erősebben. Jobban járunk, ha a koaxcsatlakozó közepébe a „melegebb”, a szigetelt banánhüvelybe pedig a „hidegebb” vezetőt dugjuk.

A 6.a ábra szerinti tömbvázlat alapján hangolókat igényeink szerint testre szabhatjuk. A **6.b ábrán** például két antennát (az egyik lehet szimmetrikus) és egy műterhelést fogadni képes hangolót láthatunk, ami ugyanezen tömbvázlat alapján készült. Érdekessége, hogy a nem használt antennákat földeli; ha a műterhelésre kapcsolunk, akkor mind a kettőt. Ezt csak akkor szabad, ha a két antenna csak különböző sávokon üzemel. Ha van olyan sáv, amin mind a két antenna rezonál, akkor nem szerencsés földelni, mert ettől jelentős indukált áram keletkezhet a nem használt antennában, ami elronthatja a használt antenna iránykarakterisztikáját.

Az elrendezés olyan, hogy a (dobozhoz földelt) bemenettől egy koax a nagyfrekvenciás kapcsolóhoz (háromtárcsás,  $2 \times 5$ -ös yaxley) vezet, ahol egy szigetelt földponthoz készítettem. A kapcsolónak a szükségesnél kétszer több áramköre van, ezért mindegyik, a 6.b ábrán látható kapcsoló tulajdonképpen kettő, párhuzamosan kötve. Valamennyi hátlapi kivezetéshez a kapcsolótól egyenlő hosszúságú koaxok futnak, árnyékolásuk egyrészt a szigetelt földponthoz, másrészt a szigetelt SO239 csatlakozó testéhez van kötve (értelemszerűen a szigetelt banánhüvelynek nincs „teste”). A Guanella-balun koaxa is a kapcsolótól indul, majd a hangoló áramkörhöz van vezetve, amelynek a kimenete újra visszatér a kapcsolóhoz.

Ha csak egy antennát akarunk csatlakoztatni, vagy több, mint ötállású kapcsolónk van, a felszabaduló (illetve eleve szabad) állásokat arra használhatjuk, hogy a hangoló forgóival kb. 150...200 pF-os, nagyfeszültségű kerámia kondenzátorokat kapcsolunk pár-



**6. ábra. Antennahangoló tömbvázlata. Csak az adó-vevő koaxfoglalata földelt, minden más szigetelt (a részlet). Az antennahangoló kialakítása két antennához; a DL, A, B, szimm. kivezetések koaxai egyforma hosszúak (b részlet)**

huzamosan, a 160 m-es üzemet megkönnyítendő. Ilyen megoldást találunk a [3]-ban is.

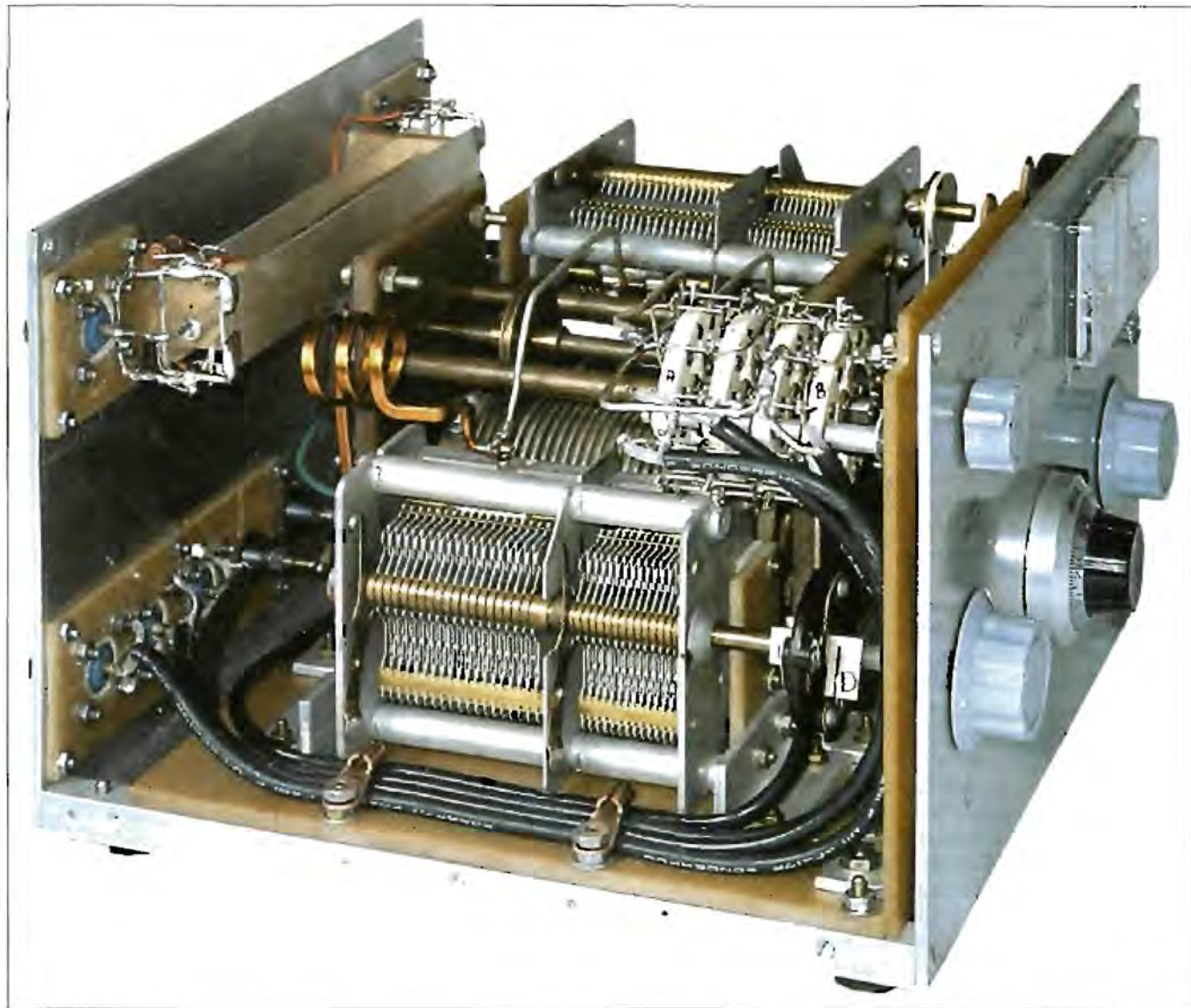
A 6.b ábra hangolóáramkörét aránylag olcsón meg lehet valósítani, ha nem kell 500 W teljesítmény fölé menni. Az alább ismertetett hangoló bírja az 1 kW-ot is, ha az antennák impedanciája nem nagyon tér el az 50 Ω-tól. Az 1.e. ábrán látható kapcsolás gyakorlati felépítése a következő.

Minden egyes forgókondenzátor-szekció egy  $2 \times 540$  pF-os, egy öreg Pacsirta rádióvevőből származó forgóból készült, amelynek eleve kellően nagy a légrése; a két felét sorba kötve használom, azaz a forgó teste, tengelye szigetelve van. A kapott kapacitás a két állórész között kb. 260–270 pF, az így kapott átütési szilárdság bőven elegendő az 500 W-hoz. Szikrázást, átütést csak akkor tapasztaltam, ha elfelejtettem az an-

tennát csatlakoztatni, hi! A kettősforgót két fenti Pacsirta-forgó mechanikus, skálahúrral történő összekötéséből hoztam létre, ami a 7. ábra jobb felső sarkában látható. A hátlapon – szintén szigetelten – helyet kapott egy klasszikus, iránycsatolás, precíz SWR-mérő is.

A forgatható induktivitás 17 μH, adatai: Ø52 mm, tekercselési hossz 80 mm, 26 menet Ø2 mm-es ezüstözött huzalból. Nem feltétlenül szükséges, hogy folyamatosan hangolható legyen, lehet fix is, kapcsolt leágazásokkal a következők szerint:

1,8 MHz	26 menet,
3,5 MHz	9 menet,
7 MHz	6 menet,
10 MHz	3 menet,
14 MHz	2 menet,
18 és 21 MHz	1 menet,
24 és 28 MHz	0 menet.



7. ábra. A bemeneti forgó, a kapcsoló és az egyenlő hosszúságú koaxok a szigetelt hátlapi csatlakozókig

A leágazások helye persze bizonyos mértékig antennafüggő. Ilyen kis menetemelkedésű tekercsen nehéz olyan

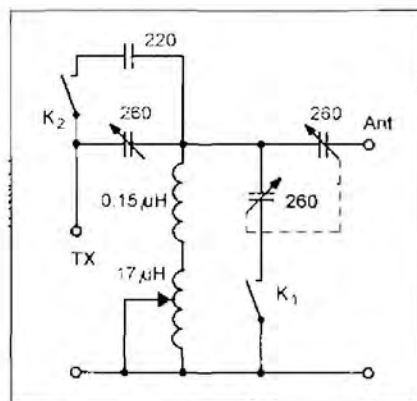
fix leágazást készíteni, amely nem olvad le: bandázásra ugyanis nemigen van mód.

Az első menetek hőtől való védelme érdekében a forgatható tekercs elé van kötve egy, a 7. ábrán látható, kb.  $0,15 \mu\text{H}$  induktivitású fix tekercs. Ennek adatai: 3 menet  $2 \times 4 \text{ mm}$  keresztmetszetű rézsínből,  $24 \text{ mm}$  hosszon,  $\text{Ø}26 \text{ mm}$  külső, ennek megfelelően  $\text{Ø}22 \text{ mm}$  belső átmérővel.

A 8. ábrán láthatjuk az adatokat összefoglalva. Az SPC-nek egyrészt az az előnye a T-taggal szemben, hogy a harmonikusok látnak utat a föld felé is, másrészt a kettősforgó tekercsrel párhuzamos szekciója a forgó fokozatos behajtásával egyre erősebben kompenzálja az induktivitás értékét; így ugyanazzal a menetszámmal az impedanciák

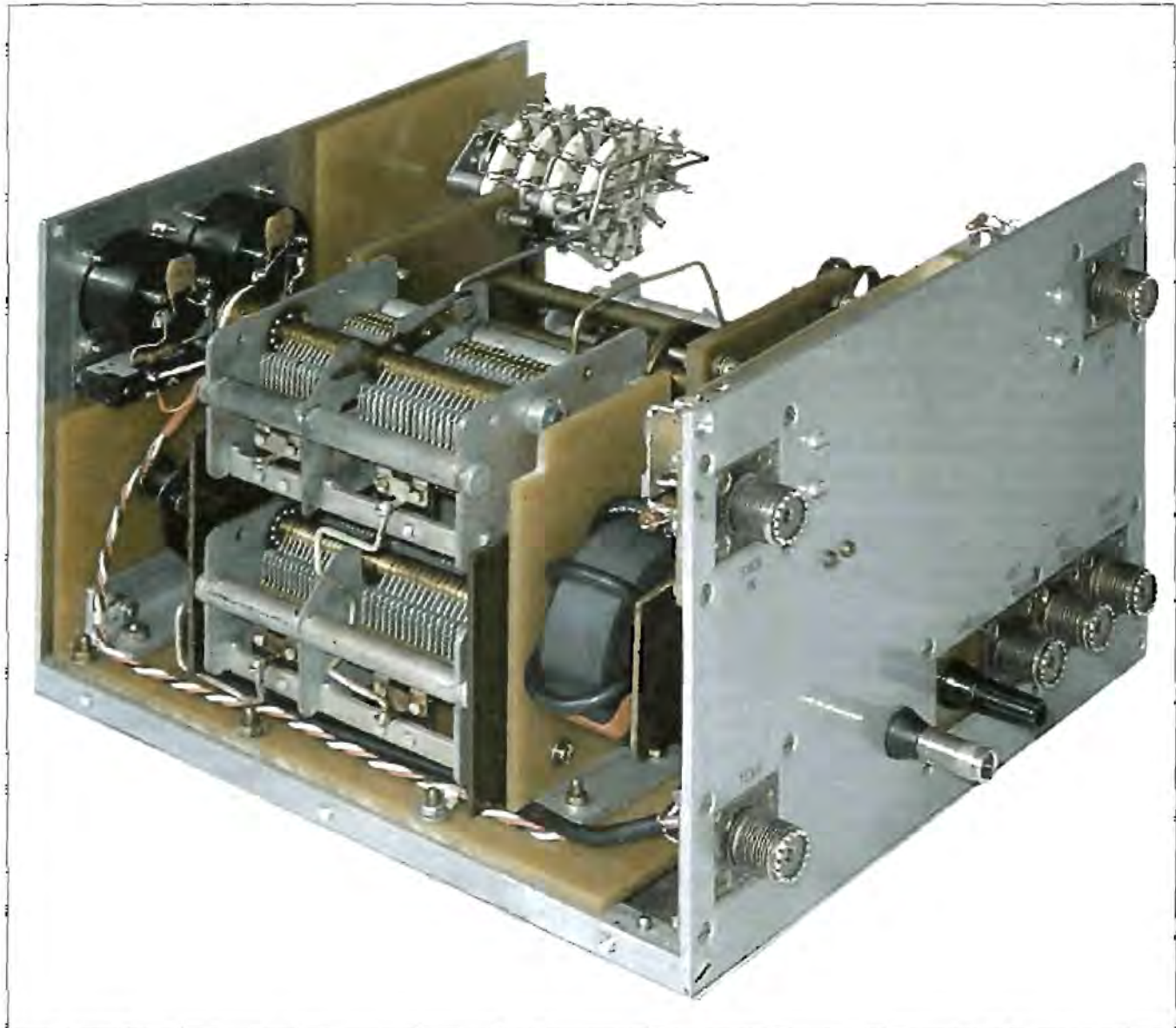
szélesebb tartományát tudjuk lehangolni.  $160 \text{ m}$ -en azonban szükség van az induktivitás teljes, kompenzálatlan értékére, így vagy ezt a forgószekelet kell lekapcsolni ( $K_1$ ), vagy a bemeneti forgóval kell egy  $220 \text{ pF}$ -ot párhuzamosan kapcsolni ( $K_2$ ), esetleg mindkettőt. Ha egyik sem elegendő, akkor ki kell toldani a tekercset. Ezt az adott antennára kell kikísérletezni, gondolom,  $160 \text{ m}$ -es antennából senkinek sincs sok.

A 9. ábrán látható a másik oldal: a „kettősforgó”, két Pacsirta-forgóból, hátuk mögött a Guanella-balun, beépítve. Hasznos, ha az állóhullámmérő külön mutatja az „oda” és a „vissza” jeleket, mert hangolás közben a teljesítmény is erősen változhat, az adó SWR-védelmének függvényében. Ha



8. ábra. Az SPC hangoló





9. ábra. A szigetelt kettősforgó, a hálplapi csatlakozók, az SWR-műszerek és a balun

csak a visszavert teljesítmény látjuk, nem mindig világos, hogy mi a hangolás, és mi az adó leszállításának következménye. A hangolást célszerű 10...30 W teljesítménnyel végezni (ekkor az adó sem szabályoz le, valamint kevésbé zavarunk másokat), aztán a maximális teljesítményen már csak finomítanunk kell.

A hangolásról nem lehet sokat mondani: a tekercset be kell állítani és addig tekerni a két forgót, míg elmúlik a visszavert teljesítmény. Valójában a 8. ábra bemeneti forgójának különböző állásaiban a kettősforgóval megpróbálunk minimumot venni. Hamar rá lehet érezni a „kétkezes” technikára. Sokat

segíthet, ha a sikeres forgóállásokat a különböző sávokra és antennákra felírjuk. Ha a gomb nincs skálázva, legalább annyit, hogy szemre 30°, 45°, 90°, 120°-ra stb. van nyitva.

A [3]-ban egy hasonló hangolót találunk, igaz, SPC helyett T-taggal, drága tekercsel és forgókkal, házi készítésű nagyfeszültségű fix kondenzátorral, messze 1 kW feletti terhelhetőséggel. Sajnos, ezek a nagy terhelhetőségű alkatrészek – ha egyáltalán hozzájutunk – méregdrágák. Az is igaz, hogy ha egy ilyen készülék jól van méretezve, soha többé nincs vele baj, örökre szolgál. Érdemes tehát időt, pénzt, fáradságot szánni rá!

#### Javasolt irodalom:

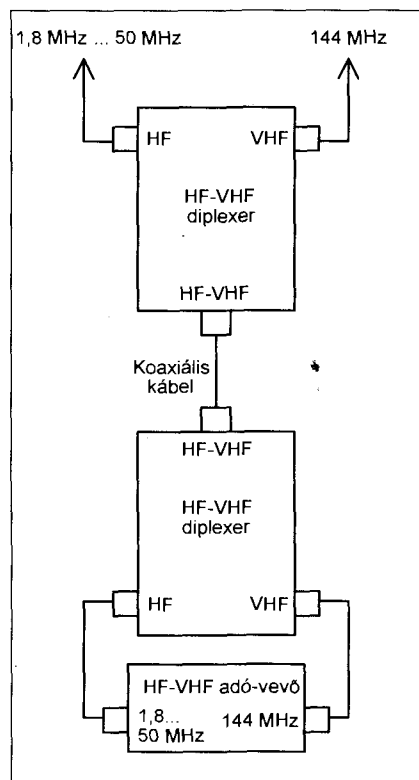
1. Bartók László HA5AG: Ismerjük meg ismeretlen ferritgyűrűnket! Rádiótechnika Évkönyve 2003, 218. o.
2. Dr. Gschwindt András HA5WH: Balunokról néhány sorban. Rádiótechnika 2004/7.
3. ARRL Handbook for the Radio Amateur 1999 címlapján látható N6BV antenna-hangolója, utána legalább 2001-ig minden évben közzéttek



# Hangolásmentes HF-VHF-diplexer

Nagy Gyula villamosmérnök, HA8ET@pollak.sulinet.hu

A korszerű technológiák, az egyre nagyobb mértékű miniatürizálás és a jó határfokú, új fejlesztésű félvezetők elterjedésével, előbb a rövidhullámú adó-vevőket egészítették ki az 50 MHz-es sávval, majd megjelentek a rövidhullámú sávoktól az 50 MHz-es és a 144 MHz-es sávban egyaránt működő, komplex, kis méretű rádiók. Általában az 50 MHz-es sáv a rövidhullámú készülék egy sávjának tekinthető, azonos „front-end” egységgel és közös antennacsatlakozóval. A 144 MHz-es sávval általában csak a KF-fokozatoktól kezdődően közegek az áramkörök. Az előerősítő, esetenként a keverő, a szintézer egy része és a végfokozat külön egységet képviselnek, mert ebben a frekvenciatartományban más kapcsolástechnikát alkalmaznak, mint az alacsonyabb frekvenciákon. Ennek megfelelően külön antennacsatlakozóra vezetik ki a rádió 2 m-es részét. Természetesen megoldható az 1,8 MHz-től 144 MHz-ig működő, szélessávú adó- és vevőáramkörök kialakítása is, de ez még meglehetősen költséges...



1. ábra. Egyetlen koaxiális kábel

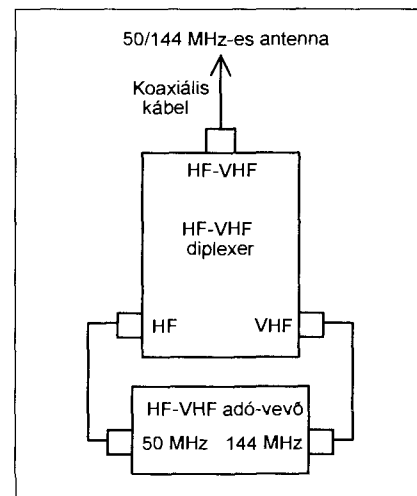
A 144 MHz és a 432 MHz szétválasztására már ismertettünk diplexerépítési leírásokat [1, 2 és 3]. Ezért ebben a leírásban most a rövidhullámú tartomány és a 144 MHz, valamint az 50 MHz és a 144 MHz szétválasztására adunk ötleteket. Az ismertetésre kerülő diplexer beiktatási csillapítása (vesztése) az üzemi frekvenciákon általában kisebb, mint egy kb. 15 m hosszú, átlagos minőségű koaxiális kábelé. Saját SWR-értéke pedig alacsonyabb a forgalomban lévő antennákra megadott értékeknél. Alkalmazása tehát észrevehető módon nem rontja az összeköttetés minőségét.

## A felhasználás lehetőségei

Az 1. ábrán bemutatjuk, hogyan dolgozhatunk egyetlen koaxiális kábellel valamennyi sávon 1,8 MHz-től 144 MHz-ig. Ehhez természetesen két diplexer szükséges. Az antennák típusa mindkét sávon teljesen közömbös. Például a rövidhullámú sávban használha-

tunk egy W3DZZ-t, egy össz-sávú vertikális antennát, egy „monoband” vagy akár egy többsávú Yagi-antennát, az URH-sávban pedig egy egyszerű körsugárzót a helyi forgalomra, vagy egy komolyabb yagit DX-re, az igényeinknek megfelelően. Mivel az 50 MHz körüli huzavona még jelenleg (főképe sorok nyomdába adásakor) is egy „hungaricum”-nak számít, ezért egyelőre csak a sávban zajló rádióforgalom megfigyelésről lehet szó. Különleges terjedések alkalmával erre kiválóan alkalmas a rövidhullámú antenna is, amelynek jele a készülék megfelelő bemenetére jut, ha a két diplexert a rajznak megfelelően kötjük össze.

A 2. ábrának megfelelő elrendezésnél az 50 MHz-es sáv megfigyelését kiegészítő lehetőségnek tekintjük a 144 MHz-es sáv különböző DX-terjedéseinek idején, miközben azon forgalmunk. Ennél a megoldásnál kétsávú (50/144 MHz-es) antennát kell használni. Gyakorlatilag az Aurora, az ES (szporadikus E) vagy az MS (meteor-scatter) terjedések mindig előbb jelentkeznek 50 MHz-en, mint 144 MHz-en, valamint jóval kisebb antennanyereség is elegendő a megfigyelésükhöz. Ezért érdemes ennek a sávnak a figyelése egy segédantennával. Az 1980-as években rengeteg ES- és Aurora-összeköttetést létesítettem úgy, hogy az 50 MHz-et



2. ábra. Közös antennakábel alkalmazása 50 és 144 MHz-es üzemben

(esetenként a 70 MHz-et) figyeltem. Egyrészt a DX-terjedés lehetőségéről, másrészt a várható irányáról így lehet egyszerű eszközökkel tudomást szerezni. Annak idején 50 MHz-es kiegészítő antennának – jobb híján – 7 MHz-es dipólt használtam. Természetesen, ha olyan országban járunk, ahol engedélyezett az 50 MHz-es sáv használata (gyakorlatilag az országhatárainkon kívül bárhol, mindenütt), akkor ez a megoldás adásra és vételre egyaránt megfelelő.

### A kapcsolás kiválasztása

A diplexerek méretezésének alapelveit a [4]-ban és az [5]-ban részletesen ismertettük, ezért ezek mellőzésével most csupán a HF-VHF-kapcsolás jellemzőivel foglalkozunk. A keresztelési frekvencia kiválasztása szempontjából az 50 és a 144 MHz-et vettük figyelembe. Ennek eredményeként 85 MHz-es keresztelési frekvenciát választva, mindkét kitüntetett üzemi frekvencián nagyjából azonos csillapítást (50 dB-t) kaptunk a nemkívánatos frekvenciára nézve. Kedvező jelleggörbét lehetne elérni elliptikus szűrők alkalmazásával, de ezek beállítása nehézkes, valamint a megépített valóságos áramkör karakterisztikái esetenként nagymértékben eltérnek az elméletileg szimulált kapcsolásától. Ennek oka, hogy a

parazitahatások a minimumhelyeket jelentős mértékben módosíthatják. Minél szélesebb átviteli tartományt kell biztosítanunk, annál nehezebb az elliptikus szűrők fizikai megvalósítása.

Különösen nehéz dolga van a tervezőnek akkor, ha az induktivitásokat valamilyen microstrip-technológiával kívánja megvalósítani. Ezek tápvonalaként működnek, minden harmonikusnál valamilyen rezonanciát mutatnak. A spirális induktivitások vagy a csatolt tápvonalszakaszok még bonyolultabb helyzetet okoznak, mint a normál tápvonalak. Nem csupán az induktivitásuk, hanem egyéb jellemzőik is befolyásolják a működést.

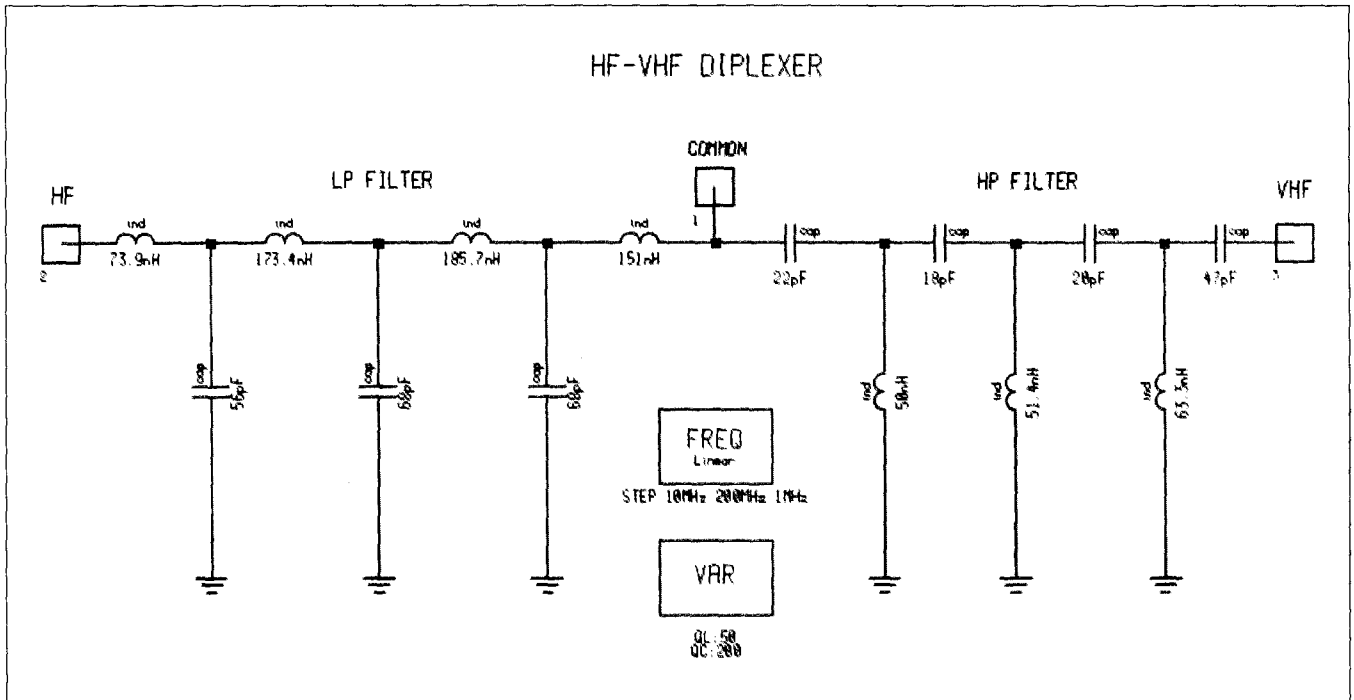
A biztos siker érdekében hetedfokú, Csebisev-approximációjú, egyoldalon terhelt, aluláteresztő (LP) és felüláteresztő (HP) létraszűrőket választottunk a diplexer megvalósításához. Ezek *monoton* karakterisztikája azt eredményezi, hogy amennyiben 50 MHz-en megfelelő az áramkör csillapítása, akkor a rövidhullámú tartományban ez még kedvezőbb értékű lesz. Ennek a szűrőtípusnak elegendően nagy az oldalmeredeksége és nincsenek káros visszalógásai az átviteli karakterisztikán, tehát széles frekvenciatartományban is alkalmazhatók. Az átviteli sávban  $\pm 0,3$  dB-es ingadozással számolva, igen kedvező SWR-értékre (Return Loss) számíthatunk az üzemi

frekvenciákon. Első látásra a hetedfok talán kissé túlzottnak tűnhet, de a rádiók 100 W körüli teljesítménye miatt szükséges legkevesebb 45 dB-es elnyomást biztosítani a nemkívánatos frekvencián. Az alkatrészek szórása és a panel elkészítése során fellépő kisebb pontatlanságok miatt ezt az értéket a tervezés során feltétlenül túl kell lépünk!

### A diplexer „elméleti” kapcsolása

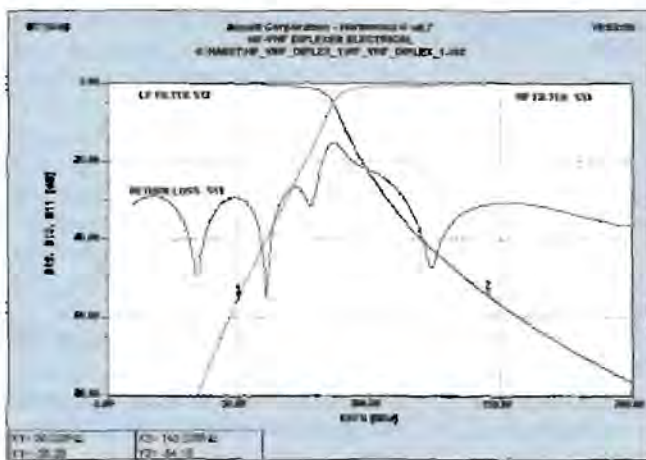
A tervezés részleteinek mellőzésével a **3. ábrán** bemutatjuk a kész diplexer elméleti kapcsolási rajzát. Valójában ez már nem csupán egy teoretikus kapcsolás, mert a kondenzátorok kapacitását a szabványos E12-es sorból választottuk, tehát a szűrőtervezés során kapott értékeket kerekíteni kellett. A megváltozott kapacitásértékek miatt a szűrő induktivitásait többszöri optimalizálással úgy kellett módosítani, hogy a jelleggörbék az ideális szűrőkkel vizsgált görbékétől minél kevésbé térjenek el. Figyelembe vettük továbbá a felhasznált alkatrészek veszteségét is.  $Q_L = 50$  és  $Q_C = 200$  jóságú tényezővel számoltunk  $f = 100$  MHz-en. Ezek az értékek közepes minőségű, olcsó alkatrészekkel is biztosíthatók.

Az 1-gyel jelölt kapu a közös port, a 2-es az 1,8...50 MHz-es (HF), a 3-as pedig a 144 MHz-es (VHF) kapu. En-



3. ábra. A HF-VHF diplexer „elméleti” kapcsolási rajza





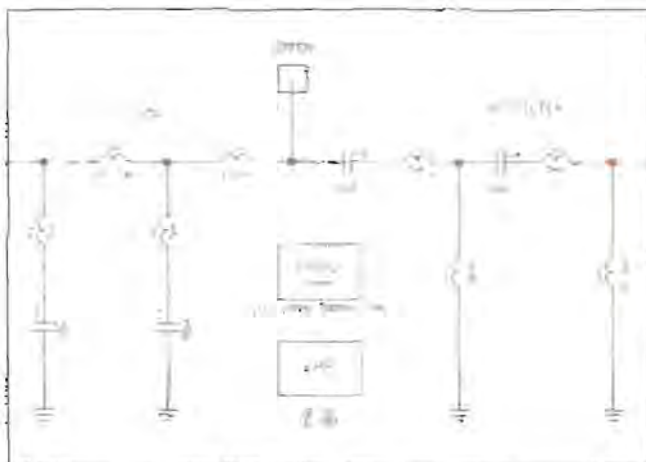
4. ábra. Az „elméleti” diplexer kapcsolás karakterisztikái

nél a szimulációnál még nem vettük figyelembe a kapacitások soros rezonanciáját és az induktívások önkapacitását. A szokásos szűrőtervező-programokkal a tervezés során nagyjából eddig lehet eljutni. Az így kapott diplexer jelleggörbéit a 4. ábrán láthatjuk. A több mint 54 dB-es csatornacillapítások (lásd a markereket az ábra alján!) és a 30 dB körüli S11 értékek sokszorososan felülmúlják a hasonló célra árusított gyári diplexerek paramétereit. Ne feledjük, mindez csak elmélet, a gyakorlatban sok egyéb hatás is módosíthatja a szűrők működését, ezért hagytunk ekkora „tartalékokat” a specifikációnál meghatározott paraméterekben!

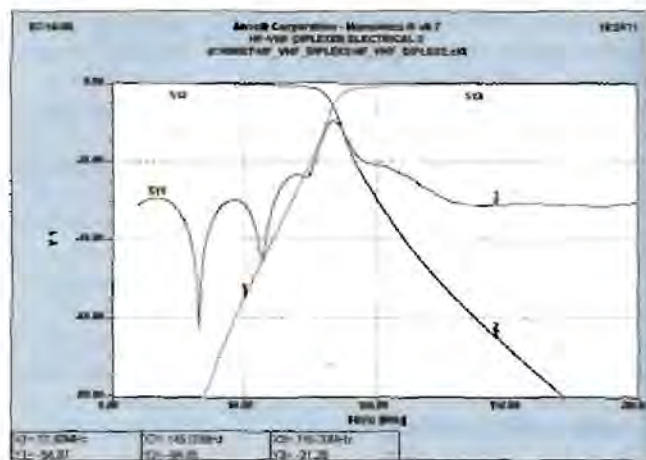
#### A „fizikai” kapcsolás szimulációja

Az alkalmazott alkatrészek típusa és mérete főleg az adóteljesítménytől függ. A 100 W körüli teljesítmény mi-

att speciális kondenzátorokat és induktivitásokat kell felhasználni. Kommersz, 100 V névleges feszültségű SM-kondenzátorok nagyjából 15 W-ig használhatók; tehát itt vagy nagyon drága és nehezen beszerezhető porcelán alapanyagú csipkondenzátorokra, vagy hagyományos, huzalkivezetéses, ezüst-csillám, legalább 200 V-os (adó) kondenzátorokra lenne szükség. Ez utóbbiak időnként a szerkesztőségi HAM-bazárban beszerezhetők, ezért a további tervezés során azokat vesszük alapul. A hagyományos kondenzátorokat, ha minimális, 3–4 mm-es kivezetésekkel forrasztjuk be, a kivezetésekből és a kondenzátortest saját induktívításából hozzávetőlegesen 5 nH-s soros induktivitással számolhatunk. Az 5. ábrán (kapcsolásirajz-részlet) mindkét szűrő valamennyi kondenzátorával sorosan kapcsoltuk ezt az induktívitásértéket. A következő szimu-



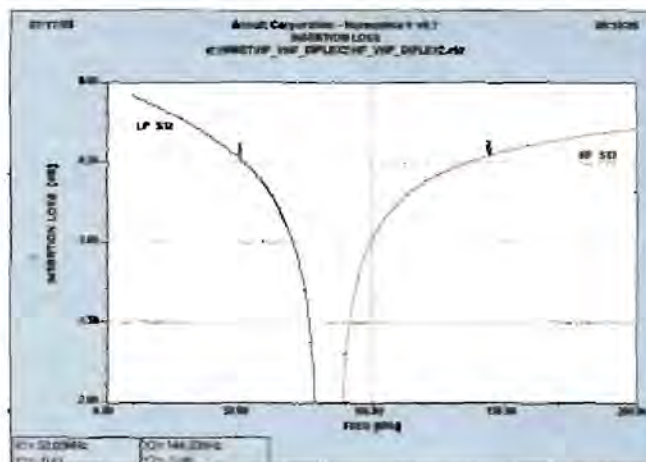
5. ábra. A valóságos diplexer helyettesítő rajzának közelítése (részlet)



6. ábra. A valóságos diplexer átviteli függvényeinek közelítő szimulációja

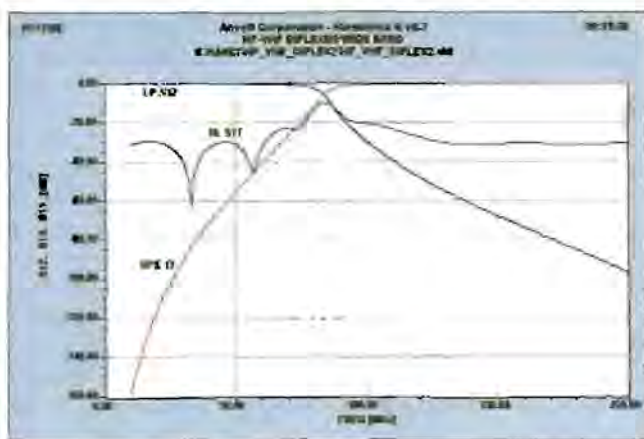
láció elvégzése előtt már sejthető volt, hogy ezek a jelentős parazita induktívítások az LP-szűrőnek egy kis „elliptikus jelleget” fognak kölcsönözni. A 6. ábra jelleggörbéin ennek hatásait jól megfigyelhetjük. Az LP-szűrő S12 görbéje még meredekebb lett, s a VHF-sávban tovább javult az SWR-értéke. Mindez a markerezett értékek segítségével jól összehasonlítható a 4. ábra adataival.

Egy szűrőnek, illetve diplexernek fontos jellemzője a beiktatási csillapítása (Insertion Loss). Ennek ellenőrzését is elvégeztük a szimulátor segítségével a 7. ábrán. Mint fentebb már említettük, vizsgálataink során végig eléggé nagy veszteségű, gyenge, illetve közepes minőségű alkatrészekkel dolgoztunk. Így a valóságban a szimulált értéknél rosszabb eredményeket biztosan nem kaphatunk. Még ezekkel az alkatrészekkel sem éri el a diplexer



7. ábra. A beiktatási csillapítás szimulációja az üzemi frekvenciákon





8. ábra. A szűrők viselkedésének szimulációja széles frekvenciatartományban

csillapítása – egyetlen üzemi frekvencián sem – a 0,5 dB-t. Jó minőségű alkatrészekkel ennél is kisebb lesz a csillapítás értéke!

Gyakorlatilag hármelyik, szűrőket forgalmazó cég katalógusát kezünkbe vesszük, akkor a jelleggörbéknek mindig csak az ehhez hasonló, tetszetős, az elméleti szimulációhoz hasonló szakaszát szokták ábrázolni. A 8. ábrán bemutatjuk eme, az egyébként kedvező jellemzőkkel bíró szűrők viselkedését szélesebb frekvenciasávban is. Az SWR-érték 200 MHz felett fokozatosan romlik, az LP-szűrő árviteli függvényében pedig 250 MHz felett egy jelentős „visszalógás” tapasztalható. Jól megfigyelhető a soros parazitainduktivitások okozta „elliptikus hatás”.

A szűrő inductívítások és a szűrő kapacitások következtében minden egyes alkatrész rendelkezik egy saját rezonanciafrekvenciával, amely a gyártástechnológiától és az alkatrész méreteitől is függ. SM-alkatrészek esetében a saját rezonancia a katalógusokban megtalálható. Hagyományos kondenzátorok esetében e hatás a fentiekben kívül, a szerelés módjától és a kivezető huzalok hosszától is függ, ezért kissé nehezebb modellezni.

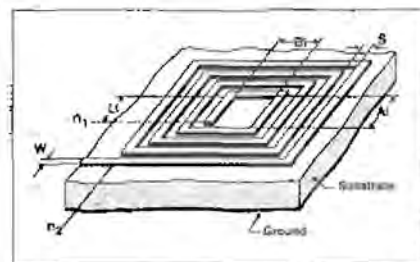
További eltéréseket okoz az elméleti szűrőtervezők által szimulált görbékhez képest az inductívítások önkapacitása. Hagyományos tekeresek esetében sem lehet e parazitahatást egyetlen kondenzátorral helyettesíteni, mert a meneteknek egymáshoz képest is van kapacitása, sőt azok még kölcsönös csatolásban is állnak egymással. Még tovább nehezíti a korrekt szimulációt, ha nem egyrétegű hengeres tekeresből alakítjuk ki az inductívítást, hanem a panelon, spirál alakú inductívitásból vagy csatolt tápvonalszakaszokból. Ezekben az esetekben hiába azonos az

adott tekeres inductívitása a kiszámított (szimulált) értékkel, a tápvonalhatások miatt sok tekintetben másként viselkedik a szűrő, mint ahogyan azt szeretnénk. Minél szélesebb sávú áramkört kell kialakítani, ezek a kellemetlen hatások annál inkább megnehezítik a tervező dolgát.

### A gyakorlati megvalósítás

A szűrő hangolókapacitásainak a szerkesztőségi HAM-bazárban beszerezhető, 14 × 7,5 mm alapterületű, huzalkivezetéses, 5%-os tűrésű, orosz gyártmányú kondenzátorokat választottuk. Kapacitásértékükön és tűrésükön kívül más jellemzőjüket nem ismerjük, ezért a végleges következtetéseket csak az elkészített áramkör megmérése után vonhatjuk le. A szűrők valamennyi tekeresét a nyomtatott áramkört lapon kialakított spirális inductívítások alkotják. A panel kétoldalas, 1,5 mm vastag FR-4-es típus. Doboznak az SSB Electronic cég 7764-es kódszámú, 74 × 55,5 mm alapterületű, 30 mm magasságú, forrasztható, ónozott bádoglemez dobozát választottuk. A kompakt méret és a stabil felépítés különösen fontos mobil üzemben. Ennek biztosítása érdekében sok-sok próbálkozás után sikerült a viszonylag kis dobozban úgy elhelyezni az alkatrészeket, hogy eleget tegyünk a nagyfrekvenciás szerelés kívánalmainak, elkerüljük az elhangolódásokat, továbbá a csatlakozók is megfelelő helyre kerüljenek. Eközben nem romolhattak jelentősen a szűrő jellemzői a szimulált értékekhez képest.

Fontos célkitűzés volt a hangolásmentes kivétel, mert kevesen rendelkeznek olyan műszerparkkal, amellyel a diplexer valamennyi paraméterét ellenőrizni tudják. A diplexer jellemzői-



9. ábra. A spirális inductívitás jellemzőinek értelmezése

nek mérésénél is nagyobb problémát jelentene, ha valamelyik értéket módosítani szeretnénk, mert ez már nem egyszerű szűrőhangolási feladat. Valamennyi alkatrész értéke szoros összefüggésben áll a többivel, s ha az egyik jellemzőn sikerül is javítani a hangolással, valószínűleg valamelyik másikon észrevehetően ronthatunk.

A választott spirális inductívitás az áramkör-szimulátorok segítségével jól modellezhető. A modellezésének és a mérésének részletes bemutatása meghaladná e cikk terjedelmét, ezért a téma iránt érdeklődők figyelmébe ajánlom azt az oktatási anyagot, amely a weblapomról – önkicsomagoló formában – le is tölthető [6].

A 9. ábrán láthatjuk RECI jelű könyvtári elem, a derékszögű spirális inductívitás fizikai jellemzőit. Ezek értékei egymással szoros összefüggésben állnak. Amennyiben az  $A_i = B_i$ -vel, akkor négyzet alakú lesz a rajzolat, ellenkező esetben pedig téglalap. Első látásra egyszerű dolgunk van, mert a szimulátor optimalizáló funkciójával tetszőleges inductívitásértékre beállíthatjuk ezt az alkatrészt, csupán a feltételeket kell helyesen meghatározni. Amennyiben csak elméleti tervről van szó, akkor valóban ez a helyzet. Ha azonban gyakorlati áramkört is akarunk belőle realizálni, akkor az  $L_i$ , a  $A_i$  és a  $B_i$  értékeknek változtatásával, bizonyos értékek után a spirál elhelyezkedése is megváltozik. Ezt csak a Layout generálása után vesszük észre, ezért minden lépésnél ellenőrizni kell a nyomtatott áramkört rajzolatot. Szerencsére a Serenade Design Suite lehetővé teszi a kétoldali, interaktív kapcsolatot a kapcsolásirajz-szerkesztő és a PCB-tervező S2A Layout program között. A rajzolatot így korrigálhatjuk, ha nem az elképzeléseinknek megfelelően alakul.

Egy másik probléma is nehezíti a helyzetünket, nevezetesen a nyomtatott inductívitás menetszáma a szimu-



lacionál nem csak egész szám, hanem tört szám is lehet, de a PCB-ben a menetszámváltozás csak negyedmenetenként jelenik meg. Ezért, ha az optimális induktivitás pl. fél és háromnegyed menet közé jön ki, akkor a kettő közül valamelyiket kell választanunk, majd a kezdő menet adatainak finom változtatásával kell a helyes értéket megkeresnünk.

Ezzel még nincs vége a kálváriánk-nak, mert minden egyes negyedmenet után az induktivitás 90 fokkal változtatja helyzetét a PCB-rajon, s ezzel együtt elfordul az utána kötött összes alkatrész is. 90 fokos sarokelemek és elágazások beépítésével, valamint azok irányultságának változtatásával, egy hosszadalmas folyamatként kapunk meg egy olyan egyszerűnek tűnő rajzolatot, amelyet egy hagyományos PCB-rajzoló programmal pár perc alatt elkészíthetünk. Természetesen megéri a fáradságot, mert az általunk követett, bonyolult rajzolósi mód lehetővé teszi a nagypontosságú áramkör-szimulációt, egészen magas frekvenciákig.

A fentiek szem előtt tartása mellett első lépésben meghatároztuk az egyes induktivitásértékeknek megfelelő spirális induktivitásokat. Az alkalmazott vezetősáv (ami gyakorlatilag egy többszörösen csatolt microstrip vonal) szélessége ( $W$ ) és a menetek közötti távolság ( $S$ ) értékét célszerű lenne minél kisebbre választani a helytakarékosság szempontjából, de ennek határt szab az átvinni kívánt teljesítmény. Optimális értékek bizonyult a  $W = 30 \text{ MIL}$  és az  $S = 20 \text{ MIL}$  érték. (Emlékeztetőül:  $1 \text{ MIL} = 0,025 \text{ inch}$ , azaz a hüvelyk ezredrésze.)

A szimulátorral, mint egy virtuális hálózati analízátorral, két  $50 \Omega$ -os kapu

között megvizsgáltuk a diplexer L3 jelű,  $185,7 \text{ nH}$  induktivitású tekereséből és egy  $47 \text{ pF}$ -os kondenzátorból alkotott párhuzamos rezgőkör jelleggörbéit. Ezután az „elméleti” induktivitás helyére tettünk egy spirális induktivitást, majd addig optimalizáltuk az áramkört, amíg azonos rezonanciafrekvenciát, nevezetesen  $54 \text{ MHz}$ -et nem kaptunk,  $S_{21} = 33,6 \text{ dB}$ -es érték mellett (10. ábra). Ez utóbbi azt jelenti, hogy még a  $Q$  értéke is hasonlóan alakul a két különböző induktivitásnál. Mielőtt megnyugodnánk a kedvező eredmények láttán, figyeljük meg az ábrán, a rezonanciafrekvenciától távolodva, hogy a SPIR jelű és az L jelű jelleggörbék sánt az  $S_{11}$ , sem pedig az  $S_{21}$  jellemzők tekintetében nem azonos lefutásúak. Leegyszerűsítve: az  $S_{11}$  a bemeneti reflexiót, míg az  $S_{21}$  az átviteli tényezőt jelenti. E megfigyelés sugallja a gondolatot, hogy vizsgáljuk meg a spirális induktivitás viselkedését szélesebb frekvencia-tartományban.

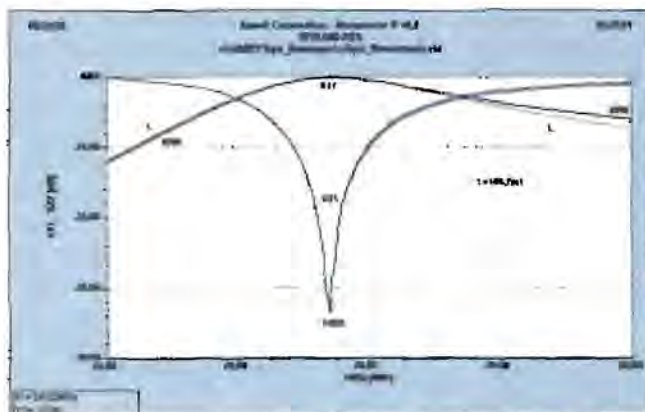
A 11. ábrán  $500 \text{ MHz}$ -ig terjesztettük ki a vizsgálatokat. Itt már jelentős mértékben különböznek egymástól a vizsgált induktivitások jelleggörbéi. Ezek alapján kijelenthetjük, hogy a rezonanciafrekvencián azonos módon viselkedik a spirális induktivitás, mint a hagyományos induktivitás: minél inkább eltérünk az  $f_0$  értékétől, annál inkább előtérbe kerülnek a tápvonalhatások okozta eltérések. Szélessávú áramkörökben ezért igencsak elővigyázatosan kell a spirális induktivitásokat alkalmazni!

A professzionális mikrobullánú tervezések során, szigorúbb specifikációjú áramköröknél az ideális szűrőt is és a fizikai Layout-ot is, egy-egy „subcircuit”-ként kezelik. Ezután egy

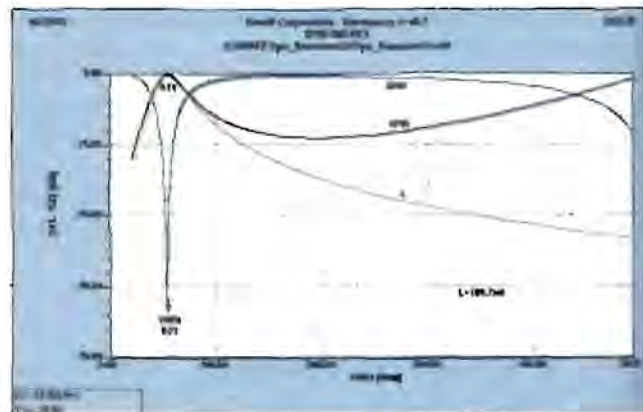
hierarchikus projectben együtt szimulálják a kettőt, mégpedig úgy, hogy a vizsgált tartományban az ideális szűrő  $S$ -paramétereire optimalizálják a gyakorlatban megvalósított szűrőt, annak összes parazita hatásával együtt. Ezzel a módszerrel egy viszonylag szélesebb sávban lehet az ideális elemekből felépített „elméleti” szűrőt egy gyakorlati (fizikai) áramkörrel helyettesíteni. Az optimalizálások után rá sem lehet ismerni az eredeti szűrő  $g$  és  $k$  állandók segítségével, a szűrőkatalógusból meghatározott értékeire. Az optimalizálások során ilyenkor minden elem értékei úgy módosulnak, hogy kompenzálják a tápvonalhatások okozta eltéréseket. (Megemlítem, hogy egy ilyen tervezési metodika részletes ismertetése jelentősen meghaladná e cikk kereteit, valamint a viszonylag alacsony frekvenciák sem indokolják alkalmazását.)

Az általunk követett, egyszerűbb tervezési eljárás során az adott önindukciós tényezőre beállított spirális induktivitásokat sorra be kell helyezni a kapcsolási rajzba, definiálni kell a hordozó paramétereit, le kell helyezni az egyes alkatrészek összekötését szolgáló tápvonalszakaszokat (TRL), sarokelemeket (BEND), elágazásokat (TEE), keresztmetszétváltozásokat (STEP), valamint a kondenzátorokat a forrasztómeikkkel (PAD) együtt. Ehhez előbb egy olyan könyvtári elemet kell generálni, amely megfelel a választott kondenzátorok fizikai méretének. A szimuláció ismételt elvégzése után az S2A Layout programban automatikusan megjelenik a diplexer nyomtatott áramkört rajzolata.

Amennyiben az eddig elvégzett munkát egységnyinek tekintjük, akkor

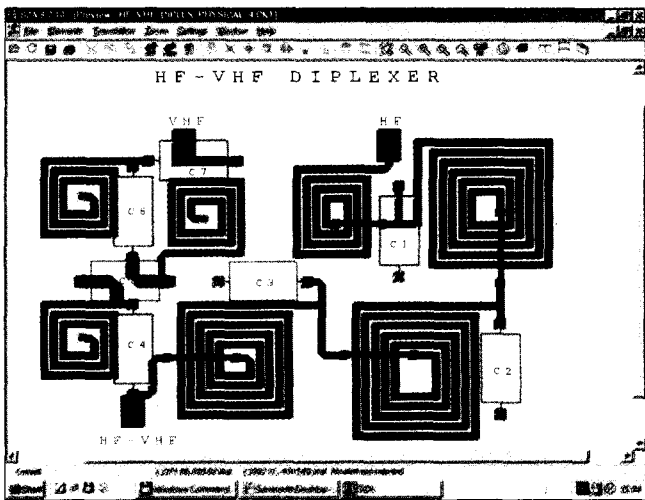


10. ábra. Az L3-as induktivitás és a helyettesítő spirális induktivitás jelleggörbéi

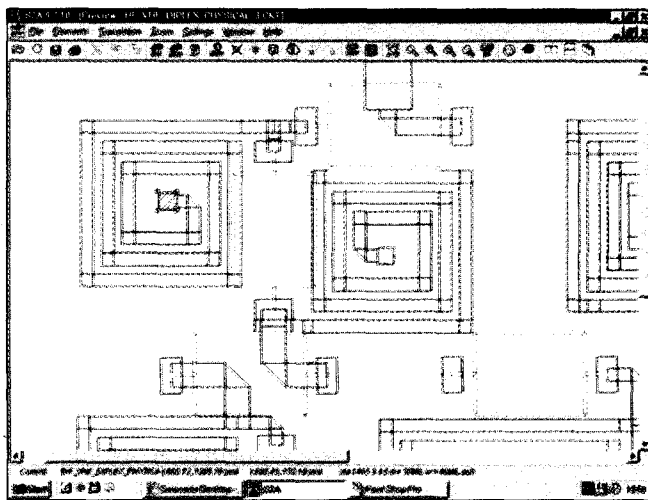


11. ábra. A spirális induktivitás vizsgálata széles sávban





12. ábra. A nagyfrekvenciás szimulátorral létrehozott Layout ernyőképe



13. ábra. Az S2A program ernyőképének kinagyított részlete kitérés nélkül

az ezután következő tervezési idő ennek legalább a tízszerese. Első meglepetés akkor ér bennünket, amikor megjelenik a képernyőn a Layout rajzolata. Nos, itt a spirálinduktivitások, a sarokelemek és az elágazások irányultsága következtében többnyire egymás hegyén-hátán vannak az alkatrészek. Rengeteg olyan parányi elem van az áramkörbe beépítve, ami a diszkontinuitásokat reprezentálja. Ezek a kész PCB-n igaz nem is különböztethetők meg, de a nagyfrekvenciás szimulátor tartalmazza azokat. Legtöbbször ki kell kapcsolni a kitérészt és csak a kontúr-rajzolat alapján lehet az egyes elemeket megkülönböztetni egymástól. Ezután paramétereik változtatásával kell kialakítani a helyes rajzolatot (tükrözés, forgatás, irányítottág stb.).

A másik kellemetlen tény, ami első látásra meglepőnek tűnik, hogy a szimulált görbe sok tekintetben eltér a korábban jóváhagyott, ragyogó jellemzőkkel rendelkező „elméleti” szűrőtől. Ekkor a gyakorlott tervező a durvább eltérések okait manuális hangolással megkeresi (TUNE) és korrigálja azokat. Ezután következhet a szimulátorral történő optimalizálás. Egyidejűleg egy-két paraméternél többet nem célszerű a szimulátorral optimalizálni, mert a fizikai áramkörök rengeteg parazita hatása miatt rettentően lelassul a művelet: néhányszor tíz óra gépidő után a karakterisztika kezdi megközelíteni az elvárásokat! Ezután, kiderül, hogy az áramkör nem fér el a kiszemelt dobozban, netán a csatlakozók nem oda esnek, ahová kell. Ekkor nagy elővigyázatossággal beépíthetünk soros

tápvonalszakaszokat úgy, hogy közben arányosan csökkentjük a spirális induktivitások önindukciós tényezőjét.

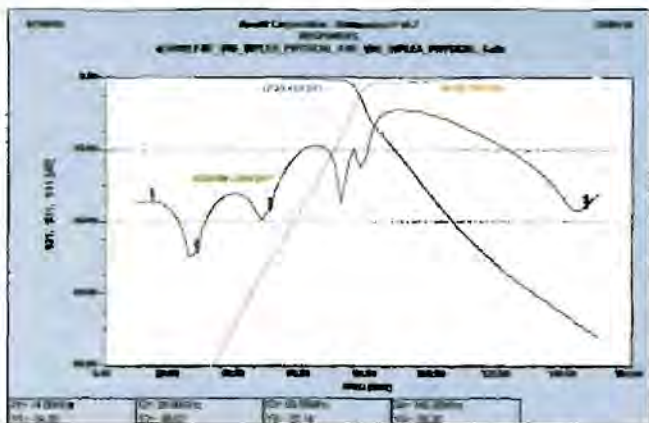
Természetesen azonos eredő induktivitás esetében sem fog a két áramkör azonos jelleggörbét adni, mert a spirális induktivitás csatolt tápvonalszakaszai másként rezonálnak, mint az egyenes tápvonalak. Ezeket a különbségeket fokozatosan lehet kiiktatni, miközben valamennyi jellemzőt (de legalább az S21, az S31 és az S11 paramétereket) folyamatosan ellenőrizzük a szimulátorral. Egyes esetekben a parazita hatásokat még a hasznunkra is fordíthatjuk, mert az általuk okozott elliptikus jelleggörbe zérusait kis mértékben tologatva, egy-egy üzemi frekvencián, kedvező változásokat érhetünk el. Ilyen alacsony frekvencián viszont még nem célszerű tápvonalszakaszokból kialakított illesztőhálózatot alkalmazni, mert azok jelentős méretűek lennének, s a veszteségeket is megnövelnék.

Legnagyobb probléma a jó helykihasználás mellett a kölcsönös csatolások csökkentése, illetve a csatlakozók elhelyezése a kiválasztott, viszonylag kis méretű dobozban. Óvatosan kell a tápvonalakat kanyarítani a sarokelemek segítségével. 1–2 MIL pontossággal kell a hosszukat beállítani egy-egy változtatás után, hogy visszakapjunk vagy megközelítsük az eredeti jelleggörbéket. A nagyfrekvenciás szimulátoroknál, amikor egy tápvonalhoz kötjük a lehelyezett alkatrészt a kapcsolási rajzon, akkor az mindig az alkatrész vonalában, annak mintegy folytatásaként halad tovább. Hiába rajzoljuk a

vezeték az SCH-rajon visszafelé, a Layouton mindig folytatólagosan jelenik meg. Ez nagyon rossz helykihasználást eredményez. Ekkor az adott csatlakozó tápvonalat az „Advanced Parameter” segítségével a megadott szögben elforgatjuk (esetünkben 180 fokkal) és a vezető sávok (tápvonalszakaszok) pl. a C5-ös kondenzátor mindkét kivezetése alatt visszafelé haladnak, azaz egymás felé.

További gond a nagyfrekvenciás szimulátor felületszerelt orientáltsága, tehát hagyományos furatolt alkatrészeket nem lehet egyszerűen elhelyezni a panelon. Az áramkör kialakítása viszont megköveteli a kétoldalas furatgalvanizált panel készítését (lásd később!). Az átmenő VIA-kat automatikusan csatlakoztatja a program a GND (föld, test) réteghez, ami nem azonos a kétoldalas panel alsó forrasztási (BOTTOM) oldalával! Ezt úgy hidaljuk át, hogy csak a nagyfrekvenciás rajzolatot készítjük el a szimulátorral a TOP (felső forrasztási) rétegen, majd a kimeneti fájlt további feldolgozásra bevisszük egy „közönséges” PCB-rajzoló programba. Legegyszerűbben és leggyorsabban a TANGO SCH-val oldható meg a feladat, ráadásul ezt minden gyártó elfogadja, ezért még ma is az egyik legnépszerűbb program a kategóriájában. Az S2A programban így kialakított PCB-rajz a 12. ábrán látható.

A részleteket jobban megfigyelhetjük kinagyítva a 13. ábrán, ahol kikapcsoltuk a kitérészt. Az ábra a VHF-kapukörnyezetét mutatja. Az ábra tetején a C7-es kondenzátor látható, balra alatta



14. ábra. A kész diplexer szimulált jelleggörbéi

az L7 jelű inductivitás. Az utóbbi közepe egy VIA-n keresztül földelve van, amely átmege a BOTTOM rétegre, s kijelöltve látható az ábrán. A benne lévő kicsiny háromszög mutatja a referenciasíkot és az irányt, amerre folytatható a rajz. Az L7 alatt helyezkedik el a fentebb említett C5-ös kondenzátor, amelynek csatlakozó tápvonalai visszafelé vannak irányítva.

Nagyfrekvenciás szempontból elkészült a kapcsolás. A fizikailag megvalósított diplexerkapcsolás szimulált jelleggörbéit a 14. ábrán láthatjuk (ez a negyedik variáció). Összehasonlítva az elvárásokkal és a 6. ábra ideális (elméleti) szűrőivel, hasonló lefutású karakterisztikákat láthatunk. A markerek mutatják az ábra alján a szimulált reflexiócsillapításokat (Return Loss), ami a diplexer esetében a legnebezesebb biztosítható érték. Itt az S11 minden üzemi frekvencián jobb, mint 30 dB, tehát rendkívül kedvező értékű. Ekkora tartalék elegendő a megvalósítás, ill. a szerelés során várható kedvezőtlen hatások ellensúlyozására is. A csillapítás a két közelebbi üzemi csatornán,

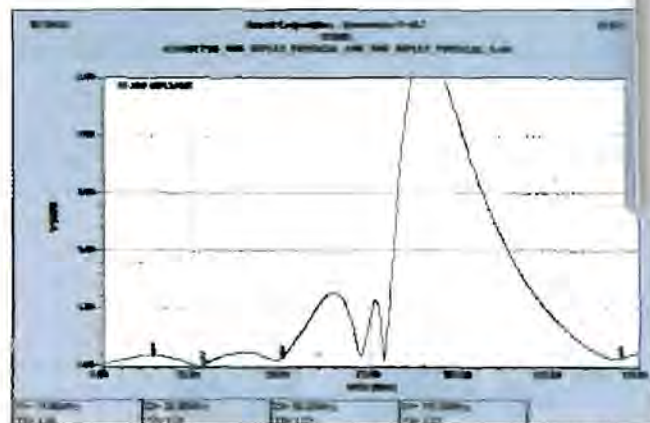
50 MHz-en és 144 MHz-en nagyobb, mint 55 dB. Ezek az adatok minden szempontból kiválóak.

A 15. ábra mutatja a beiktatási csillapításokat a nevezetesebb frekvenciákon markerezve. Ezek az értékek is várakozáson felüliek! A nagyfrekvenciás mérés technikában kevésbé járatosak számára kirajzoltattam a szimulátorral a közös kapun mérhető állóhullámarány-értékeket (VSWR) is az üzemi frekvenciákon: 16. ábra. A szimulációk során a HF- és a VHF-kapuk 50 Ω-os lezárását kell beállítani.

A diplexer minden szimulált paramétere jelentősen felülmúlja az elvárásokat és a gyári készítésű, hasonló diplexerek jellemzőit, így nyugodt lelkiismerettel nekiláthatunk a komplett PCB-tervek elkészítéséhez.

### A panel gyártófájljainak elkészítése

Először a TANGO PCB programban elkészítjük a diplexer paneljának kontúrrajzát a BOARD (kék) rétegen. A

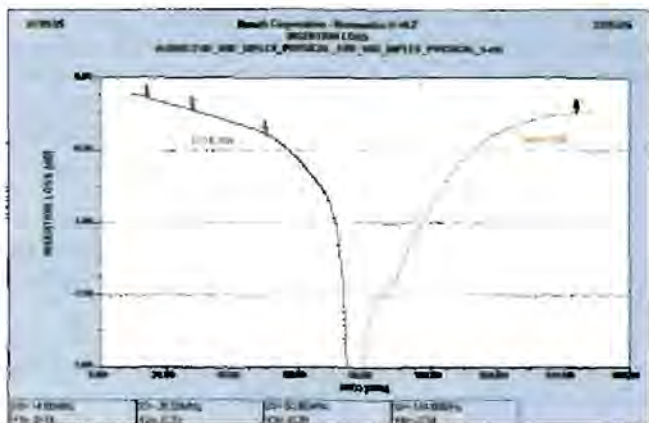


16. ábra. A közös porton mérhető VSWR szimulálása

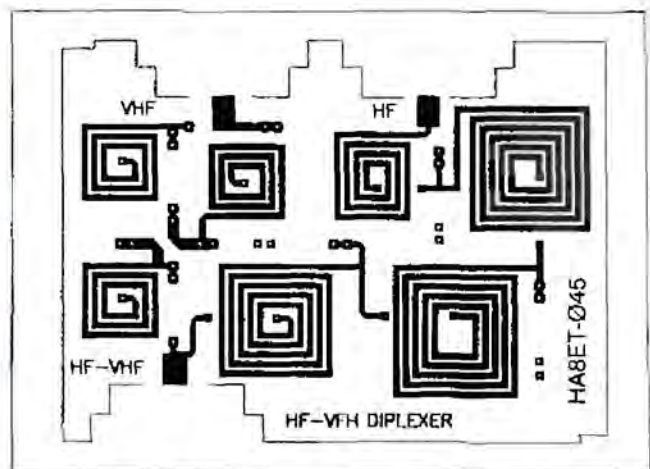
választott, menetes felerősítésű, SO-239 típusú csatlakozóaljzatok beszereléséhez szükséges helyet már a nagyfrekvenciás rajz készítésekor figyelembe kellett venni. A csatlakozók tuskéjére forrasztandó 50 Ω-os tápvonalak ennek megfelelően lettek elhelyezve. A szükséges helyeken elkészítjük a csatlakozó szereléséhez a bemarások körvonalát. A zárlatveszély csökkentése érdekében a tápvonalaknál megszakítjuk a kék vonalakat.

Gyártófájlról lévén szó, ezen fog végighaladni a kontúrmaró, a prototípus elkészítésekor pedig a konstruktor tűreszelője. Ezután a TITTLE (sárga) rétegen elkészítjük a doboz körvonalrajzát, 0,5 mm-es anyagvastagság figyelembe vételével.

A doboz és a panel kontúr vonalainak rajzolásakor figyelembe kell venni az összeillesztéshez szükséges, mintegy 4 mm hosszú átfedéseket. Az eddigi munkákat metrikus rászterosztáson kellett elkészíteni, mert a kész értékeket úgyis tolméccével kell ellenőrizni.



15. ábra. A beiktatási csillapítások szimulálása



17. ábra. A diplexer nyomtatási rajza (TOP réteg)

A javasolt rácsoztás:  $G = 0,5$  mm. A szerelés megkönnyítése érdekében a TITTLE rétegen elkészítettem a három csatlakozó vázlatos rajzát és berajzoltam a fontosabb méretvonalakat is. A panel elkészítésénél természetesen ezek nem játszanak szerepet, a gyártófájlokban nem jelennek meg, csupán informatív jellegűek.

Miután előkészítettük a panel körvonalarajzolatát, a korábban TANGO formátumra konvertált nagyfrekvenciás PCB-rajzot (12. ábra), mint egy tömböt, beillesztjük ebbe. Amennyiben először nem sikerül mindhárom csatlakozóhoz szimmetrikusan illeszteni a rajzot, ezt többször megismételhetjük. Általában ilyenkor sokkal finomabb rasztert kell beállítani, mint az eddig használt  $0,5$  mm. Ezután átkapcsoljuk a rácstot hüvelyk, pontosabban MIL osztására, mert a nagyfrekvenciás rajzolat is így készült. A TOP (piros) rétegre kapcsolva lehelyezzük a szükséges méretű, furatolt forraszemeket a kondenzátorok számára. A kis méretű és a könnyű forraszthatóság kompromisszumaként  $50 \times 50$  MIL-es PAD-eket választottam. Ennek érdekében, hogy több féle kondenzátort is fel lehessen használni a panel beültetéséhez, ahol a hely ezt lehetővé tette, a kondenzátorok mindkét kivezetésénél 2-2 PAD került elhelyezésre. Így gyakorlatilag 3, 4 vagy 5 raszterosztású kondenzátorokat lehet a panelba forrasztani. Ezek után a VIA-kat kell átszerkeszteni ( $50 \times 28$  MIL, négyszögletes) és a „PLAN GND” parancsot ki kell kapcsolni.

A csatlakozóknál az  $50 \Omega$ -os tápvonalakra le kell helyeznünk egy-egy azonos méretű ( $160 \times 114$  MIL), csak a TOP rétegen megjelenő, tehát nem furatolt négyszögletes PAD-et azért, hogy a forrasztásgátló (lötstop) lakk ne vonja be azokat. Kinagyítva a  $90$  fokos BEND (sarok) elemeket, a  $45$  fokos letörések nagyon egyenetlennek tűnnek. Ennek oka, hogy az S2A kimeneti fájljának TANGO PCB-be történő konvertálásakor, a Gerber-fájl elkészítéskor, minden elem különböző szélességű vonalak kombinációjával kerül kitöltésre.

A TANGO PCB alapértelmezése  $2$  MIL-nél vékonyabb vonalat nem engedélyez. Ezért a  $45$  fokos vonalak széleitől  $1$  MIL-re egy-egy  $2$  MIL szélességű vonalat célszerű utólag lehelyezni. Ekkor a gyártófájlon vagy a kinyomatott PCB-n még nagyítóval sem láthatók a lépcsős vonalak ezeken a

kritikus helyeken. A feliratok elhelyezése után a felső forrasztási oldallal készen is vagyunk.

A gyakorlati (fizikai) áramkör szimulációja során nem beszélünk a LP-szűrő spirális induktivitásai belső kivezetéseinek bekötéséről. Ez nyilvánvalóan nem történhet a TOP rétegen, mert zárlatot okoz. A szimuláció során az AIR BRIDGE elemet használtuk, amely a 12. ábra eredeti ernyőképén sötétkék színű, s a levegőben halad a panel felett. Az áthidalás bekötésének megkönnyítésére egy-egy  $50 \times 50$  MIL méretű BONDING PAD elemet helyeztünk le az AIR BRIDGE mindkét végéhez. A prototípus elkészítésénél ennek még fontos szerepe lesz!

A végleges PCB azonban kétoldalas, furatgalvanizált gyárilag előállított panel lesz, tehát az átkötéseket át kell vinni az alsó forrasztási (BOTTOM, zöld) oldalra. Első lépésként mind a négy áthidalás végeinél lecseréljük a korábbi PAD elemet furatgalván VIA-kra. Itt is használhatjuk a korábban alkalmazott méreteket. Ezután a C1, a C2 és a C3 kondenzátor földelendő kivezetéseinél szintén le kell helyezni egy-egy második VIA-t, hogy minél több féle méretű kondenzátort lehessen a panelba beépíteni. Az átkötéseket a VIA-k között  $30$  MIL széles vonalakkal kell biztosítani a BOTTOM oldalon. Ezt követően vissza kell térni a metrikus GRID-re és POLYGON-ok elhelyezésével úgy kell kitölteni a BOTTOM oldalt, hogy az átkötéseknél elegendő szigetelési távolságokat hagyjunk, a földelendő VIA-kat pedig lefedjük. A POLYGON  $256$  szöveget tartalmazhat, de célszerű minél egyszerűbb, lehetőleg négyszögek sokaságával kitölteni ezt az oldalt. Ez az egyetlen hátránya a TANGO PCB programnak, hogy a rézkitöltést manuálisan kell elvégeznünk.

Az eredeti nagyfrekvenciás PCB VIA eleme a GND rétegre kapcsolódna, nekünk viszont a BOTTOM oldalhoz kell azokat kapcsolni; van, ahol földelve, más helyeken pedig szigetelve vannak lehelyezve, ezért szerkesztésükkor körültekintően kell eljárni. Erről meggyőződhetünk úgy, hogy a TANGO PCB-ben engedélyezzük a GND réteget, és azoknál a VIA-knál, ahol az elvi nagyfrekvenciás rajzon földelés volt, megjelenik egy zöld színű kereszt a VIA furatának középpontjában. Ezek a gyártás során a Gerber-fájlok generálásánál gondot okozhatnak. A VIA-k kialakításánál a gyártóval is

célszerű konzultálni, az apertúraszerszámok beállítását pedig teljesen rá kell bízni, mert ahhoz a technológiai sor jellemzőinek pontos ismerete szükséges.

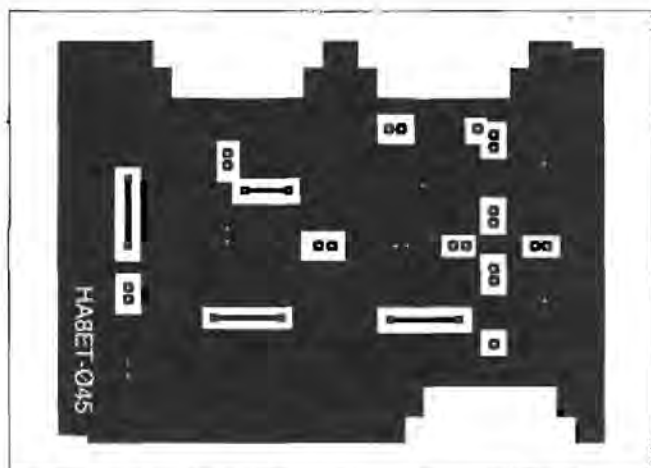
A következő réteg a beültetési rajz, ami normál esetben a T-SILK (fehér) réteg szokott lenni. Áramkörünk speciális jellege, a csatlakozók helyes bekötése érdekében mi fordítva ültetjük be az áramkört. Az alkatrészeket alulról az alsó forrasztási oldal felől fogjuk beültetni. Ennek megfelelően a beültetési rajzot a B-SILK (szürke) rétegen készítjük el. Ezért a néhány kondenzátort nem érdemes külön könyvtári elemet készíteni, mivel a forrasztások is a nagyfrekvenciás áramkör követelményei szerint lettek kialakítva (PAD és VIA vegyesen), ezért csak a körvonalarajzokat készítjük el egyszerű vonalak lehelyezésével.

Külön szólni kell a feliratok, valamint a „Referencia designator”-ok elhelyezéséről. A PCB-tervezőben az áramkör rétegeit felülről nézzük, valamint átlátszónak tekintendő, de mindig csak a legfelső az aktív, azt tudjuk szerkeszteni. Ennek megfelelően a TOP rétegre normál írással, a BOTTOM és a B-SILK rétegre pedig tükörírással kell a feliratokat elhelyezni. Célszerű, ha minden rétegre valamilyen feliratot helyezünk, mert a levilágítás során az szerint ellenőrizzük a munkánkat: a feliratok olvashatók-e? Amennyiben e szabályt nem tartjuk be, akkor könnyen valamelyik oldal tükörképét készítjük el! A nyomtatásnál a tükörírást tartalmazó rétegeknél mindig be kell kapcsolni a MIRROR (tükrözés) parancsot!

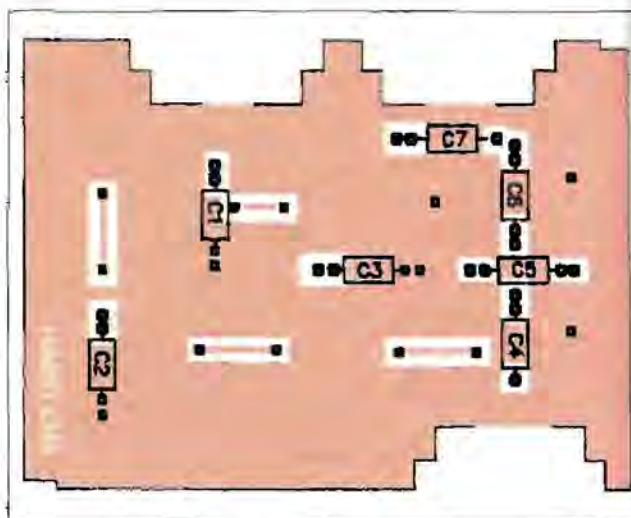
Munkám során sok, az első ránézésre tetszetősnek és helyesen megrajzoltnak tűnő PCB-rajzokkal találkoztam már, de az elkészítésük után gyakran végezték a panelek a szemétkosárban... Ezért szükségét éreztem, hogy egy ilyen, nem a szokásos formában beültetett áramkörnél részletesen kitérjek az egyes rétegek szerkesztésére és az elkészítésük módjára.

A fenti elvek alapján elkészített nyomtatott áramkör TOP (felső forrasztási) oldalát szemlélteti a **17. ábra**. A BOTTOM (alsó forrasztási) oldal a **18. ábrán**, a B-SILK réteg (beültetési rajz) a **19. ábrán**, az összeállítási rajz pedig a **20. ábrán** látható. Ez utóbbi együtt ábrázolja a TOP, a BOARD és a TITTLE rétegeket. A nyák-rajzok méretaránya  $M = 1:1$ .





18. ábra. A diplexer paneljének BOTTOM rétege



19. ábra. A diplexer alkatrész-beültetési rajza (B-SILK réteg)

### A prototípus elkészítése

A szimuláció helyességét mindig mérésekkel kell ellenőrizni, ezért a végleges panel elkészítése előtt egy prototípust készítettem. Ehhez a PCB-rajzot kis mértékben módosítanom kellett. A TOP oldalt levilágítottam az ISEL Hungária Kft.-nél beszerezhető kétoldalas, fotópozitív, 1,5 mm vastag FR4-es lemezre.

Csak megbízható gyártótól származó alapanyag jelenthet garanciát a megfelelő minőség elérésére. Ennél az áramkörnél akár egy-egy picike alámérés is elhangolódásokat okozhat. Sajnos az utóbbi időkben megjelentek a kereskedelemben az ismeretlen gyártóktól származó fényérzékeny lapok, amelyek előhívása bizonytalan. Ilyenekkel több alkalommal kellemetlen tapasztalatokat szereztem, tehát nem szabad velük kísérletezni!

Az alsó, a test oldalt teljes egészében meghagytam. Furatolás után azoknál az alkatrészlábaknál, amelyek nem a testre csatlakoznak, egy 3,5 mm átmérőjű fűróval a földelt oldalon „kiszüllyesztettem” a furatokat, biztosítva ezzel a szigetelési távolságot. A panel méretre szabása után a csatlakozók számára szükséges bemaratókat apró fogú fűrészelés és reszelővel elkészítettem. Ezt követően lehet a panel, a csatlakozók és a doboz illeszthetőségét ellenőrizni.

A doboz két áttellenes sarkánál, az összeillesztésnél az átlapolások helyét tűreszelővel ki kell alakítani, a csatlakozók középső kivezetéséből pedig 2 mm-t le kell fűrészelni. Ha pontosan dolgoztunk, akkor a panel és a csatlakozók pontosan a helyükre kerülnek.

Következik a panel beültetése. A furatgalván VIA-kat az L5, az L6 és az L7 spirális induktivitások közepén 0,8 mm átmérőjű ezüstözött huzalokkal helyettesítjük, mind a két oldalon gondosan megforrasztjuk azokat. 1 vagy 1,2 mm átmérőjű ezüstözött huzalokból elkészítjük az L1 ... L4 U-lakú átkötéseit úgy, hogy azok 2–2 mm-rel a panel testelési oldala felett haladjanak. Ezt követően beforrasztjuk a kondenzátorokat. A C1, a C2 és a C3 kondenzátor egyik kivezetése földelt VIA-ra csatlakozik. Ezeket a kivezetéseket a testelési oldal felől kell beforrasztani, az összes többit pedig a TOP oldal felől.

Valamennyi kondenzátort a panel alsó oldala felől kell beültetni. A prototípushoz a HAM-bazárban kapható, 14 × 7,5 mm alapterületű, vörösbarna színű kondenzátorokat használtam fel. A méretük miatt mindenütt a külső forraszemekbe kell forrasztani azokat. A C5 és a C6 jelűeket a zárlatveszély csökkentése érdekében élére állítva, a többit lapjára kell szerelni. A kivezetéseket olyan rövidre kell vágni, hogy a kondenzátortestek 1,5 mm-re legyenek a panel felett. A csatlakozókat gondosan rögzíteni kell a doboz 16 mm átmérőjűre kitégített furataiban, majd a tűskékre ráhelyezve a panelt, az a helyére kerül automatikusan. Előbb beforrasztjuk a csatlakozók melegeit a TOP oldalon, majd a BOTTOM oldalon, előbb a négy sarkánál, majd az oldalainál is körbe forrasztjuk a panelt. Különösen fontos a csatlakozóknál a panel testelési oldalának a doboz falához törté-

nő megbízható, nagy felületű forrasztása!

Egy gyárilag elkészített, kétoldalas furatgalván, kontúrmas, forrasztásgátló lakkal ellátott, ónozott panel szerelése ennél sokkal egyszerűbb. Ott nem nekünk kell a VIA-kat és az átkötéseket elkészíteni, s az összes kondenzátort a forraszmeinnél, csak az alsó forrasztási oldalon kell beforrasztani.

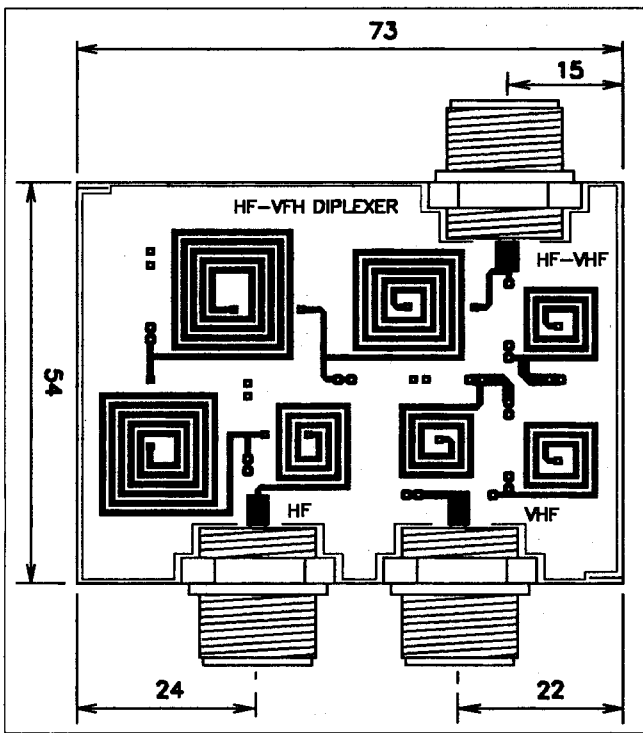
Az alábbi felsorolásban a beépített alkatrészek jegyzéke szerepel, a fentiekben leírtakkal összhangban:

C1 56 pF, C2 68 pF, C3 68 pF,  
C4 22 pF, C5 20 pF, C6 20 pF,  
C7 47 pF, egységesen 200 V-osak.  
L1...L7 spirális nyák-induktivitások.  
Csatlakozók SO-239 típusú (menetesek).  
Doboz 74 × 55,5 × 30 mm (7764 típus)

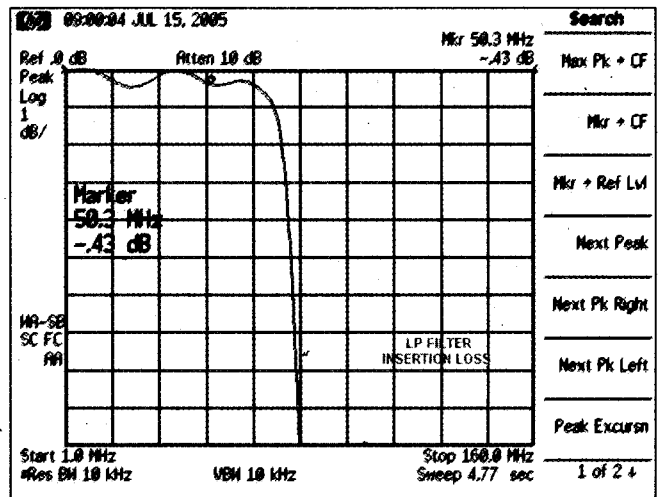
Megemlítem, hogy az elméleti szimulációnál a C5 pozíciójában 18 pF szerepelt. Megfelelő érdeklődés esetén, az utánépítés megkönnyítésére, korlátozott darabszámban igyekszem gyárilag előállított, nagy pontosságú nyák-panelokat biztosítani; az elérhetőségem a cikk címét követően olvasható. Ugyanakkor azt is hozzá kell tennem: ez a cikk nem a kezdőknek, hanem a haladók számára szól...

### A diplexer mérési eredményel

A szimuláció pontosságát mérésekkel célszerű ellenőrizni. Az adott diplexer leggyengébb pontja az alkalmazott SO-239 típusú aljzat. Ezt (mint a páját, a



20. ábra. A diplexer összeállítási rajza



22. ábra. Az LP-szűrő beiktatási csillapítása

sokkal inkább megközelítenénk a szimulációnál tapasztalt, kedvezően alacsony reflexiókat. A felhasználási terület miatt a csatlakozók tí-

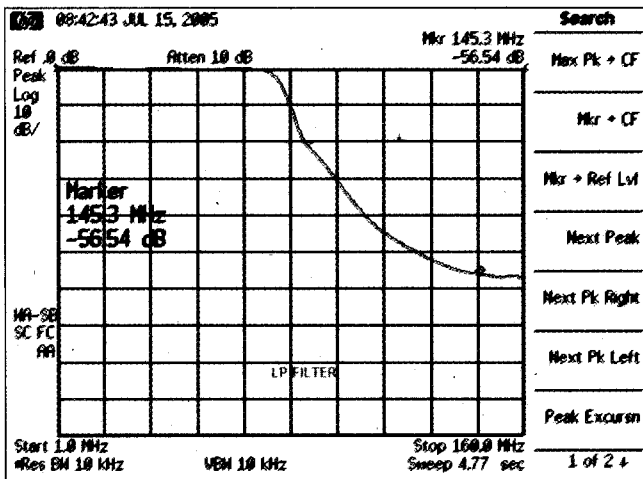
jellemzőkkel kell rendelkeznie. Tovább rontja a helyzetet, hogy a prototípus házi készítésű panelja is kedvezőlenebb tulajdonságú, mint egy gyári panelé. Figyelembe véve e tények összességét, a mérési eredmények, szinte az „elérhető” legkedvezőtlenebb helyzetet tükrözik.

pusán nem változtathatunk.

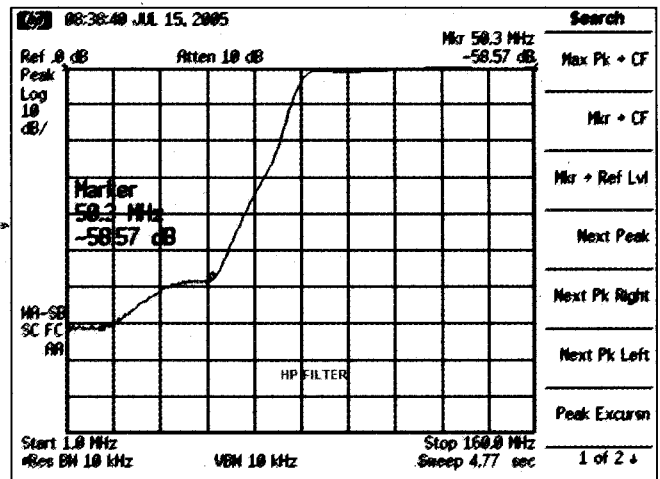
Diplexerek mérése során a közös kapuról kiindulva, külön-külön szokták az LP- és a HP-szűrő átviteli függvényeit analizátorral megmérni, miközben a nem használt kaput 50 Ω-mal le kell zárni. A 21. ábrán ennek megfelelően az LP-szűrő méréssel meghatározott átviteli függvénye, míg a 22. ábrán a beiktatási csillapítása látható. Az 50 MHz-es szűrő 145 MHz-en több, mint 56 dB-t csillapít, miközben a legkedvezőtlenebb frekvencián a beiktatási csillapítás 0,43 dB. Ez jól összhangban van az elméleti szimulációval (4. ábra) és közelíti a gyakorlati fizikai áramkör szimulációját is (14. ábra).

Ebben a kategóriában valamivel alacsonyabb reflexiójú az SO-239 ún. „talpas” változata, teflon anyagú szigeteléssel, de ez viszont a talp mérete miatt nem helyezhető el a választott dobozban. A prototípusba beépített csatlakozók ráadásul ismeretlen gyártótól származnak, hőre lágyuló dielektrikummal, ami tovább rontja a várható paramétereket. Ez az oka annak, hogy az áramkör tervezésekor olyan szigorú követelményeket állítottunk, mert a silány csatlakozók hatásai ellenére a kész áramkörnek még mindig elfogadható

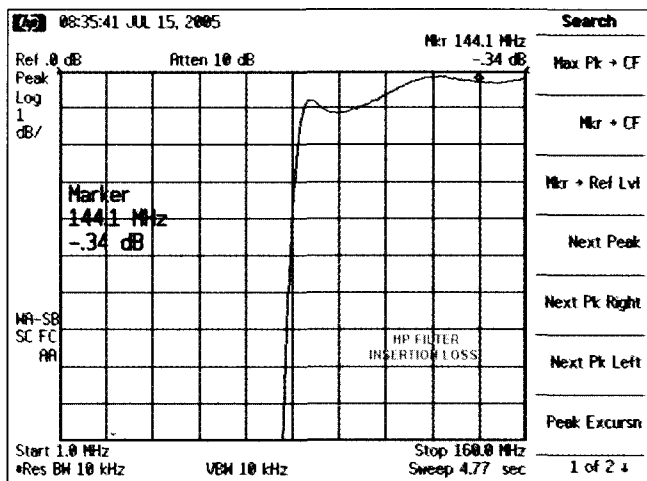
PL-259 típusú dugaszt) a katalógusok árnyékolt nagyfrekvenciás csatlakozónak említik, meghatározott impedancia nélkül; maximálisan 100 MHz üzemi frekvenciáig javasolják. Mégis kénytelenek vagyunk ezt a típust felhasználni, mert szinte minden rádióamatőr-berendezés 146 MHz-ig szintén ezekkel van szerelve. A mérésekhez professzionális mérőparkot használtunk, de a diplexer mindhárom, kedvezőtlen reflexiójú csatlakozójára, hasonlóan gyenge minőségű átmeneteket is kellett csatlakoztatni. Amennyiben N- vagy BNC-csatlakozókkal mérnénk az áramkört,



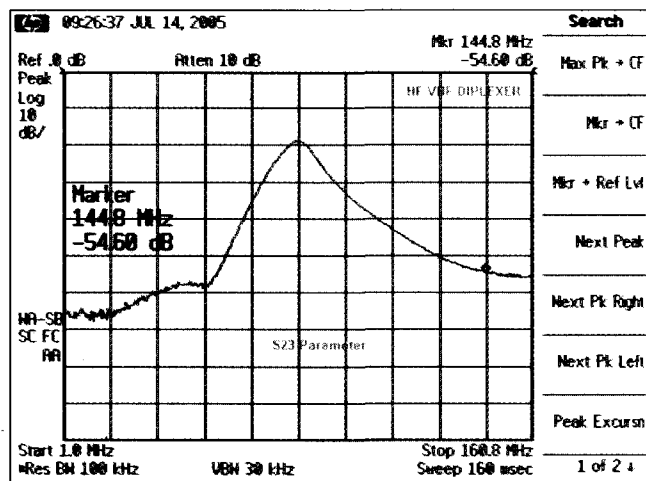
21. ábra. Az LP-szűrő átviteli karakterisztikája



23. ábra. A HP-szűrő átviteli karakterisztikája



24. ábra. A HP-szűrő beiktatási csillapítása



26. ábra. A HF- és a VHF-csatorna közötti csillapítás értéke

A zárócsillapítás meredeksége egy idő után csökken és 57 dB környékén állandósul. Ennek oka, hogy a spirálinduktivitások rendkívül kis helyre vannak összezsúfolva és tapasztalható közöttük valamekkora csatolási tényező is. Ennél nagyobb elválasztást is el lehet érni az adott kapcsolással, ha lényegesen nagyobb dobozba építjük be, s a létraszűrők egyes tagjait külön-külön árnyékoljuk egyes helyekre. Ez nagyon megdrágítaná az áramkörünket, pedig egyébként az egyszerűbb mechanikai kivitelrel is jóval felülmúltuk a kitűzött célokat. A beiktatási csillapítás a 15. ábra 0,39 dB-es értékénél a csatlakozó beiktatási csillapításával (0,04 dB-lel) nagyobb, 50 MHz-en markerezve.

A HP-szűrő 23. ábrán látható csillapításmenete, összevetve a 14. ábra S31 görbéjével, 50 MHz-ig hasonló meredekséggel fut le. A közel 59 dB-es

Szűrő-típus	Frekvenciasáv [MHz]	1,8	3,5	14	27	28	50	144	160
LP	Csillapítás (S21)	-	-	-	-	-	-	56,5	>57
	Beiktatási csillapítás (S21)	<0,2	<0,2	0,15	0,39	0,36	0,43	-	-
	Reflexiócsillapítás (S11)	40	37	27	24	24	20,8	-	-
HP	Csillapítás (S31)	>73	>73	73	65	64	58,5	-	-
	Beiktatási csillapítás (S31)	-	-	-	-	-	-	0,34	0,28
	Reflexiócsillapítás (S11)	-	-	-	-	-	-	21	20

csillapítás kiváló érték. A rövidhullámú sávokban ez még kedvezőbb, de a kölcsönös csatolások hatása miatt itt is látható az oldalmeredekség csökkenése. A 24. ábra beiktatási csillapítás-görbéjén megfigyelhető a Csebisev-approximáció pár tized decibelnyi ingadozása. A 144,1 MHz-en markerezett 0,34 dB szinten megfelel az elvárásoknak és a szimulált 0,24 dB-nél a csatlakozó (+ az átmenetek) beiktatási csillapításával nagyobb.

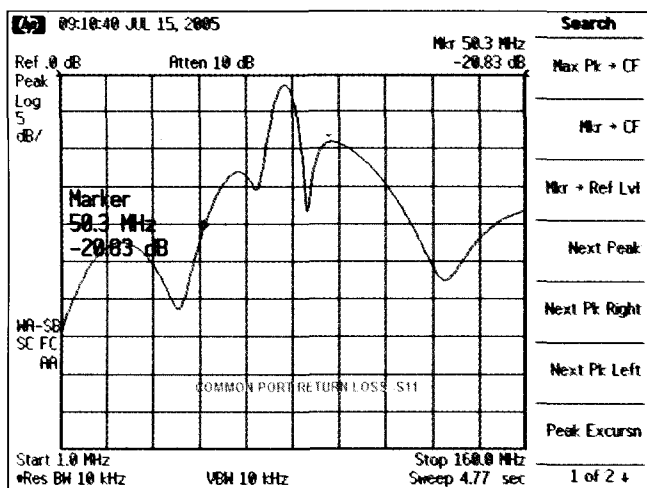
(Ezen a frekvencián már lényegesen nagyobb a csatlakozók beiktatási csillapítása, mint rövidhullámon.)

Az előzetes elvárásoknak megfelelően a szűrők csillapításmenetében a szimulációhoz képest alig volt eltérés, azonban a 25. ábrán látható reflexiócsillapítás esetében már nagyon erő-

sen jelentkeznek a csatlakozók és a mérésnél használt átmenetek kedvezőtlen saját reflexióinak hatásai (a 14. ábra S11 görbéjéhez viszonyítva). Ennek ellenére, a rendkívül szigorúan megválasztott tervezési specifikációk következtében a legkedvezőtlenebb, 50 MHz-es frekvencián sem romlott a reflexiócsillapítás 20,8 dB-nél rosszabb értékre, tehát a gyakorlat számára megfelelő az áramkör. Ez az SWR-ben kifejezve 1 : 1,2-nél kedvezőbb minden sávon. Igazán ritka az a gyári szűrő, ami minden frekvencián teljesíti ezt az értéket.

Kíváncsiságból megmértem a diplexer két csatornája közötti elválasztást, a frekvencia függvényében. Az S23 paraméter értékei a 26. ábrán láthatók. Itt is a legkedvezőtlenebb értéket markereztem, ami 145 MHz-en 54,6 dB. Az ennél jelentősen nagyobb elválasztások az analizátoron beállított BW = 30 kHz-es értékénél nem értékelhetők ki, de már így is észrevehető a spirális induktivitások kölcsönhatása miatt a görbe meredekségének csökkenése. A többi üzemi frekvencián az elválasztás 60 dB, vagy még annál is kedvezőbb.

(Folytatás a 189. oldalon)



25. ábra. A közös kapun mérhető reflexiócsillapítás



# Rádióamatőr adó-vevő-állomások összeállítása

Dr. Tolnai János okl. híradástechnikai szakmérnök, HA5LQ@freemail.hu

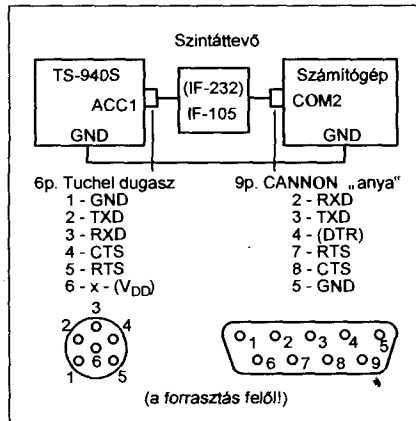
Ha a rádióállomás egyetlen adó-vevőből (és a hozzá csatlakozó antennából, billentyűből, mikrofonból, fejhallgatóból) áll, összeállítása senkinek nem okoz gondot. Egyre gyakoribb azonban, hogy az RH adó-vevő mellett vég-erősítő, URH-adó-vevő, RH- és URH-antennák, számítógép, TNC, modemek, továbbá ezek kiegészítői is tartozékai az állomásnak. Ezek észszerű összekapcsolását (és hogy ahhoz milyen kábelek szükségesek) alaposan át kell gondolni. E cikk célja e téren ötleteket adni, természetesen elsősorban a nem profi szakemberek, állomásukat most összeállító amatőrtársak számára.

## A rádió és a számítógép összekapcsolása

### A rádió számítógépes vezérlése

A rádió és a számítógép összekapcsolásának egyik célja az állomás vezérlése. Amióta az újabb adó-vevőket magukat is processzor vezérli, lehetőség van a rádió és a számítógép közti kétirányú kommunikációra: a számítógép egyrészt a forgalmi napló számára kiolvashatja a rádióból a pillanatnyi működési frekvenciát és egyéb üzemi jellemzőket, másrészt (pl. a DX-clusteren érkezett információk alapján) ugyaneket a rádióba is állíthatja.

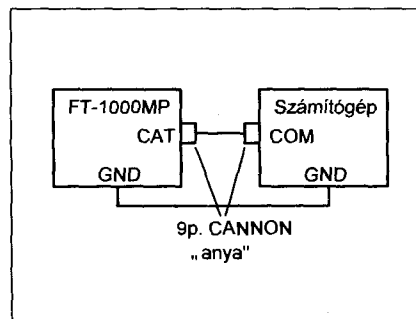
A színvonalas rádiókat már a nyolcvanas években is ellátták a számítógépes kapcsolatot tartó interfésszel, vagy legalább is előkészítették annak a helyét. Pl. az ekkor fejlesztett KENWOOD TS-940S rádió már összekapcsolható a számítógéppel, de ilyen irányú igény esetén az interfész panelt (IF-10B) külön kell megvásárolni, és a rádió DIGITAL-A panelján előkészített helyére csatlakoztatni (valamint egy EPROM-ot az utóbbi panelon lévő foglalatba dugni). Ekkor válik „élővé” a rádió hátoldalán az „ACC 1” (ACC = Accessories) csatlakozó, amely azonban TTL-szintű jelekkel kommunikál. Ezért a számítógép soros (COM-) portjával való összekötéshez még be kell szerezni egy, a TTL és a COM-port szabványos RS232 szintjeit illesztő szintáttevért (IF-232C) is.



1. ábra. TS-940S – számítógép

Az utóbbi években forgalomba hozott új berendezések az interfészt már tartalmazzák, valamint gyakran be van építve a szintáttevé fokozat is. A YAESU (már sok éve alkalmazott) „CAT” (Computer Aided Transceiver) rendszerében a rádió hátoldalán található 9 pólusú CANNON csatlakozó egy soros kábelrel közvetlenül összeköthető a számítógép soros portjával. Ugyanez a helyzet a KENWOOD néhány új modelljével (pl. TS-870S) is, míg más modellek (pl. a TS-50) igénylik interfész (IF-10D) használatát. A számítógép és a példának említett KENWOOD TS-940S, ill. a YAESU FT-1000MP adó-vevő összekötését, a csatlakozóik bekötését az 1. ábra, ill. a 2. ábra mutatja.

A rádió számítógépes vezérlése előkészítésének első lépése a kezelési utasítás tanulmányozása. Megállapítjuk, hogy rádiónk képes-e kommunikálni a számítógéppel, és ha igen, ehhez szük-



2. ábra. FT-1000MP – számítógép

séges-e külső interfész/szintáttevé. Ha szükséges, akkor érdemes megfontolni, hogy a gyári készüléknél lényegesen olcsóbb lehet a házi kivitelezés. E néhány alkatrészből álló, egyszerű áramkörök kapcsolása pl. az interneten felkutatható, elkészítése sem igényel különleges szakértelmet. (Ha erre nem vállalkozunk, még mindig gazdaságos lehet más rádióamatőrök által készített ilyen egységet beszerezni börzéken. Pl. az említett KENWOOD IF-232 funkciót ellátó, amatőr gyártmányú szintáttevé IF-105 jelzéssel kínálták.)

A kezelési utasításban megtaláljuk a számítógéppel való kommunikációt szolgáló csatlakozó típusát és bekötését, továbbá információt kaphatunk a jelátvitelről (adatátviteli sebesség, jel/stopbitek száma, paritás stb.) is.

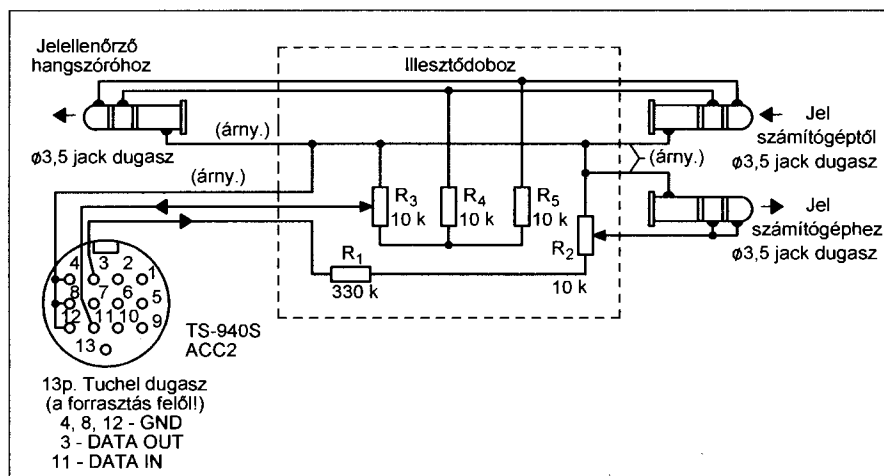
Milyen szoftvert használhatunk ehhez a kommunikációhoz?

Ha az egész állomást vezérlő szoftvert alkalmazunk (ilyen pl. az RT 2005-ös évkönyvében „Állomásvezérlő szoftver” címen ismertetett, ingyenes LOGGER), az általában fel van készítve az ismertebb rádióberendezések kezelésére; a rádió típusát (vagy a jelátviteli adatokat) egyszerűen beállíthatjuk a megfelelő menüben. Egyébként pedig némi keresgélés után az internetről letölthetünk (megvásárolhatunk) olyan szoftvereket, amelyek segítségével rádióink és a számítógép kapcsolatot tarthat egymással.

A számítógép (melynek kapcsolóüzemű tápegysége is, maga a négy-szögjelekkel működő berendezés is nagyszámú harmonikust termel) a rádió környezetében vételi zavarok forrása lehet. Ezért bármilyen célból használunk is a rádióállomáson számítógépet, ügyelni kell az árnyékolásra, azaz a számítógép fém dobozának a rádiós rendszerhez történő megfelelő földelésére.

### A hangkártya és a rádió összekapcsolása

Régen elmúlt már az a korszak, amikor egy amatőr rádióállomáson az adó-vevő szomszédságában telexgép kottozott, hagyományos SSTV-kamera és



3. ábra

-monitor működött. A számítógép helyettesít minden perifériát (telexgép, SSTV-eszközök), sőt új, kifejezetten számítógépes üzemmódokat tesz lehetővé (paketrádió, PSK31, MT63 stb.). Ezek az üzemmódok részben eleve az SSB-adásmódhoz kapcsolódnak, de az RTTY- vagy a paketrádió-üzem FSK-modulációja is előállítható megfelelő hangfrekvenciákkal vezérelt SSB-modulátorral (AFSK). Így valamennyi digitális üzemmódban forgalmazhatunk SSB-adóval, amelynek modulátorát a számítógép hangkátyája hajtja meg, illetve amely vevőjének hangfrekvenciás kimenete a hangkátya bemenetéhez csatlakozik.

A tapasztalat szerint viszont nem közömbös, hogy milyen hangkátyánk van. Az újabb gépek alaplapra integrált hangkátyái sok esetben nem optimálisak a fázismodulált jelek előállítására/vételére. Ilyen esetben az alaplap hangkátya letiltása mellett külön hangkátyát használhatunk.

A hangkátya és a rádió csatlakoztatásánál a megoldandó fő probléma a feszültségszintek illesztése. Akkor kényelmes az állomás kezelése, ha üzemmódváltáskor (fónia és valamely digitális üzemmód között) nem – vagy alig – kell változtatni a rádió mikrofonerősítőjének beállításán, ugyanakkor a hangkátyáról a hangszóró is megfelelő meghajtást kap.

Ami a rádiót illeti, általában van olyan hang be/kimenő csatlakozója, ahol a kimenő jel szintje nem függ a hangerőszabályozó állásától (viszont a bemenő jelre általában hat a mikrofonerősítés szabályozója); ezt a csatlakozót célszerű használnunk. A kimeneti, illetve az optimális bemeneti jelszint készülékenként változó: pl. a TS-940S

hangkimenete 4,7 k $\Omega$  terhelésre 300 mV jelet szolgáltat, míg az FT-1000MP 600  $\Omega$  terhelésre 100 mV-ot, az AFSK-bemenetre a TS-940 max. 500 mV feszültséget vár, az FT-1000MP útmutatója szerint viszont az optimális bemenőfeszültség 30 mV.

A hangkátya be- és kimeneti jelszintjei is típusonként változhatnak. Az operációs rendszer lehetővé teszi a be- és a kimenő hangerő szoftveres úton való állítását, de csak bizonyos határok között. Ha a bemeneti eszközt az érkező jel túlvezérli, azon szoftveres úton már nem lehet segíteni. Ez volt pl. a helyzet a TS-940S rádió ACC2 kimenetén megjelenő feszültséggel, amely túlvezérelte a hangkátya egyetlen (mikrofon) bemenetét. A problémákat a 3. ábra szerinti egyszerű illesztő áramkör elkészítése oldotta meg. A rádióból kivezetett hangfrekvenciás jelet az R<sub>1</sub> (az adott rádió kimeneti, ill. a hangkátya bemeneti szintjétől függően változtatható értékű) ellenállásból és az R<sub>2</sub> potenciométerből álló feszültségosztó osztja le. Ezt a potenciométert úgy állítjuk be, hogy a kapott jel a hangkátya számára optimális legyen (ezt a beállítást a digitális üzemmód szoftvere is segítheti, pl. a MixW program használatánál a „waterfall” színe ad útmutatást).

A másik jelút a számítógép sztereo hangkimenetét köti össze a rádió hang (AFSK-) bemenetével. Itt a jobb és bal csatornát az R<sub>4</sub> és az R<sub>5</sub> ellenállás, valamint az R<sub>3</sub> potenciométer segítségével „keverjük”; utóbbival állíthatjuk be a rádiót meghajtó jel szintjét. Ezt úgy célszerű megtenni, hogy a rádió fónia üzemhez beállított mikrofonerősítésével a hangkátyából érkező jel épp a megfelelő modulációt hozza létre.

Ha a rádióknak számítógéppel vezérelhető, akkor a hangkátya és a rádió összekapcsolásán kívül több feladatunk nincs, a működési frekvencia, az üzemmód beállításán kívül a számítógép az adás/vétel átkapcsolást is közvetlenül végzi.

Az sem okoz gondot, ha rádióknak számítógéppel nem vezérelhető. Ekkor a frekvenciát, üzemmódot értelemszerűen kézzel kell beállítani, a digitális üzemmódokban az adás/vétel átkapcsolásához pedig egyszerű – a következő pontban ismertetett a) megoldással egyező – illesztő áramkört készíthetünk.

### URH-paketrádió és a számítógép kapcsolata

Az eddigiek során a „rádió” a rövidhullámú adó-vevőt jelentette (természetesen ugyanígy vezérelhető számítógéppel a magasabb kategóriájú URH-rádiók is). A rövidhullámú rádióállomás kiegészítő tartozékeként használt URH-rádió céljára (melynek fő feladata – az FM-fónia üzem lehetővé tételén kívül – a pakett hálózattal való kapcsolattartás, és – ha internetkapcsolat nem áll rendelkezésre – a dx-clusternek ezen az úton való elérése), elegendő egy csak FM-módban, néhány fix frekvencián üzemképes, egyszerű URH-rádió is.

A professzionális rádiók új generációjának elterjedésével a régi, eredetileg néhány csatornás URH-rádiókhoz jelképes áron lehet hozzájutni. Ezek (esetleg a fix kristályoszillátorokat szintézerrel kiváltva, lásd RT 2002/1...2003/1) ilyen célra tökéletesen megfelelnek. A szükséges működési frekvenciát kézzel beállítva, a számítógépnek csak paketrádió-üzemben van feladata: az adatjelek feldolgozása és az adás/vétel vezérlése.

A paketrádiózás indulásakor a számítógépek lassúak voltak, ezért a gyors feladatok végzésére TNC-t (Terminal Node Controller) alkalmaztak, az adatjel és a hangfrekvenciás jel közti átalakítást pedig külön MODEM végezte. A számítógépek sebességének növekedésével (először a 2 m-es sávon alkalmazott alacsony, 1200 Bd-os sebességnél) a TNC feladatát már a számítógép is el tudta látni, ma pedig (ugyanúgy, mint a rövidhullámú adó-vevőnél) a számítógép hangkátyája – megfelelő szoftver használatával – a modem feladatát is átveheti (lásd: [www.ham.hu](http://www.ham.hu)).

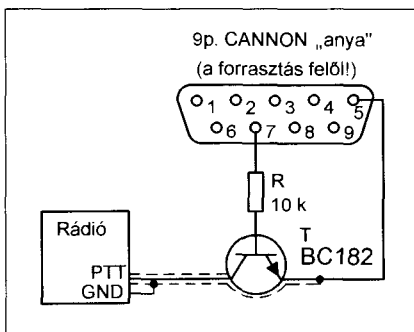
A hangfrekvenciás jeleket akár a számítógép hangkártyája alakítja ki, akár külön MODEM, a rádióval való összekapcsolás két úton történhet:

a) A hagyományos rádiók adásra kapcsolása a PTT-bemenet földelésével történik. A számítógép a PTT-bemenetet pl. COM-portján keresztül vezérelheti. A 4. ábra szerinti kapcsolásban a COM csatlakozó 7. pontján (RTS) megjelenő feszültség nyitja T tranzisztort, amely letesteli az adó-vevő PTT-bemenetét. (A tranzisztor a csatlakozóra forrasztva elfér a csatlakozó tokjában.)

Ha nincs külön hangfrekvenciás jel be/kimenet, a rádió a bemenőjelet a mikrofonbemenetén várja, míg a kimenőjelet a hangszóró (fejhallgató) csatlakozóján jelenik meg. E pontokat csatlakoztatjuk a hangkártyához – szükség esetén a 3. ábrán szereplőhöz hasonló feszültségosztó közbeiktatásával.

b) Kézi rádióknál rendszerint 1–2 k $\Omega$ -os belsőellenállású külső mikrofont használnak, amelynek áramkörét vételkor megszakítják. A mikrofon áramkörét a PTT-kapcsoló csak adáskor zárja, a rádió az egyenáramú kör záródását észlelve kapcsol adásra. Az ilyen rádióval a hangkártya kimenetét ill. a PTT vezérlő COM csatlakozót az 5. ábra szerinti áramkörrel kapcsolhatjuk össze.

Ha a COM csatlakozó 7. pontján adáskor pozitív feszültség jelenik meg, a T tranzisztor nyit, a rádió mikrofonbemenetét az R<sub>2</sub> 1,8 k $\Omega$ -os ellenálláson keresztül földeli, ezzel a rádiót adásra kapcsolva. A hangfrekvenciás jel – melynek szintjét P potenciométerrel állítjuk be a szükséges, néhány millivolt értékre – a C (220 nF) kondenzátoron keresztül jut a hangkártya kimenetéről a rádió mikrofonbemenetére. A rádió hangszórókimenetét összekötjük a



4. ábra

hangkártya bemenetével. Mivel az e kimeneten nyert jel szintje a rádió hangerősztályozójával állítható, közbeiktatott feszültségosztóra nincs szükség.

Természetesen nem kötelező a számítógép hangkártyáját használni a pakett-rádiós kapcsolathoz, a külön modemmel, TNC-vel működő URH-pakett-rádió állomás ugyanolyan tökéletesen működik. A régebbi programok sokszor beállíthatók úgy is, hogy a párhuzamos porton keresztül kommunikálnak a modemmel. Így felszabadul egy COM-port, amely előnyös lehet, ugyanis ez idő szerint a rádiókkal való kapcsolattartásra csak a számítógép (legfeljebb két) COM-portját használhatjuk. További COM-portokat USB/soros átalakítóval tudnánk létrehozni, de nem biztos, hogy szoftverünk a létrejövő magas sorszámú COM-portot kezelni tudja. Külön soros kártyával szintén létesíthetünk további soros portokat, azonban (ha csak hardver átalakítással nem állítjuk át az interrupt sorszámát) interrupt ütközés miatt egyidejűleg csak két COM-port használható.

### A rádió adó-vevő és a teljesítményerősítő kapcsolata

Ameddig a rádióamatőrök által használt gyári adó-vevők zöme ma már nálunk is félvezetős kivitelű, a teljesítményerősítőkkel korántsem ez a helyzet. Utóbbiból a választék is jóval kisebb (egy-egy cég egyidejűleg csak 1–2 modellt kínál), valamint magas árak is nehezen elérhetővé teszik azokat. Így a két-három évtizede készült csöves végerősítők még javában „szolgáltatban” vannak. Ezek viszonylag egyszerűen, három ponton csatlakoznak a rádióhoz:

a) Az adó-vevő antennacsatlakozóját (50  $\Omega$ -os koaxkábellal) össze kell kötni a teljesítményerősítő antennabemenetével.

b) A végerősítő PTT-bemenetére továbbítani kell az adás/vétel átkapcsoló jelet (adáskor letesteli a bemenetet). Ez a jel hozzáférhető a rádió valamelyik csatlakozóján.

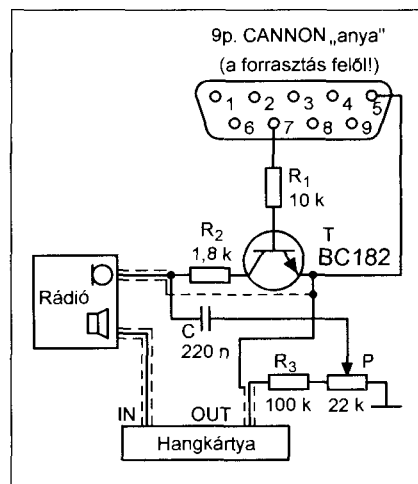
A régebbi, csöves erősítők általában csak „semi” BK (NON-QSK) üzemre alkalmasak, vagyis a teljes adási periódusra adásra kell kapcsolnunk. Ekkor az antenna az erősítő kimenetére kapcsolódik, a távirójelek betű- és szó-

szüneteiben vétel nem lehetséges. Az adás/vétel átkapcsoló jelet vagy a rádió VOX-áramköre állítja elő, vagy külső (fóniaadásnál a mikrofonon lévő kézi, táviróadásnál rendszerint láb) kapcsoló, illetve digitális üzemmódoknál a számítógép szolgáltatja (lásd fentebb).

A VOX használatakor egyrészt figyelniünk kell arra, hogy a rádiót az – erősítő alkalmatlansága miatt – akkor sem kapcsolhatjuk full BK üzemre, ha arra alkalmas lenne. Másrészt megkímélendő a teljesítményerősítőt a billentyűzés (vagy beszéd) előre beállítottnál hosszabb szüneteiben való fölösleges adás/vétel átkapcsolásoktól, célszerű, ha egyidejűleg a lábkapcsolót is használjuk, s azt a teljes adási periódusban nyomva tartjuk. A lábkapcsoló bekötésére a 6. ábrán láthatunk példát (az ábra a TS-940S rádió és az FL-2100Z teljesítményerősítő összekapcsolását mutatja). A rádió „REMOTE” hátlapi csatlakozójának 3. pontjára kapcsolt lábkapcsoló PTT-jele akkor is hatásos, amikor egyébként a VOX-áramkör van bekapcsolva. A végerősítő RY bemenetét adáskor letestelő jel a csatlakozó 4. pontján jelenik meg.

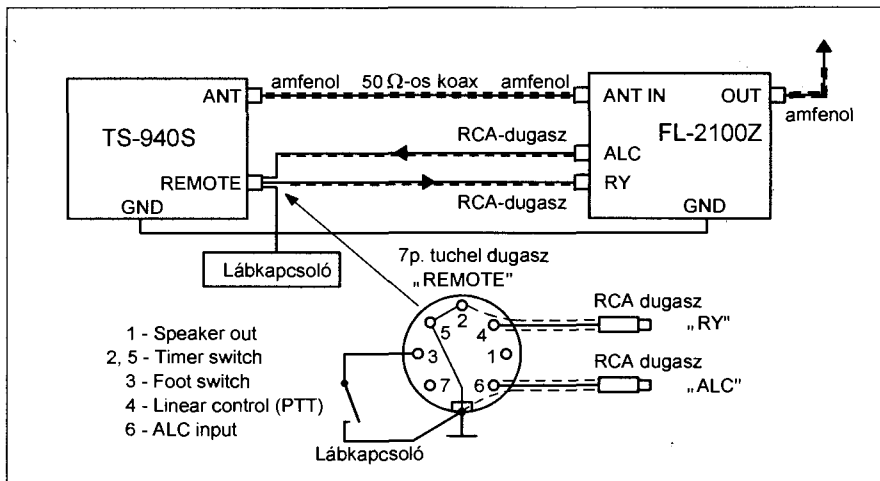
Ha rádiókon a lábkapcsolónak nincs külön csatlakoztatási lehetősége, a mikrofoncsatlakozó PTT-pontját használhatjuk.

c) A teljesítményerősítő ALC-kimenetén a kimenőteljesítménnyel növekvő (a rádió ALC-szintjéhez beállítható, rendszerint 0 és 10 V közötti negatív) feszültség jelenik meg. Ha ezt a feszültséget a rádió ALC-csatlakozójára vezetjük, a teljesítményerősítőt is bevonjuk a rádió ALC-körébe; így a



5. ábra





6. ábra

rádió által szolgáltatott meghajtóteljesítmény szükség esetén úgy csökken, hogy a teljesítményerősítő kimenőteljesítménye ne haladjon meg egy előre beállított értéket (6. ábra: FL2100Z, ALC-csatlakozó).

### Korszerű teljesítményerősítők

A gyári korszerű, félvezetős, processzoros vezérlésű, rádióamatőr célú teljesítményerősítők jónéhány többletszolgáltatást nyújthatnak:

- a beállítások memorizálása,
- automatikus frekvenciamegállapítás,
- rádió által vezérelt sávváltás,
- több teljesítményszint,
- több rádióbemenet,
- több antennakimenet,
- automatikus antennatuner,
- teljes BK (QSK) üzem.

A beállítások memorizálása a legnagyobb kényelmet nyújtja. Ha már beállítottuk, hogy egy adott frekvenciasávban melyik kimenetre kapcsolt antennát kívánjuk használni, az automatika az adási frekvencián kihangolta az antennatunert, és kiválasztottuk az adási teljesítményt, akkor, ha a későbbiekben ismét erre a sávra kapcsolunk vissza, az erősítő automatikusan visszaáll az itt korábban beállított értékekre.

Az automatikus frekvenciamegállapítás keretében a bemenetre érkező meghajtójelből a processzor állapítja meg az aktuális frekvenciát, ennek megfelelően váltja a sávot, illetve állítja az antennatunert a (sáv adott szakaszában) memorizált hangolási állapotra. A folyamatot gyorsítja, ha az erre alkalmas rádió már sávváltáskor közli

az új sávra vonatkozó információt (rádió által vezérelt sávváltás).

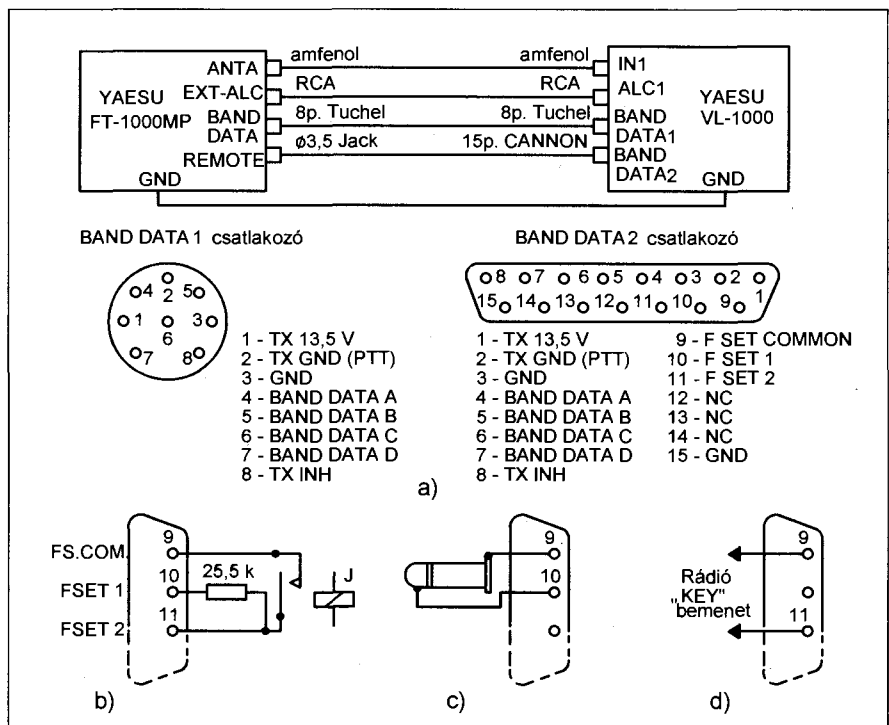
Talán egy kis kommentárt igényel, hogy miért jó a több teljesítményszint lehetősége, hiszen a meghajtószint csökkentésével a kimenőteljesítmény tetszőlegesen csökkenthető. A helyzet azonban az, hogy ilyenkor (állandó tápfeszültségnél) bizonyos esetekben a végtranzistorokon (végcsöveken) disszipálódó teljesítmény nem csökken, hanem növekszik. Ezért előnyös, ha a csökkentett kimenőteljesítmény-

hez csökkentett tápfeszültség is tartozik; ezt nyújtja ez a szolgáltatás.

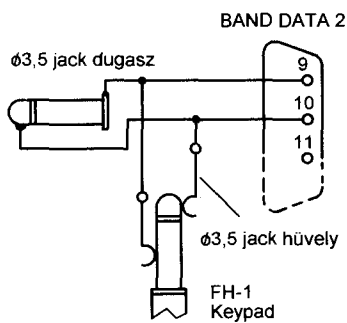
A többletszolgáltatásokhoz az erősítőt és a rádiót összekötő többletkábelek is tartoznak, pl. a YAESU FT1000MP rádió és a VL-1000 erősítő esetében (7. ábra):

- „Band data 1” (8 pól. TUCHEL dugó - 8 pól. TUCHEL dugó) kábel: ezen a kábelen keresztül érkezik az adótól az erősítőhöz az adó bekapcsolt állapotát jelző, ill. az adás/vétel kapcsoló jel, valamint a frekvenciasávra vonatkozó információ, a Band data A-B-C-D. Utóbbi értelmezése a következő:

D	C	B	A	Fr.sáv
0	0	0	0	-
0	0	0	1	160 m
0	0	1	0	80 m
0	0	1	1	40 m
0	1	0	0	30 m
0	1	0	1	20 m
0	1	1	0	17 m
0	1	1	1	15 m
1	0	0	0	12 m
1	0	0	1	10 m



7. ábra: a) az FT-1000MP és a VL-1000 összekötőkábele, b) FSET1 és FSET2 jel képzése, c) FSET1 kábel az FT-1000MP vezérléséhez, d) FSET2 kábel bármely rádió indításához



**8. ábra. Keypad és végerősítő együttes bekötése (FT-1000MP)**

Az erősítő full BK üzemre is alkalmas. (A csatlakozó 8. pontján megjelenik egy „TX INH” jel is, ezzel az erősítő jelzi az adónak, hogy a meghajtóteljesítmény fogadására kész.)

– „Band data 2” (15 pólusú CANNON csatlakozó – 3,5 mm-es Jack dugasz): A CANNON csatlakozón jelennek mindazok a jel be/kimenetek, amelyek a „Band data 1”-en, valamint az antennatuner automatikus hangolásokor, ill. az automatikus frekvenciamegállapításkor az erősítő által az adót indító jel (FSET1, FSET2). Utóbbi két jel képzése az 7.b ábrán látható.

Az erősítő antennatunerjének automatikus hangolását egy előlapi gomb megnyomásával kezdeményezhetjük. Ekkor a végerősítő J jelfogója meghúzó, munkaérintkezője rövidre zárja a csatlakozó 9. és 11. pontját (FSET2), egy-

idejűleg a 9. és a 10. pont közé pedig 25,5 kΩ-os, 1% tűrésű ellenállás kapcsolódik (FSET1).

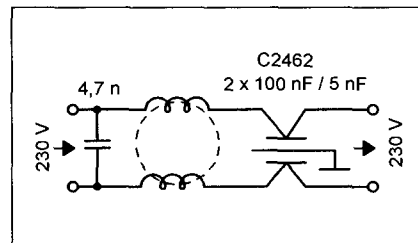
A végerősítő „családjához” tartozó rádió (pl. FT-1000MP) alkalmazása esetén az FSET1 jelet használhatjuk fel, amelyet a rádió REMOTE bemenetére kapcsolunk. Az e bemenet két pontja közötti 25,5 kΩ értékű ellenállás a távvezérlő „TUNE” parancsának felel meg, amely az adót AI üzemmódban indítja. Így az automatikus antennahangolás idejére a végerősítő maga indítja az adót.

Ha az FT-1000MP rádióhoz a VL-1000 végerősítővel egyidejűleg az FH-1 REMOTE keypadot is használjuk, akkor a „Band data 2” kábelt a 8. ábra szerint szerelhetjük. A „Band data” kábelek ALC-jelet nem továbbítanak, tehát a rádió EXT ALC-kimenetét és a végerősítő ALC-bemenetét külön kábellel kell összekötni (7.a ábra).

Ha rádióink nem rendelkeznek ilyen távvezérlési lehetőséggel, az FSET2 kapcsokat a billentyűvel párhuzamosan kapcsolva (7.d ábra), a rádió CW üzemmódjában az adó ugyanígy indul. Az ilyen rádió és a végerősítő többi összekötő kábele (PTT, ALC) ugyanolyan, mint a régebbi típusú végerősítők esetén (a sávot „Band data” adatok hiányában az automatikus frekvenciabeállításakor határozza meg a rádió).

### Zavarszűrés

A számítógép és a rádió összekapcsolása esetében a zavarszűrés (összeföl-



**9. ábra. Hálózati szűrő**

delés) azért volt szükséges, hogy saját rádióvevőnket védjük a számítógép által termelt zavaroktól. Legalább ilyen fontos a rádióadó által keltett zavarok szűrése. Ilyen zavarok egyrészt az antennán, másrészt a hálózaton keresztül is kisugárzódhatnak.

Gyári, jó minőségű rádióadónál vélhetően az antennán keresztül nem távoznak meg nem engedett jelkomponensek, harmonikusok. Kétség, vagy nem gyári kivitelű adó esetén jó szolgálatot tehet az antennakörbe iktatott aluláteresztő szűrő, amely a 30 MHz alatti frekvenciáknál minimális csillapítású, de kb. 40 MHz fölött már akár 80 dB-nél is nagyobb csillapítást ad (pl. RT Évkönyve 1977, 186. o.).

A hálózat felé egy, az egész rádióállomás tápellátását szűrő áramkört helyezhetünk el (9. ábra). A rádiófrekvenciás fojtó a hálózati MTK kábelből, egy tv-sorvégtrafó ferritmagjára készült 2 × 4 menet.

## Érdekel az amatőr rádiózás? Hogyan lehetsz rádióamatőr? <http://www.mrasz.hu>

(Folytatás a 184. oldalról)

A mért jellemzőket észrevehető módon sem az alsó, sem pedig a felső fedőlap eltávolítása nem befolyásolja.

Valamennyi mérés karakterisztikáit – terjedelmi okokból – nem közölhetjük, de a legfontosabb mérési adatok összefoglalását a táblázat tartalmazza (a csillapításértékek dB-ben értendők). A mért értékek minden tekintetben túlmutatnak egy rádióamatőr-felhasználásra tervezett áramkör jellemzőin. A diplexer a rádióamatőr-sávokon kívül eredményesen használható a 27 MHz-

es CB- és a 160 MHz-es „profi” rádiótelefon-sávon is.

*Annak reményében bocsátom útjára ezt a munkámat, hogy amikorra e sorok megjelennek, mi, a Magyarországon élő rádióamatőrök is korlátozások nélkül forgalmazhatunk 50 MHz-en, ki próbálhatjuk a diplexert e sávban az adástechnikánkkal is, valós terjedési körülmények között.*

### Az idézett irodalmak jegyzéke

1. Hangolásmentes diplexer 144/432 MHz-re. Rádiótechnika Évkönyve 1999.

2. Einfacher Diplexer für 2 m / 70 cm, CQ DL 7/1998. ISSN 0178-269X.
3. Hangolásmentes microstrip diplexer 145/435 MHz-re. Rádiótechnika Évkönyve 2003.
4. Using SERENADE 8.7 Design Suite to design 435/145 MHz contiguous diplexer filter.  
[www.pollak.sulinet.hu/elektro/elektro.htm](http://www.pollak.sulinet.hu/elektro/elektro.htm) (letölthető pdf).
5. Diplexer vagy duplexer. Rádiótechnika 2003/3–5.
6. Spirális inuktivitásokból kialakított kapacitív csatlakozó sávszűrő.  
[www.pollak.sulinet.hu/elektro/spir96/spir\\_96.htm](http://www.pollak.sulinet.hu/elektro/spir96/spir_96.htm)

# De-luxe gyorsbillentyű PIC-kel

Lakézi Miklós  
okl. villamosmérnök,  
HA7CR@freemail.hu

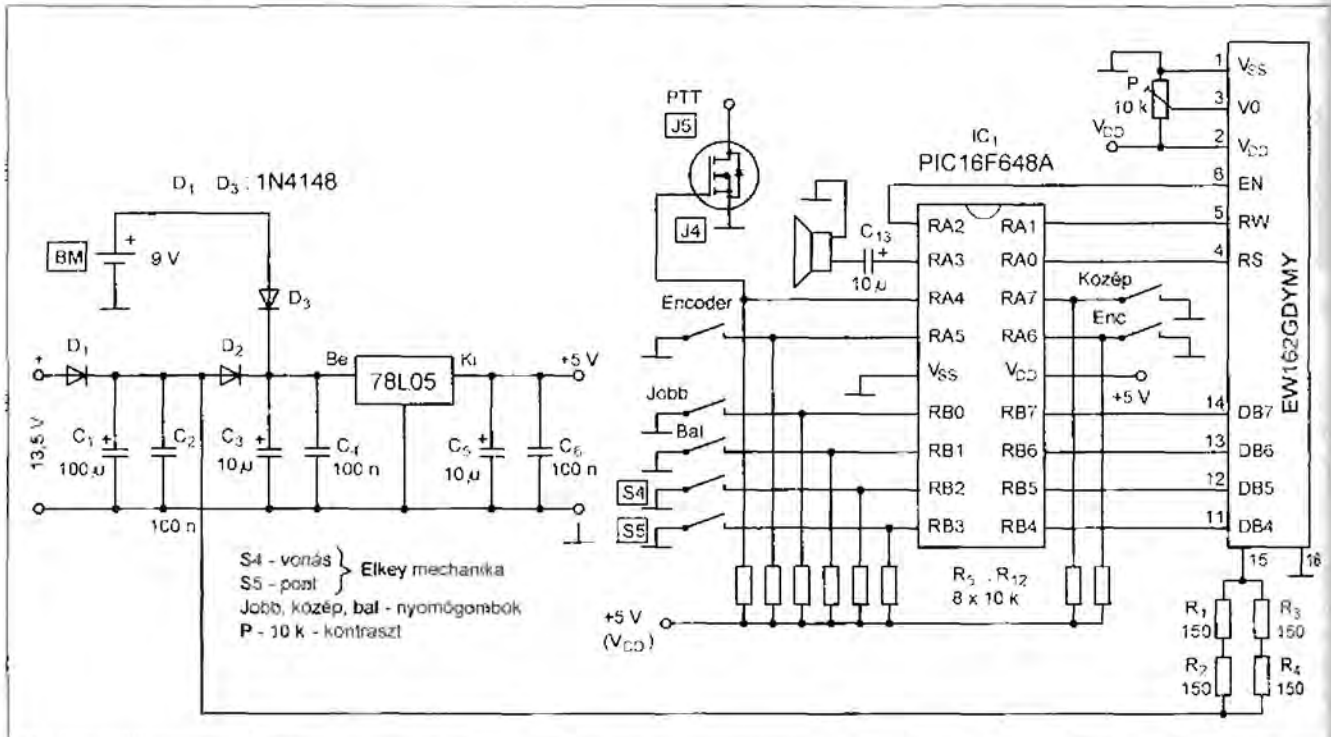
2004 nyarán egy tápegység meghibásodása miatt tönkrement a 15 éve használt gyorsbillentyűm. A sokak által használt elkey alkatrészei ma jószerevel hozzáférhetetlenek, elavultak (8749 típusú processzor, 40 lábú tokban 256 byte-os RAM, az 1970-es évek eszközei...). Így a hiábavalónak tűnő utánjárás helyett a kisebb ellenállás útját választottam, és egy, a mai igényeknek megfelelő készülék kifejlesztését tűztem ki célul.

Az elkey megtervezése előtt áttanulmányoztam a jelenleg kapható elektronikat, és megkíséreltem minél többet ezekből a funkciókból beépíteni a készülékbe. Az elkey kezelése erősen eltér a régitől, a rengeteg kezelőszerv helyett pár, többfunkciós kezelőszerv található, hasonlóan a mai, modern rádiókhoz. Első használat előtt mindenképpen ajánlatos a dokumentáció átolvasása (tapasztalatból tudom,

hogy ez a végső megoldás arra az esetre, ha minden más csődöt mondott, de ez a célszerű...), ez alapján a felhasználói paraméterek, memóriák, üzemmódok beállítása.

Az elkey egy PIC16F648 típusú mikroprocesszorra épül, kapcsolási rajzát az **ábra** szemlélteti. Kezelése, programozása az előlapon található 2 soros, soronként 16 karakteres LCD-

kijelzőn megjelenő menük alapján végezhető. A főmenü pontjai közötti lépétesítés a forgókapcsolóval, az egyes menüpontokba belépés, onnan kilépés a nyomógombokkal történik. A nyomógombok aktuális felirata a kijelző alsó sorában látható („context sensitive help”, magyarul helyzetérzékeny segítség). A menüpont beállítása általában az elkey mechanika karjának megféle-





lő irányú mozdításával lehetséges (részletes leírást lásd az egyes menüpontok leírásánál).

Az elkey tápellátását egy belső (9 V-os) elem vagy külső (maximum 13,8 V-os) tápegység biztosítja. Külső táp csatlakoztatása esetén a kijelző háttérvilágítása automatikusan bekapcsolódik. Az elkey közvetlenül csatlakoztatható a szokásos 13,5 V-os, pozitív tápfeszültségű adóvevők billentyűző bemenetéhez (ez valószínűleg igaz a +28 V-os tápfeszültségű készülékekre is; nem volt módom kipróbálni). Egy BS170 típusú kapcsoló FET látja el a hagyományos billentyűk érintkezőinek feladatát.

A készülék áramfelvétele:

- 4-5 mA belső (9 V-os) elemről (LCD háttérvilágítás nélkül),
- 80-100 mA külső tápról (LCD háttérvilágítással).

A beállítható sebességtartomány: 8-50 WPM (8-16, 36-50 WPM között 2 WPM-es lépésekben, az általában használt 16-36 WPM tartományban 1 WPM lépésközzel). A saját adatok tetszőlegesen programozhatók, ill. átprogramozhatók (hívójel, QTH, QTH-lokátor, név) pl. kitelepülés, verseny, QRP-állomás stb. A beállított adatok mentése automatikus.

Az elkey 3 független, szabadon programozható memóriával rendelkezik (74, 59, 14 karakter az egyes memóriák hossza). A két első memória a menürendszer megkerülésével nyomógombról is elérhető, a második, harmadik memória tartalma a riportokba fűzhető. Alaphelyzetben a memóriák üresek. Az összes memória tartalma (hasonlóan a hívójel, QTH, QTH-lokátor, név mentéséhez) elmenthető, így a memóriába beírt adatok kikapcsolás után is megőrződnek. Fontos különbség, hogy az adatok EEPROM-ba mentése (a felhasználói adatokkal ellentétben) nem automatikus, hanem a mentésre külön menüpont nyújt lehetőséget.

## A készülék funkciói

A készülék összes funkciója menüvezérelt, a fő menüpontok az alábbiak:

- ki-/bekapcsolható adóhangolás,
- kétféle üzemmód (aktív-passzív) közötti választás; magyarázatát lásd később,
- CQ vagy CQDX hívás választása normál üzemmódban,
- CQ vagy 1. memória választása a bal oldali nyomógombról,

- riport vagy 2. memória választása a középső nyomógombról,
- RH - URH üzemmód választása (verseny és normál üzemben),
- verseny vagy normál üzemmód választása,
- versenysorszám beállítása, növelése, csökkentése,
- versenysorszám törlése (nulla kezdőértékre állítása),
- pont-vonás arány változtathatósága,
- ki-/bekapcsolható pont-vonástároló,
- ki-/bekapcsolható szószünet-tároló,
- a pont és vonás felcserélése az elkey mechanikáján,
- elkey vagy kézi billentyű választása; kézi billentyű esetén is megmarad az összes memória-funkció,
- az elkey fontosabb beállításainak LCD-n történő megjelenítése,
- a memóriák programozása (külön-külön menüpontban a 3 memória),
- a memóriák tartalmának elmentése,
- hívójel, QTH, QTH-lokátor, név programozása külön menüpontokban.

Az elkey üzemi beállításai (sebesség, pont-vonás tároló, szószünet tároló, versenysorszám, felhasználó adatai stb.), valamint a versenyüzemmód beállításai (üzemmód, sorszám) a processzor belső EEPROM memóriájában tárolódnak, azaz a tápfeszültség kikapcsolása után is megőrződnek. Mentés esetén a memóriák tartalma is megmarad a táp kikapcsolása után. Kikapcsolást követő bekapcsoláskor a tárolt értékek automatikusan visszatöltődnek, így az egyszerű elvégzett beállításokat nem szükséges minden bekapcsolásnál ismételni. Kétkaros mechanika használata esetén az elkey *normál* vagy *jambimatikus* módban egyaránt használható, mindenféle átkapcsolás nélkül.

## A kezelőszervek

- Nyomógombok, aktuális jelentésüket lásd a kijelző alsó sorában
- Elkeymechanika
- Digitális forgókapcsoló (encoder)

## A készülék menürendszere

Bekapcsoláskor a kijelzőn a „\* *Memory Keyer* \*” felirat jelenik meg. A

*Menu* gomb lenyomásával léphetsz be a menürendszerbe. Bármely menüpontba az *Enter* nyomógombról léphetsz be. Az *Exit* gombról közvetlenül kiléphetsz a menürendszerből. A fő menüpontok s egyben a kijelző feliratait a következők:

- *Select Tune* - adóhangolás ki-bekapcsolása. A menüpont kiválasztása után az *Enter* gomb lenyomása lép-tet be ebbe a menüpontba. Belépés után az elkey mechanika karjának jobbra mozdítása be, balra mozdítása kikapcsolja az adóhangolást. A menüpontok többségében a beállítás hasonlóan történik. Kilépni az *Exit* gomb lenyomásával lehet.

- *Select A-P* - aktív-passzív üzemmód (aktív → én CQ-zok, passzív → ellenállomások CQ-jára válaszolok, normál és verseny, RH-URH üzemben egyaránt). Részletesebb magyarázatát lásd később.

- *Select C-DX* - CQ v. CQ DX hívás választása aktív üzemmódban (normál üzemmódban).

- *Select C-MI* - Hívás vagy 1. memória tartalmának adása baloldali nyomógombról.

- *Select R-M2* - Riport vagy 2. memória tartalmának adása középső nyomógombról.

- *Select H-VH* - RH-URH üzemmód választása (normál és verseny üzemmódban).

- *Select Cont* - normál vagy verseny üzemmód választása (RH-URH egyaránt).

- *Select SetN* - versenysorszám beállítása, növelése, csökkentése. Az elkeymechanika rövid idejű jobbra nyomása növeli, balra nyomása 1-gyel csökkenti a versenysorszámot. Jobbra, ill. balra folyamatos nyomva tartása a nyomvatartás idején folyamatosan növeli, ill. csökkenti a sorszámot.

- *Select DelN* - sorszám törlése (nullára állítása), új verseny kezdete előtti.

- *Select Tone* - elkey saját önhangja ki-be.

- *Select Rat* - pont-vonás arány változtatása. A pont-vonás arány a szabványos 1:3 értéktől eltéríthető 1:6,5-ig, 0,5-es lépésekben. Az elkeymechanika jobbra mozgása növeli, balra mozgata csökkenti a pont-vonás arányt.

- *Select KStr* - pont-vonástároló ki-be.

- *Select ASpc* - szószünettároló ki-be.

- **Select Rev** – az elkeymechanika pont-vonás karjainak felcserélése.

- **Select Man** – elkey vagy kézi billentyű üzemmód választása. Ha kézi billentyűt választasz (Straight), akkor is él az összes memóriafunkció.

- **Select Sets** – a beállított üzemmódok áttekintő megjelenítése az alábbi módon:

K[01] – pont-vonás tároló ki (K0) vagy bekapcsolva (K1)

A[01] – szószünet tároló ki-be

[IF] – versenyszám inkrementálódik

[QIC] – QSO (normál) vagy verseny (contest) üzemmód

[PIA] – passzív-aktív üzemmód

[RIN] – elkey karjainak megcserélése (reverse-normal)

T[01] – önhang ki-be

- **Select M1Wr** – 1. memória írása. A menüpontba belépés után a forgókapcsolóval ráállsz az első beírandó betűre (ill. bármely karakterre), a **Next** gomb lenyomása után a következőre és így tovább. A 16. karakter beírása után a kijelző felső sora törlődik, az írást folytathatod, de új karakter beírása előtt a **Next** gombot kétszer kell megnyomnod. Az utolsó karakter beírása után a **Save** nyomógomb megnyomása RAM-ba menti a beírt tartalmat. Ez nem marad meg a készülék kikapcsolása után, az EEPROM-ba mentéshez be kell lépned a **Select Save** menüpontba és **Enter** lenyomásával menteni kell a beírt tartalmat, ekkor kikapcsolás után is megmarad, amit beírtál. Az 1. memóriába *maximum 74 karakter* hosszúságú szöveget írhatasz be. Minden memóriára igaz, hogy a beírható karakterek maximális számára neked kell figyelni, a hossz beírásakor nem ellenőrződik!

- **Select M2Wr** – 2. memória írása. Ugyanaz, mint az előző, *maximum 59 karakter* írható be.

- **Select M3Wr** – 3. memória írása, *maximum 14 karakter* írható be.

- **Select Save** – a memóriák tartalmának mentése EEPROM-ba, az **Enter** gomb lenyomása mindhárom memória tartalmát elmenti. Bármely memória tartalmának változtatása a másik memóriák tartalmát nem befolyásolja, de a mentés együttesen történik.

- **Select Call** – itt állíthatod be a hívójeledet. A menüpontba belépés után a forgókapcsolóval ráállsz a hívójel első betűjére (pl. „H”). A **Next** gombot megnyomod, utána forgókapcsolóval „A” betűre állsz. Ilyen módon végigírod a hívójelet, a hívójel utolsó be-

tűjének beírása után a **Save** gomb megnyomása elmenti a hívójelet. A *hívójel maximum 10 karakter* hosszúságú lehet, tetszőleges karaktereket tartalmazhat. Ha elrontottad a beírást, nyomd meg a **Save** gombot (ez igaz a memóriák írására is), lépj be újra a menüpontba és kezd elölről. A hívójel, QTH, QRA, név EEPROM-ba mentése automatikus. A beírás hossza ellenőrzött, ha beírtad a 10. karaktert, az elkey nem engedi a „túlírást”. Ugyanez igaz a QTH, Loc, Name beírása esetén is, természetesen mindenütt az aktuális hosszra engedi a beírást.

- **Select QTH** – QTH beállítása ugyanúgy, mint hívójel beállítása (a QTH-ban lehet szóköz is, pl. „NR BUDAPEST”, a forgókapcsolóval beállítható karakterek között szerepel a szóköz is). A *QTH maximum 14 karakter* hosszúságú lehet.

- **Select Loc** – QTH-lokátor beállítása (itt a QTH-lokátor helyett bármely szerepelhet, pl. HAQB esetén lehet a megye rövidítése, DIG-verseny esetén ide beírhatod a DIG-számot). Ez a mező *maximum 6 karakter* hosszúságú lehet.

- **Select Name** – az előzőek szerint; a mező *maximum 9 karakter* hosszúságú lehet.

### Összefoglalva:

A készülék menürendszerébe belépni a **Menu** nyomógombbal lehet. A menüpontok között a forgókapcsoló forgatásával lépkedhetsz (jobbra forgatva a következő, balra az előző menüpont). A kiválasztott menüpontba az **Enter** megnyomásával léphetsz. Az aktuális menüpontban az elkeymechanika jobbra-balra mozgatásával választhatod ki a kívánt funkciót.

Bármely menüpontból az **Exit** gomb lenyomásával léphetsz ki (kivéve a hívójel, QTH, QTH-lokátor, Név, M\*Wr menüpontokból, innen a **Save** lenyomásával léphetsz ki). A legelső menüpontból csak felfelé, az utolsóból csak lefelé lehet lépni (nem forog körbe a menü, ez szándékos, de igény szerint változtatható).

A készülék menürendszere helyzet-érzékeny, a kijelző alatt elhelyezett 3 db multifunkciós nyomógomb mindenkorai jelentése a kijelző alsó sorában olvasható.

A menürendszerbe belépve minden menüpontból lehetőség van az **Exit** gomb lenyomásával közvetlenül kilépni, anélkül, hogy be kellene lépni bármelyik menüpontba.

## Közvetlenül elérhető funkciók

Az elkey gyakrabban használt funkciói a menürendszer megkerülve, közvetlenül elérhetőek. A menürendszer megkerülő, azonnal elérhető funkciók:

**Sebesség állítása** – a forgatógomb jobbra forgatása növeli, balra forgatása csökkenti a sebességet. A beállított sebességet a kijelző felső sorában **SpeedxWPM** formában azonnal látod. A sebesség kézi adás esetén a forgatógombbal folyamatosan állítható, memóriából történő adás esetén a sebesség adás közben nem állítható.

**Hívás** – a menüben beállított üzemmódtól függően a bal szélső nyomógomb lenyomása közvetlenül aktivizálja a hívást, a nyomógomb feletti feliratok az alábbiak lehetnek:

- **TstCQ** – verseny-CQ
- **CQ** – normál (QSO) üzemmód, CQ-hívás
- **CQ-DX** – normál üzemmód, CQDX-hívás
- **Call** – passzív üzemmód, csak hívójelet ad versenyen is, normál üzemben is
- **Mem1** – a **Select C-M1** menüpont **Memory** funkcióját választva az 1. memória tartalmát adja

**Riport** – a menüben beállított üzemmódtól függően a középső nyomógomb lenyomása közvetlenül riportot ad verseny- és normál üzemben egyaránt. A nyomógomb feletti feliratok az alábbiak lehetnek:

- **HFTRp** – RH Test Report (RH versenyriport), „5NN sorszám BK” formában (aktív üzemmód) vagy „CFM 5NN sorszám BK” (passzív üzemmód). RH versenyriport adásakor a kijelző felső sorában **HF Report: 052** formában látod a legutóbbi kiadott sorszámot.
- **VHTRp** – URH Test Report (URH-versenyriport) „5NN sorszám QRA BK” vagy „CFM 5NN QRA BK” formában. Ez az alapeset, amennyiben a **My Loc** menüben a QTH-lokátorod van beírva. Amennyiben a **My Loc** menüpontban pld. a megye rövidítését írtad be, akkor „599 sorszám megye BK” (HA Országos Bajnokság), ha DIG-számot írtál be, akkor „599 sorszám DIG-szám BK”, HQ-állomás esetén lehet „599 sorszám MRASZ BK” stb. a forma. Látható, hogy tetszőleges formájú

# Tisztelt Rádióamatőrök!

Tájékoztatjuk Önöket,  
hogy az érvényes  
rádióamatőr engedéllyel  
rendelkezők hívójelének,  
és jogszabály szerinti adatainak

## - HÍVÓJELKÖNYV -

havonta frissített adatbázisa  
megtalálható a Nemzeti Hírközlési Hatóság honlapján,

a **[www.nhh.hu](http://www.nhh.hu)** címen.

**Nemzeti Hírközlési Hatóság**  
**Frekvencia Engedélyezési Osztály**



NEMZETI HÍRKÖZLÉSI HATÓSÁG

[WWW.NHH.HU](http://WWW.NHH.HU)



versenyriportot adhatsz. Lehetőség van elválasztásra is, pl. beállíthatod az „5NN sorszám/DIG-szám BK” formát is (tehetsz „J” jelet is). URH-versenyriport adásakor a kijelző felső sorában **VHF Report: 053** formában látod a legutóbbi kiadott sorszámot.

- **HFRp** – RH-riport, a szokásos QTH, operátor neve formában RH-riportot ad normál üzemmódban.
- **VHFRp** – URH-riport, a szokásos QTH-lokátor, operátor neve formában URH-riportot ad normál üzemmódban.
- **Mem2** – a **Select R-M2** menüpont **Memory** funkcióját választva a 2. memória tartalmát adja.

### Aktív üzemmód

Aktív üzemmódba a **Select A-P** menüpontba lépve kapcsolhatsz. Az aktív üzemmód a következőket jelenti verseny- és normál üzemben:

1. A **TstCQ** gomb lenyomására az elkey a „**TEST DE HA7CR HA7CR TEST K**” formájú hívást adja. Az ellenállomás a „**XX0XX**” (saját hívójelével) formában válaszol.

2. Billentyűről leadod az ellenállomás hívójelét, majd a **HFTRp** (vagy **VHTRp**, ha URH-üzemmódban vagy) gombot lenyomva az elkey a „**5NN sorszám Mem3 BK**” választ adja RH-üzemmódban (URH-üzemmódban „**5NN sorszám QRA Mem3 BK**”). A riport leadása után a **TstCQ** gomb újbóli lenyomásával kezdeményezhető az újabb verseny-CQ. Ha valamilyen okból újra kell adni a sorszámot, akkor állandó sorszám esetén **HFTRp** vagy **VHTRp** újbóli lenyomásával, növekvő sorszám esetén kézzel újraadással ismételtethet a sorszámot.

3. Normál üzemmódban a **CQ** gomb lenyomása „**CQ DE hívójel...**”, a **CQDX** gomb lenyomása „**CQ DX DE hívójel...**” hívást ad. A **HFRp** gomb lenyomása RH-riportot ad (QTH, név, Mem3), a **VHFRp** gomb lenyomása URH-riportot ad (lokátor, név, Mem3). (Mem3 a 3. memória tartalma.)

### Passzív üzemmód

1. CQ-zó állomást hallva lenyomod a **Call** nyomógombot. Ekkor „**HA7CR**” formában válaszol az elkey a CQ-zó állomásnak (csak hívójel ad). Az ellenállomás „**HA7CR 5NN sorszám BK**” formában válaszol.

2. Billentyűről leadod az ellenállomás hívójelét, majd **HFTRp** (vagy a **VHTRp**) gomb megnyomására az elkey „**CFM 5NN sorszám Mem2 BK**” (URH-üzem esetén „**CFM 5NN sorszám QRA Mem2 BK**”) formában válaszol, nyugtázva a kapott riportot is. A riport leadása után az **Call** gomb újbóli lenyomásával hívhatod meg a következő CQ-zó állomást.

3. Normál üzemben a **Call** megnyomása a saját hívójellel válaszol a CQ-zó állomásnak, a riport formája aktív és passzív üzemben azonos (Mem2 a 2. memória tartalma).

### Mind a két formában közös:

– Az érdektelen karaktereket (TEST, DE, 5NN, BK, CFM) az elkey kb. 30%-kal növelt sebességgel adja, a saját hívójel, sorszámot (lokátort) a beállított sebességgel. A növelt sebesség csak verseny üzemmódban működik.

– Riport adásánál „**[V]HF Report: xxxx**” formában a kijelzőn mindig a legutóbb adott sorszám látható. A kiadott sorszám 4 számjegyű lehet, amennyiben az első számjegy 0, azt az elkey nem adja („0952” sorszám helyett „952” sorszámot ad).

– A sorszámokban szereplő „0” karaktereket az elkey minden esetben „T”-vel helyettesíti (pl. 5NN 005 helyett 5NN TT5).

– A sorszámot adáskor az elkey folyamatosan írja a kijelzőre.

– Minden memóriából történő adás az elkey mechanikájával megszakítható a betűszünetek idején (és csakis a betűszünetek idején, mivel a megkezdett betű adása mindenképpen befejeződik). Ez biztosítja memóriából adásnál a zökkenőmentes váltást kézi adásra. A versenyriport adása nem szakítható meg (a sorszám folyamatoságának megőrzése érdekében).

Az elkey 16 bites belső számlálót használ, tehát a sorszámozás a 0–65535 tartományban működik. A sorszám „alulcsordulása” (nulla értékről történő további csökkentése) esetén emiatt nem 9999-re, hanem 5535-re (65535 megjelenített utolsó 4 karaktere) ugrik a kijelzés. Alulcsordulás után a sorszám növelése helyreállítja a „rendet”.

### A memóriák használata

Az 1. memória használata a legegyszerűbb, tartalmának beírása után a **C-MI** menüpont **Memory** funkcióját kell választanod. A **Mem1** gomb lenyomása

aktivizálja a memóriát. 74 karakteres hossza lehetővé teszi pl. különleges hívójelek használatát (pl. „cq dx de sv5/xx0xxx/qrp + k”).

A 2. és a 3. memória használata összetettebb. Alaphelyzetben a riportok (verseny- és normál módban egyaránt) adásánál van szerepük. Aktív üzemmódban a 14 karakteres 3. memória, passzív üzemben az 59 karakteres 2. memória tartalma automatikusan hozzáfűződik a riport végéhez. Lehetőség van pl. aktív üzemben „HW? BK”, passzív üzemben egy szabvány QSO-szöveggel (állomásleírás, qsl via buro... stb.) kiegészíteni a riportot. Verseny üzemmódban ugyanez a működés. Lehetőség van arra is, hogy a **RI-M2** menüpont **Memory** funkcióját választva a középső nyomógombbal a 2. memória tartalmát add. A 2. és 3. memóriák használata némi átgondolást igényel, tartalmuk normál QSO-zás és verseny esetén beállítás (vagy törlés) igényel.

Az összes memória tartalma törölhető, ha az M1Wr, az M2Wr vagy az M3Wr menüpontokba lépve kettőskezesztet (# **Save**) írsz az első karakterre. A memóriák mentése nem automatikus, a „**Select Save**” menüpont együttesen menti mindhárom memória tartalmát.

### Az első üzembhelyezés

Első használat előtt be kell programoznod saját adataidat (hívójel, qth, loc, name) a leírtak alapján. Alaphelyzetben a „nocall, noqth, noloc, noname” adatokat tartalmazza a processzor. A felhasználói memóriák alaphelyzetben üresek, amennyiben használni akarod őket, programoznod kell. Az M1, az M2 és az M3 memória tartalmát külön menüpontban kell mentened. Az elkey beállításait el kell végezned (pont-vonás tároló, szószünet tároló, önhang ki-be stb.). Ezeket a beállításokat elég egyszer elvégezned, a továbbiakban megőrződnek.

### Felhasználói tippek, trükkök

Verseny előtt fel kell programoznod az elkeyt az adott verseny követelményeinek megfelelően (RH- vagy URH-üzemmód beállítása, kezdő sorszám nullára állítása stb.). Néhány példa:

– HAOb esetén célszerű URH-módba kapcsolni és a lokátor helyett a mege rövidítését beírni, ekkor a riport

„5NNmege” formájú lesz. Természetesen a megye elé írható egy szóközt vagy „/” jelet is, ekkor „5NNmege” vagy „5NN/mege” formában adod a riportot.

– Ugyanez igaz pl. DIG-versenyre, értelemszerűen itt a DIG-számot írható a loc helyére.

– Fix versenyszám esetén célszerű a M2 memóriába beírni a riportot (pld. „599028 K”). Természetesen ilyenkor ügyelned kell arra, hogy az „R-M2” menüpontban a M2 legyen kiválasztva.

– Bármely esetben használható az M1 memóriát tetszőleges, általad írt tartalommal (C-M1 menüpontban ekkor M1-et kell választanod).

– Az elkey tápellátását otthoni körülmények között célszerű a rádió 13,5 V-os tápjáról megoldani. Kitelepülés esetén az opcionális, 9 V-os elem használata hosszú idejű üzemet tesz lehetővé.

– M1-M3 memóriák tartalmát beírás előtt ellenőrizd, a beírás hossza nem haladhatja meg az egyes memóriákra specifikált hosszakat. Ha nem mented el beírás után (Save menüpont),

akkor a beírt tartalom csak kikapcsolásig marad meg. Mindhárom memória ideiglenes törlése az adott memória első karakterére beírt „#” karakterrel történik. Ha ezt el is mented (Save), akkor a következő beírásig töröltek maradnak a memóriák.

### Megjegyzések

Az elkey angol nyelvű menürendszerrel működik, ennek elsődleges oka a magyar karakterek LCD-n való megjeleníthetőségének nehézsége (megoldható, de a processzor programmemóriájának véges mivolta miatt esetleg más, hasznosabb funkciók rovására).

A készülék szoftverfejlesztését Linux operációs rendszeren (gpasm, pikdev, gpsim fejlesztői környezet) végeztem.

A hardver kialakítását a felhasznált alkatrészek gyári katalógusainak felhasználásával, a processzor programozását saját készítésű berendezéssel végeztem. A fejlesztés, a megépítés és a tesztelés során nyújtott segítségért köszönet illeti (nem fontossági sorrendben) HA5KJ, HA5MA, HA5PT.

HA7XL, HA5LV, HA5BDU amatőr-társakat.

Az elkey programjának könnyű módosíthatósága lehetővé teszi az egyedi igények részleges vagy teljes megvalósíthatóságát (új menüpont beillesztése, felesleges menüpontok kihagyása, menüsorrend változtatása stb.). A jelenlegi program kb. 4000 program-sor, a legalaposabb tesztelés ellenére fordulhatnak elő programhibák, lefagyás (nekem eléggé bonyolult „stressz-tesztekkel” sem sikerült előidézni lefagyást, de nem zárhatom ki). Ez esetben javasolnám a Microsoft – remélem nem szabadalmi oltalom alá eső – megoldását: kikapcsol-bekapcsol, de újra installálni nem kell...

Az elkey mindenkor aktuális dokumentációját, további rajzait a <http://ha7er.homelinux.net/elkey> címen olvashatod, ugyanitt láthatsz pár képet is róla. Használatához sok sikert kívánok!

A készülék működésével, használataival összefüggő, szakmailag megalapozott javaslatokat az email-címre várom.



### SPÉKTRUMANALIZÁTOROK

- 0,15-1050 MHz
- méréshatár-bővítővel: 4050 MHz-ig

### FUNKCIÓGENERÁTOR

42.000,- Ft

- 0,3 Hz - 3 MHz-ig
- beépített frekvenciámérő
- szinusz, háromszög stb.



### OSZCILLOSKÓPOK

66.000,- Ft-tól

- DC-20 MHz-ig
- két csatorna
- 2db mérőfejjel



OSZCILLOSKÓP MÉRŐFEJEK

### LABORTÁPEGYSÉGEK

17.600,- Ft-tól

- 0-30 V, 0-10 A
- soros és párhuzamos működés



### KÉZI FREKVENCIAMÉRŐK, RF TESZTEREK

15.000,- Ft-tól

- 10 Hz - 3 GHz
- 10 számjegyű LCD kijelző
- RSSI indikátor
- bemenet: 50 Ω, max 15 dBm



### RÁDIÓFREKVENCIÁS JELSZINTMÉRŐK

- 5 MHz - 870 MHz • Csatorna- és frekvenciabeállítás, automatikus keresés
- 30 dBμV - 120 dBμV • Bemenet: 75 Ω „F” csatlakozó
- Frekvencia, jelszint és spektrumkijelzés • Hangkimenet (hangszóró)
- Beépített akkumulátor, töltő, bordtáská

### CCTV RENDSZEREK, TARTOZÉKOK

- Ipari, mikro, cső és panelkamerák • Miniatur CMOS kamerák • Videórendszerek egyedi igényekre, orvosi, kozmetikai, oktatási célokra, technológiai, laboratóriumi folyamatok vizsgálatára



### SZÍNES TFT LCD MONITOROK

- 1,8"-tól 8"-ig • AV és VGA bemenettel



### C/CS és PANELKAMERA OBJEKTÍVEK

### 2,4 GHz-es és 5,8 GHz-es VEZETÉK NÉLKÜLI AV ESZKÖZÖK



### 434 MHz-ES ADÓ ÉS VEVŐMODULOK



### TÁVIRÁNYÍTÓK



PROFITECH Kft. 1112 Budapest, Péterhegyi út 40. • Tel./fax: 310-3092, 310-1685 • H-P: 8.00-16.00 • [www.profittech.hu](http://www.profittech.hu)

Áraink kiskereskedelmi nettó árak! Rendszeresen vásárló kereskedőknek, telepítőknél, gyártóknál engedmény!



# Katonai rádiók amatőrökben 4.

## \* R-130 \*

Mednyánszky László HA7VC

Az évről évre megjelenő Rádiótechnika Évkönyvek szorgalmas olvasói az elmúlt években találkozhattak néhány régi, már rendszerből kivont katonai rádiókészülék leírásával. A közlemények azért láttak napvilágot, hogy segítséget nyújtsunk azoknak a rádióamatőröknek, akik ilyen készülékekkel rendelkeznek, szeretnék azokat üzemeltetni, de nincs megfelelő típusismeretük. A közlemények időrendje egyben a készülékek születésének is az időrendje, tehát egyre korszerűbb készülékekkel foglalkozunk. A korszerűséget természetesen nem napjaink legújabb készülékeivel való összehasonlításban, hanem a bemutatott rádió megjelenési korának megfelelő technikai színvonalra kell értelmezni.

Ezúttal egy igen érdekes technikai megoldású készüléket ismertetek, amelyet a maga korában – az 1960-as évek végén, a '70-es évek elején – méltán neveztek korszerűnek.

Az R-130 típusú adó-vevő két változatban készült: gépkocsiba vagy harkocsiba építhető. Különbség az antennaillesztésben, az alkalmazható antennatípusban és a beszélőkészletben van. Az adó-vevő berendezés rövidhullámú, táviró (A1A, F1A CW) és távbeszélő (A3E, AM és J3E, SSB) adásmódban működő, diszkrét hagolású szintézervezérelt adó-vevő készülék. Frekvenciatartománya az 1500 és a 10 990 kHz közé eső sáv, amelyet 10 alsávra osztottak fel:

1. 1500...1990 kHz
2. 2000...2990 kHz
3. 3000...3990 kHz
4. 4000...4990 kHz
5. 5000...5990 kHz
6. 6000...6990 kHz
7. 7000...7990 kHz
8. 8000...8990 kHz
9. 9000...9990 kHz
10. 10000...10990 kHz

Az üzemi frekvencia dekadikusán állítható be az előlapon lévő frekvenciabeállító gombokkal. Összesen 950 diszkrét

frekvenciát tudunk behangolni, 10 kHz-es lépésekben. Lehetőség van a folyamatos frekvencia-beállításra is, ebben az esetben azonban a készülék frekvenciastabilitása romlik. A rádiókészülék működőképesség  $-40^{\circ}\text{C}$  és  $+50^{\circ}\text{C}$  közötti hőmérsékleten.

Mi rádióamatőrök általában rezonáns antennákat alkalmazunk, amelyek egy-egy amatőrsávon biztosítanak kielégítő eredményt. A katonai hűrközlésben a teljes üzemi frekvenciasávban igyekeznek egy-egy antennatípust alkalmazni. A sugárzási tulajdonságok különbözősége miatt többféle antennát is készleteznek a rádiókészülékekhez. Aki az eredeti készlethez jut hozzá, az a következő antennákkal találkozhat:

- gépkocsiba épített változat esetén 4 m-es botantenna, szimmetrikus dipólantenna, lejtantenna,
- harkocsiba épített változat esetén 4 m-es botantenna, 6 m-es teleszkópantenna 4 m-es botantennával (a teljes hossz 10 m).

A különböző antennákkal áthidalható maximális távolság természetesen nem csupán a technikai jellemzőktől, hanem a hullámterjedési sajátosságoktól is függ. A 40 W-os adóval és a  $2\ \mu\text{V}$  érzékenységű vevővel, dipólantennával áthidalható legnagyobb távolságot nappal – a jó terjedési viszonyokból adódó nagy távolságok figyelmen kívül



vül hagyásával – mintegy 350 km-re becsülték. Amatőr körülmények között azonban gyengébb minőségi követelmények mellett, kiemelkedő terjedés esetén gyakorlatilag szinte korlátlan hatótávolságban gondolkodhatunk...

A rádiókészülék amplitúdómodulált (A3E), egyoldalsávú távbeszélő (J3E), táviró (A1A, F1A) modulációs módokban képes működni. A távirójelek adása frekvenciaeltolással billentyűzéssel (F1A) lehetséges, de a készülék ilyen jelek vételére nem alkalmas.

Az adó teljesítménye 75  $\Omega$ -os műantennán mérve a teljes frekvenciasávban 12 W és 40 W közötti, de nem szabályozható. Csökkentett teljesítményű üzemmódban az adó teljesítménye az előzőek 20...30%-át teszi ki.

A rádiókészülék hagyományos, elektroncsöves felépítésű, de tranzistorokat és félvezető diódákat is tartalmaz. Az elektroncsövek: 1P24B 4 db, 1Zs29B 32 db, 1Zs24B 25 db, GU-50 2 db, azaz összesen 63 db.

Az adó-vevő működtethető kézi- és pánccsoltos fejvédőbe épített gégenikrofonos készlettel.

A rádiókészülék táplálására 26 V-os egyenfeszültség szolgál. A tápegység 2 perc adás, 6 perc vétel működési ciklusra van méretezve. A folyamatos adás időtartama nem haladhatja meg a 20 percet. A rádiókészülék tápegysége félvezetőkből áll, és a feszültség

1. táblázat

Adó	Áramfelvétel [A]	14
	Kimenőteljesítmény 75 $\Omega$ -os terhelésen mérve a teljes frekvenciatartományban [W]	12...40
	Modulációs mélység A3A adásmódban	80%
	Harmonikus-elnyomás [dB]	$\geq 54$
Vevő	Áramfelvétel [A]	4
	Érzékenység 3:1 jel/zaj viszony esetén: – keskenysávú táviró adásmódban [ $\mu\text{V}$ ] – szélessávú táviró adásmódban [ $\mu\text{V}$ ]	$\leq 2$ $\leq 5$
Adó-vevő	A fűkördalsáv elnyomása [dB]	$\geq 37$
	Vivőelnyomás [dB]	$\geq 14$



±15%-os (22,1 V-tól 29,9 V-ig terjedő) megváltozása esetén még üzemképes. Áramfelvétele a 26 V-os tápfeszültségről adáskor max. 14 A, vételkor max. 4 A.

A rádiókészülék teljes készletének a tömege 110 kg, ebből az adó-vevő 44 kg. A készülék egyéb villamos jellemzőit az **1. táblázat** szemlélteti.

### Az adó-vevő szerkezeti felépítése

A készülék, az antennaillesztő, valamint a tápegység lengéscsillapító alvázal van ellátva, amely a mozgásközbeni rádiózást segíti elő. Amatőr – fixen telepített – körülmények között ezek a konzolok a készülék károsodása nélkül leszerelhetők. Freccsenő víz ellen a kezelőszervek tömítő alátéttel és sapkával vannak védve. A készülék belső felépítése térbeli elrendezésű, az alább felsorolt egységek könnyen hozzáférhető bekábelezett tömbszerű kialakítást kaptak:

- előlap a szerelővázal,
- gerjesztőegység,
- formálóegység,
- teljesítményerősítő,
- automatikaegység,
- hangfrekvenciás erősítő és hanggenerátor az F1A modulációs módhoz,
- gerjesztőegység tápegysége,
- automatikaegység tápegysége.

Minden kezelőszerv az előlapon helyezkedik el. Ezek a bal felső sarokból jobbra, lefelé haladva a következők:

- nagyfrekvenciás dugaszaljzat az antennaillesztő, annak hiányában az antenna csatlakoztatására,
- dugaszaljzat az antennaillesztő egység vezérlésére (AIE-H alkalmazásakor az antenna illesztését, csatlakoztatását az adó-vevő 1000 kHz-es gombja vezérli),
- mérőműszer az adó-vevő üzemmódjainak ellenőrzésére és az AIE-H antennaillesztő alkalmazása esetén az antennahangolás jelzésére,
- a jelző- és világítólámpák (5 db) zárócsavaros foglalatban vannak, amelyek az előlapról cserélhetők,
- a HANGOLÁS feliratú jelzőlámpa automatikus hangoláskor világít,

- A1 HANG a távírójel hangmágnasságát szabályozó gomb (a távíróoszillátor kezelőszerve),
- A1 SÁVSZÉLESSÉG KESKENY-SZÉLES billenőkapcsoló a vevő sávszélességének átkapcsolására A1A modulációs módban,
- ERŐSÍTÉS KÉZI-AUT billenőkapcsoló a vevő érzékenysége kézi és automatikus szabályozásának átkapcsolására,
- ÜGYELETES VÉTEL átkapcsoló; ha felkapcsoljuk, a felette lévő lámpa kigyullad, a készülék nem váltható adásra,
- ADÁSSZINT beállító gomb A3A és J3E modulációs módban,
- TELJESÍTMÉNY 20%\*100% billenőkapcsoló a kimenőteljesítmény átkapcsolásához,
- a KILOHERTZ  $\times 1000$ ,  $\times 100$ ,  $\times 1$  feliratú forgatógombokkal állítjuk be a készülék üzemi frekvenciáját,
- HANGERŐ szabályozó,
- FH-DISZKRÉT folyamatos hangolást vagy dekadikus frekvenciabeállítást választó kapcsoló,
- ÜZEMMÓD modulációs mód átkapcsoló a régi jelölési rendszernek megfelelően,
- ELLENŐRZÉS a mérőműszer méréshatár-átkapcsolója; a kapcsolóállásokhoz tartozó feliratok a jobbra levő műanyag lapon vannak,
- a bal alsó sarokban 3 dugaszaljzat található:
  - a ZASz feliratúhoz speciális távbeszélő-készüléket csatlakoztathatunk,
  - a BD jelűhöz gyorsadót lehet kapcsolni,
  - a BESZÉLŐKÉSZLET csatlakozó a fejhallgató készlet számára készült,
- akaratlan átkapcsolás ellen védett helyen találjuk a K<sub>6</sub> – VONAL BESZ. KLT.-ZASz. – billenőkapcsolót, amely a vonalon bejövő jelet a beszélőkészlethez vagy a speciális távbeszélő-készülékhez kapcsolja,
- F1 hüvelypár F1A távíróbillentyű dugaszolására,
- A1 feliratú hüvelypár A1A távíróbillentyű (gyorsbillentyű) dugaszolására,
- VONAL feliratú kapcsoló az adás távindítási lehetőségével

ellátott távbeszélő-készülék (TAJ43, TBK67) bekötésére,

- HK BESZÉLŐKLT. aljzathoz kapcsolhatjuk a harcokcsi-fejvédőbe épített beszélőkészletünket,
- BE billenőkapcsoló a rádióállomás bekapcsolására szolgál,
- tizenkét érintkezős aljzat a jobb alsó sarokban, a TE-26 tápegységtől jövő tápkábel csatlakoztatására.

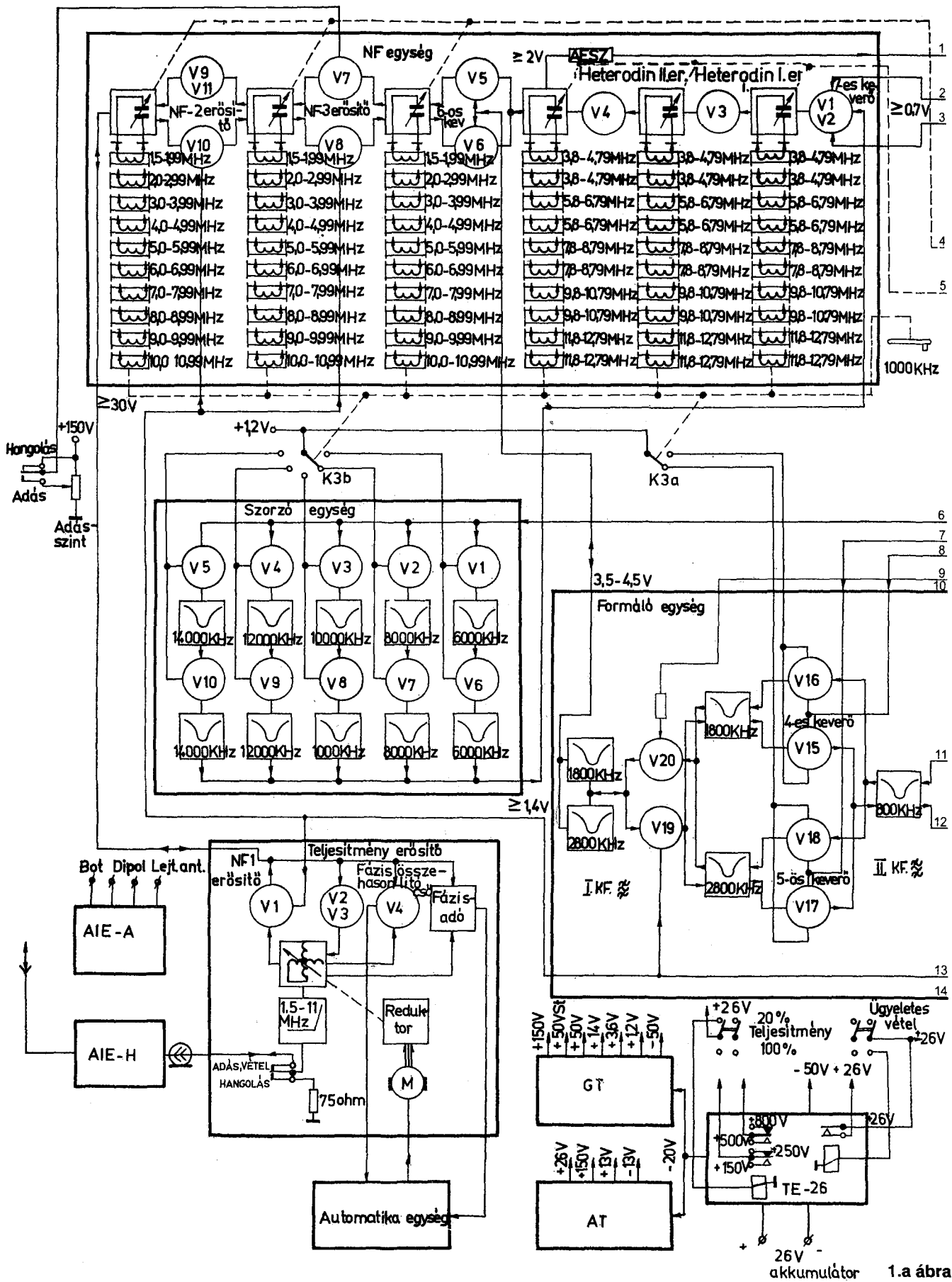
### A rádiókészülék elvi felépítése

Mint már említettem, az R-130 rádiókészülék egyes áramkörei funkcionális egységenként vannak szerelve és csatlakozókon, kábeleken keresztül kapcsolódnak egymáshoz. Nehezen áttekinthető volna egyetlen kapcsolási rajzban ábrázolni valamennyi áramkört. A tömbszerű felépítés miatt ez megnehezítené a szervizmunkát is. A cikkben nem térek ki az összes szerkezeti egység kapcsolási rajzának ismertetésére, mert ez meghaladná a terjedelem szabta lehetőségeimet. A készülék működését az **1. ábrán** látható funkcionális vázlat alapján ismertetem, majd az érdekesebb áramköri megoldásokat bemutatom.

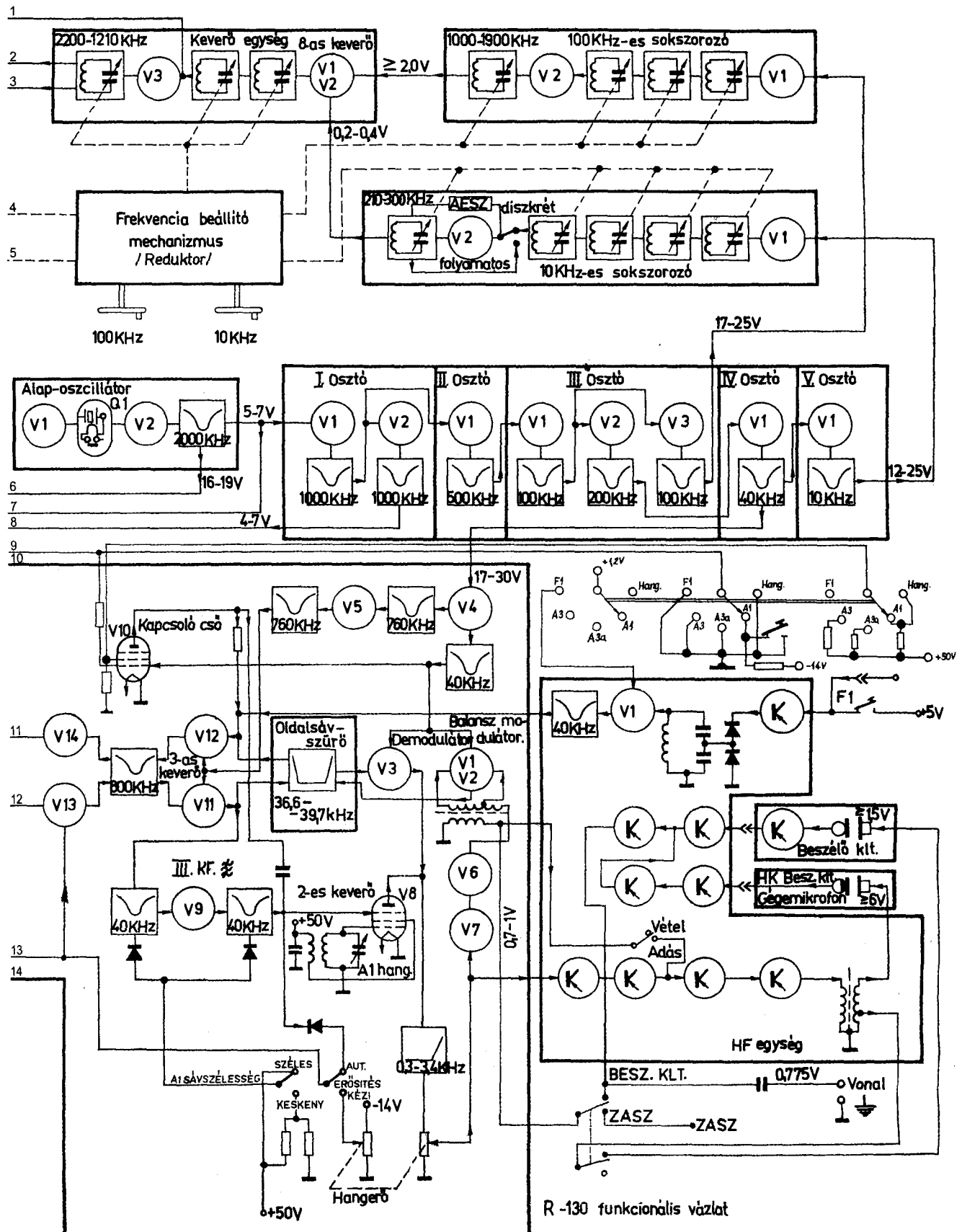
A működés ismertetésénél az eredeti elnevezéseket, rajzjeleket alkalmazom. A kapcsolási rajzokon nem szerepelnek az alkatrészek értékei. Azok a szerkesztőség [www.radiotech.nika.hu](http://www.radiotech.nika.hu) honlapjáról, ezen évkönyv tartalomjegyzékénél letölthetik.

### A vevő elvi felépítése

Az antennáról vett jel az AIE-A (AIE-H) típusú antennaillesztő-egységen keresztül vagy ezek hiányában közvetlenül a teljesítményerősítőben levő előerősítő egységre jut, innen pedig a rádiófrekvenciás fokozaton keresztül az ún. 6. sz. keverő bemenetére kerül. A 6. sz. keverőbe kerül a vezérosszillátorból érkező feszültség is. A 6. sz. keverőben előállított különböző frekvencia, az I. KF, az egység 1,8 MHz-es vagy 2,8 MHz-es erősítőjének bemenetére jut. Az 1,8 MHz-es vagy a 2,8 MHz-es erősítő kimenetéről a jel attól függően, hogy páros vagy páratlan számú alsávot (lásd később) kapcsoltunk be, a 4. sz. vagy az 5. sz. keverő bemenetére kerül, innen a (II. KF) 3. sz. keverőre jut, amely előállítja a 40 kHz-es III. középfrekvenciát.



26V akkumulátor 1.a ábra



1.b ábra

R-130 funkcionális vázlat



Az egyoldalsávós és a klasszikus AM-adásmódban a jel a 3. sz. keverőről az oldalsávszűrőn keresztül a demodulátorra kerül. A demodulátorra kerül még a 40 kHz-es lokáljel is. A demodulátor által előállított jelek közül a 0,3...3,4 kHz-es különbségi frekvenciákat további felhasználásra a hangfrekvenciás szűrőn és a hangfrekvenciás erősítőegység távbeszélő erősítőjén keresztül a beszélőkészlet vagy a páncélosfejvédő-hallgatóba kerül.

Távíró adásmódban a 3. sz. keverő 40 kHz-es jele a 2. sz. távírókeverőbe jut, ugyanebbe a keverőbe kerül a 40 és 42 kHz között hangolható lokáljel is. A távírókeverő 0...2 kHz-es hangfrekvenciát állít elő, a kimenetéről a jel a hangfrekvenciás erősítőegység távbeszélő-erősítőjébe, onnan pedig a beszélőkészletre vagy a harckocsikban használatos páncélosfejvédő-hallgatóba kerül.

### Az adó elvi felépítése

Adáskor klasszikus amplitúdómodulált (A3E) vagy egyoldalsávós (J3E) adásmód esetén a 300 és 3400 Hz közé eső hangfrekvenciás jelek a beszélőkészlet mikrofonjáról vagy a páncélos beszélőkészlet gégemikrofonjáról a megfelelő erősítőkön és transzformátorokon keresztül az ún. formálóegység balanszmodulátorára kerülnek. A balanszmodulátorra kerül még a IV. osztó 40 kHz-es jele is a formálóegység elválasztó-sokszorozó fokozatán keresztül. A formálóegység az oldalsávszűrővel együtt biztosítja az egyoldalsávós jel előállítását.

Az előbbin kívül a formálóegység még arra is szolgál, hogy segítségével két különböző középfrekvenciát, 1,8 MHz-et vagy 2,8 MHz-et állítsunk elő.

A bekapcsolt páros vagy páratlan számú alsávtól (lásd később) függően, a formálóegység kimenetén csak az egyik, tehát vagy az 1,8 MHz, vagy a 2,8 MHz jelenik meg.

A formálóegység balanszmodulátorának kimenetéről az amplitúdómodulált jel az oldalsávszűrőre kerül. Az alsó, 36,6...39,7 kHz-es oldalsáv jele áthalad a szűrőn, míg a felső, 40,3...43,4 kHz-es oldalsáv és a 40 kHz-es vivőfrekvencia jelentősen meggyengül.

A jel az oldalsávszűrő kimenetéről a 3. sz. keverőre kerül, ugyanerre a keverőre jut a formálóegység sokszo-

rozó fokozatának 760 kHz-es lokáljele is. A 3. sz. keverő a  $V_{10}$  kapcsolócsövön keresztül megkapja a három különféle adásmóddhoz, a klasszikus AM-hez, az egyoldalsávós SSB-hez, valamint a távíróhoz szükséges feszültségű 40 kHz-es vivőfrekvenciát. A 40 kHz-es frekvencia a IV. osztóról kerül a kapcsolócsőre a formálóegység sokszorozó fokozatától.

A 3. sz. keverőben megtörténik a sokszorozóból jövő 760 kHz-es lokáljel és az oldalsávszűrő által áteresztett jel összegezése. A 3. sz. keverő kimenetén 796,6 és 799,7 kHz közötti jelek jelennek meg, és természetesen a 800 kHz-es pilotjel is. A keverő kimenetéről a 800 kHz-es jel – természetesen spektrumában az alsó oldalsávval együtt – a 4. sz. (1,8 MHz-es) vagy az 5. sz. (2,8 MHz-es) keverőre kerül.

Ugyanerre a 4. sz. keverőre kerül még az I. osztóhoz tartozó elválasztó fokozat 1 MHz-es lokáljele is. Az 5. sz. keverőre viszont az alaposzcillátor 2 MHz-es jele jut.

A 4. sz. keverő az I. frekvenciaosztó 1 MHz-es és a 3. sz. keverő 800 kHz-es frekvenciáját, az 5. sz. keverő pedig az alaposzcillátor 2 MHz-es és a 3. sz. keverő 800 kHz-es frekvenciáját összegezi. Ugyanakkor a 4. sz. keverő a rádiókészülék páros, az 5. sz. keverő pedig a páratlan számú alsávjaiban dolgozik. A 4. vagy az 5. sz. keverő kimenetéről az 1,8 MHz-es, illetve a 2,8 MHz-es jel a megfelelő erősítőre kerül.

A formálóegység kimenetéről az 1,8 MHz-es vagy 2,8 MHz-es középfrekvencia a nagyfrekvenciás egység 6. sz. keverőjére jut. A 6. sz. keverőre kerül még a vezérosszcillátor jel kikevert frekvenciája is, az NF-egység he-

terodin fokozatáról (500 fix frekvencia).

A 6. sz. keverőben előállított nagyfrekvenciás jel nem egyéb, mint a megfelelően kevert kvarcstabilitású oszcillátorfrekvencia és a középfrekvencia különbsége (2. táblázat).

A jel a 6. sz. keverő kimenetéről a rádiófrekvenciás erősítőfokozatba kerül, onnan felerősítve a teljesítményerősítőre jut.

Az automatikaegység a teljesítményerősítő kimenőkörenek önműködő behangolására szolgál. Az elektronika a teljesítményerősítő automatikus behangolását az 1500...10 990 kHz frekvenciasávban biztosítja.

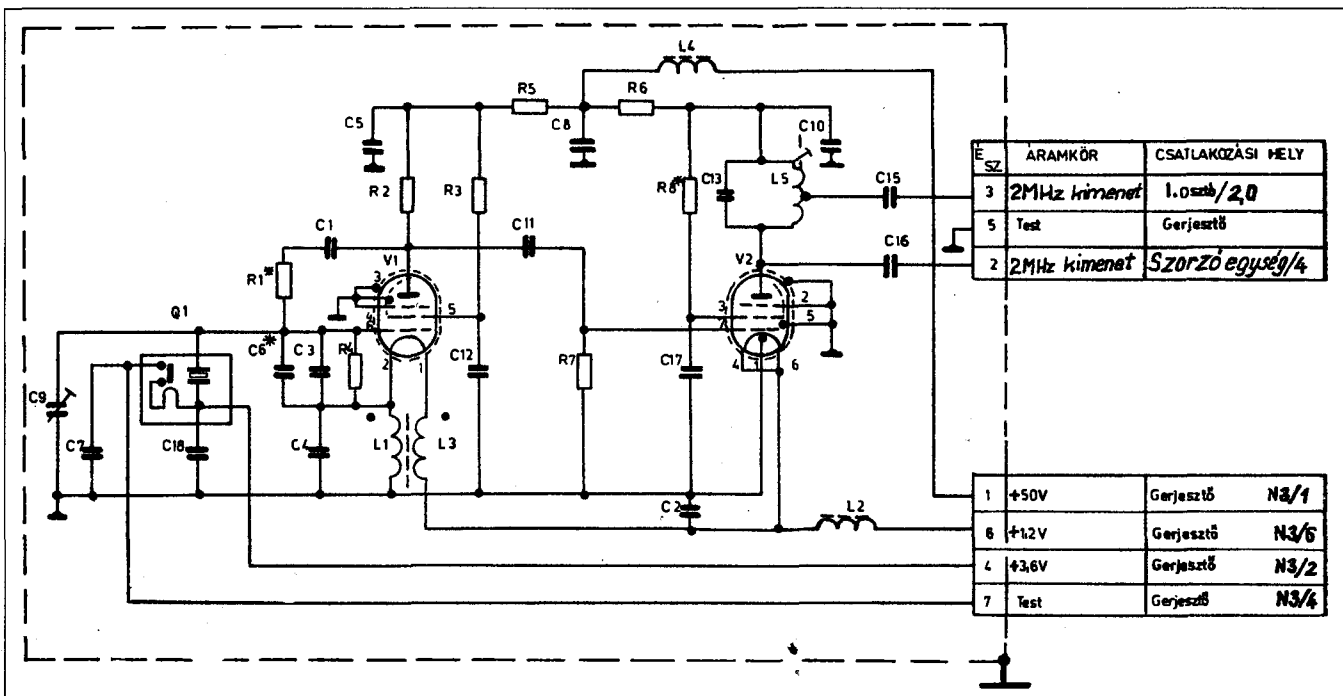
A teljesítményerősítő kimenetéről a jel az AIE-A vagy az AIE-H típusú antennillesztő-egységen keresztül az antennára, majd kisugárzásra kerül. Az AIE-A típusú egység feladata a teljesítményerősítő 75  $\Omega$ -os kimeneti ellenállását a 4 m-es BOT, a szimmetrikus DIPOL és a LEJT antennához illeszteni. Az AIE-H szintén 4 m-es botantennához vagy 6...10 m-es árbocantennához tud illesztést biztosítani.

Frekvenciaeltolós távíró adásmódban (F1A) a frekvenciatávíró oszcillátorának kimenetéről a lenyomott távíróbillentyű mellett 40,25 kHz-es, felengedett távíróbillentyű mellett 39,75 kHz frekvenciájú jel – 500 Hz-es löket – a 3. sz. keverőre kerül az oldalsávszűrő kihagyásával. A jel további átalakítása ugyanúgy megy végbe, mint az előbbieken ismertett adásmód esetén.

A normál távíró adásmódban (A1A) a lenyomott távíróbillentyű mellett a kapcsolócső 40 kHz-es jelet ad a 3. sz. keverőre. Felengedett távíróbillentyű mellett a kapcsolócső kimenetén nincs feszültség.

2. táblázat

Alsáv	A vezérosszcillátor frekvenciái [kHz]	I. KF [kHz]	A nagyfrekvenciás fokozat sávjai [kHz]
1	3800-tól 4790-ig	2800	1000-tól 1990-ig
2		1800	2000-tól 2990-ig
3	5800-tól 6790-ig	2800	3000-tól 3990-ig
4		1800	4000-tól 4990-ig
5	7800-tól 8790-ig	2800	5000-tól 5990-ig
6		1800	6000-tól 6990-ig
7	9800-tól 10790-ig	2800	7000-tól 7990-ig
8		1800	8000-tól 8990-ig



2. ábra

## A tápfeszültség-ellátás

A készülék tápfeszültségeit három tápegység állítja elő:

- a teljesítményerősítő (TE-26),
- az automatikaegységé (AT),
- a gerjesztőegységé (GT).

A teljesítményerősítő tápegysége az adó végerősítőt táplálja. Ebben a tápegységben van elhelyezve a gerjesztőegység- és az automatikaegység-tápegység táplálását szolgáló feszültségstabilizátor. Az automatika-tápegység és a gerjesztő-tápegység az adó-vevőben foglal helyet. A teljesítményerősítő tápegysége külön dobozban kapott helyet. Az automatika-tápegység az automatikaegységet, a hangfrekvenciás erősítő mikrofon-, gégemikrofon- és távbeszélő-erősítőt táplálja. A gerjesztő-tápegység az adó-vevő összes további egységének táplálását biztosítja.

## A készülék működése

Az adó-vevő működésének részletes tárgyalását a közös áramköri elemek tanulmányozásával kezdjük.

### A vezérszcillátor működése

#### Az alaposzcillátor

A készülék vezérszcillátora egy diszkrét elemekből felépített frekven-

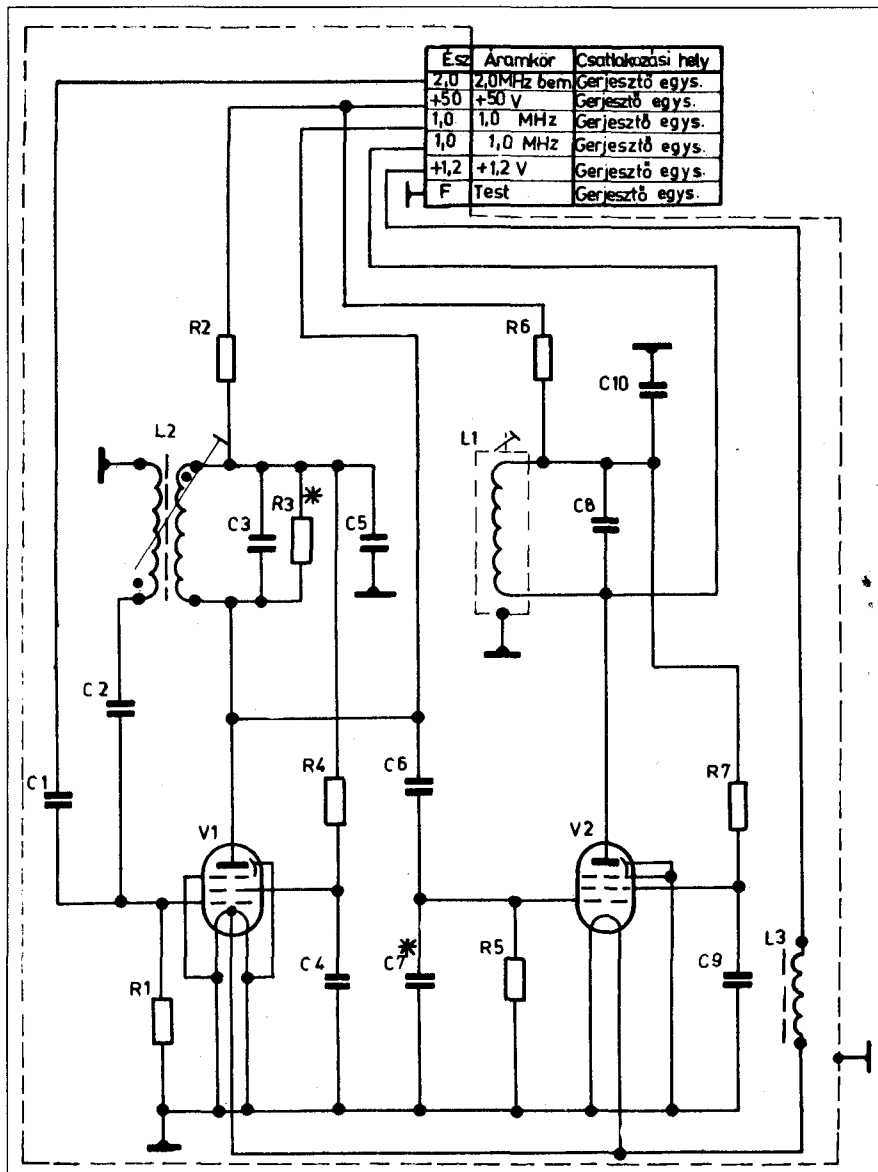
ciaszintézer, amely magába foglalja a funkcionális vázlaton önálló egységként ábrázolt alaposzcillátort, az I...V. osztót, a 10 és 100 kHz-es sokszorozót, a 8. sz. keverőt, a frekvenciabeállító mechanizmust, az ún. szorzóegységet és a nagyfrekvenciás fokozatot.

A vezérszcillátor és egyben a készülék lelke az alaposzcillátor, amely egy precíz, kis hőfokfüggésű, 2 MHz-es kvarcoszcillátor (2. ábra). Az egység két fokozatból áll: a rezgékeltetőből és az elválasztó erősítőből. A csillapítatlan rezgéseket az 1Zs24B típusú pentódával felépített fokozatban állítjuk elő. A földelt anódú alapkapcsolásban rezgő oszcillátor anódját a C<sub>12</sub> kondenzátoron keresztül nagyfrekvenciás szempontból földelt árnyékolórács tölti be. Az árnyékolórács és az anód közötti elektroncsatolás elválasztó szerepet tölt be, vagyis kiküszöböli az utána következő fokozatoknak az oszcillátorra gyakorolt hatását.

Az oszcillátor frekvenciáját a termosztátban lévő 2 MHz-es kvarcrezonátorból, a C<sub>6</sub>, C<sub>3</sub> és C<sub>4</sub> kapacitív osztóból, valamint a C<sub>9</sub> trimmerkondenzátorból álló komplexum határozza meg. A csillapítatlan rezgések fenntartásához szükséges pozitívan visszacsatolt jel a katód és a föld között levő kapacitív osztóról a cső vezérlőrácsára kerül. A viszonylag nagy frekvenciastabilitást a termosztátban lévő állandó hő-

mérséklet, valamint a rezgőkör és a cső között lévő laza csatolás biztosítja. Természetesen a katód nem kerülhet nagyfrekvenciásan földpotenciálra, ezért alkalmazták az L<sub>1</sub> és az L<sub>3</sub> fojtótekerccset. Az öregedés következtében kialakult frekvenciaeltéréseket a C<sub>9</sub> trimmerrel kompenzálhatjuk. A C<sub>6</sub> a névleges frekvencia korrekcióját végzi el. Az R<sub>4</sub> ellenállás rácslevezető-ellenállás. A C<sub>1</sub> kondenzátorból és az R<sub>1</sub> ellenállásból képzett áramkör negatív visszacsatolást biztosít, amelynek az a feladata, hogy csökkentse a váltakozó áramú feszültség amplitúdóját a kvarclemezen, s így kitolja a kvarcrezonátor természetes előregedésének idejét. A C<sub>18</sub> kondenzátor arra szolgál, hogy nagyfrekvenciás szempontból földelje a kvarckristályt. A C<sub>7</sub> kondenzátor hűdegíti a termosztát fűtőáramkörét. Az R<sub>3</sub> ellenállással az árnyékolórács, az R<sub>2</sub>-vel az anód feszültségét állítjuk be.

A nagyfrekvenciás jel a V<sub>1</sub> anódjáról C<sub>11</sub>-en keresztül az elválasztó erősítő V<sub>2</sub> jelű csövének rácsára kerül. A nagyfrekvenciás feszültség felerősítve az L<sub>5</sub>, C<sub>13</sub> rezgőkörből álló anódköri terhelésre jut. A fokozatból kimenő 2 MHz-es, 15...20 V-os, illetve 4...7 V-os jel a C<sub>16</sub> és a C<sub>15</sub> csatoló kondenzátoron keresztül a teljes adó- és vevőtraktust magába foglaló ún. formálóegység 5. sz. keverőjének V<sub>17</sub>, V<sub>18</sub> elektroncsöveinek, valamint az 1/2-es



3. ábra

osztó és a szorzó (többszöröző) áramkörök bemenetére kerül.

### Frekvenciaosztó áramkörök

A frekvenciaosztók az alaposzcillátor 2 MHz-es jeléből osztás útján 1 MHz, 100 kHz, 40 kHz és 10 kHz frekvenciákat állítanak elő. Az I. osztó kapcsolási rajzát a 3. ábra szemlélteti. A frekvencia osztására szinuszoscillátor szolgál, amely rezgésének frekvenciáját az osztandó jel szinkronizálja.

A  $V_1$  elektroncsővel felépített I. frekvenciaosztó a 2 MHz-es jelet 1:2 arányban osztja. A  $V_2$  elválasztóként működik. A 2 MHz-es 5 V-os feszültség az alaposzcillátor elválasztó fokozatától a  $C_1$ -en keresztül a  $V_1$  vezérlő-

rácsára kerül. Az 1 MHz-re hangolt  $L_2$ - $C_3$  anódkomplexum feszültsége a csatolótekerccsen és a  $C_2$ -n át szintén a cső vezérlőrácsára kerül. A szinkronizálási sáv kiszélesítésére, az oszcillátor rezgőkörében lévő  $R_3$  söntellenállás szolgál.

Az osztó kimenetéről az 1 MHz-es 20 V-os feszültség egyrészt a II., 500 kHz-es osztó bemenetére kerül, másrészt a  $C_6$  és a  $C_7$  kapacitásból álló feszültségosztón keresztül a  $V_2$  elválasztó fokozatra jut. A fokozat anódjában a szelekció növelése érdekében az  $L_1$  induktivitásból és a  $C_8$  kapacitásból álló, 1 MHz-re hangolt rezgőkör üzemel, amelyről a 4...7 V-os feszültség a formálóegység  $V_{15}$ ,  $V_{16}$  elektroncsővel felépített 4. sz. keverőjének bemeneté-

re kerül (lásd később). (A többi osztó-áramkör felépítése, működése a fenthez hasonló, így azok kapcsolási rajz szerinti ismertetésére nem térünk ki.)

A II. osztó a bemeneti 1 MHz-es jelet a felére, 500 kHz-re osztja egy 1Zs29B-vel, a kimeneti jele a III. osztó bemenetére kerül. A fokozat  $V_1$  elektroncsőve 5-ös osztást végez. A keletkező 100 kHz-es jelet a  $V_2$ -vel megduplázjuk. A  $V_3$  elektroncső egy 100 kHz-es elválasztó fokozat (1. ábra).

Az egység kimenetéről a 100 kHz-es, 17...25 V-os jel a  $\times 100$  kHz frekvenciaválasztó (sokszorozó) – előlapi dekadikus kapcsoló – egységre kerül. Az egység az 1000...1900 kHz frekvenciasávban a 100 kHz többszöröseiből egyet, összesen tehát 10 rögzített frekvenciát választ ki. A  $V_2$ -vel megduplázott – 200 kHz-es – frekvenciát a IV. osztó bemenetére vezetjük, amely szintén egy 1Zs29B-vel működő 5-ös osztó. Kimenetéről a 40 kHz-es, 17...30 V-os jelet egyrészt a formáló egység  $V_4$ -es elektroncsővére, másrészt az V-ös, 10 kHz-es osztóba jut.

Az V. osztó a bemeneti jelet a negyedére, 10 kHz-re osztja egyetlen 1Zs29B-vel. A fokozat kimenőjele 12...25 V-os szinten a  $\times 10$  kHz frekvenciaválasztó (sokszorozó) egységre (4. ábra) kerül. Az egység 10 kHz-es különbséggel 10 rögzített frekvenciát állít elő 210...300 kHz frekvenciasávban. A  $V_1$  és a  $V_2$  elektroncsővel készült egységben a 10 különböző frekvencia egyikének kiválasztása úgy történik, hogy a két cső anódkörében és a közbelső sávszűrőben lévő rezgőkörök  $C_7$ ,  $C_8$ ,  $C_{17}$ ,  $C_{18}$ ,  $C_{23}$  (azaz ötszektoros) forgókondenzátorát egy-egy rögzített helyzetbe állítjuk.

Ez a fokozat biztosítja a rádiókészülék működését folyamatos hangolási üzemmódban is. Az előlapi FH-DISZKRÉT átkapcsolónak nem csak mechanikai hatása van. Egyrészt a  $\times 1$  dekadkapcsoló arretáló mechanikáját kapcsolja ki vagy be, másrészt a  $V_2$  cső vezérlőrácsát a kapcsoló 3a és 3b érintkezőjén át a  $C_5$  kondenzátoron keresztül összeköti a testtel, az 1b és az 1c érintkező megszakításával pedig az árnyékolórácsról az 50 V feszültséget lekapcsolja. Így a fokozat induktív hárompontkapcsolású oszcillátornak kapcsolódik és folyamatosan hangolható a 210...300 kHz-es frekvenciasávban. Az  $R_8$  és az  $R_{15}$  ellenállás – amely az árnyékolórács feszültségosztója – szerkezetiileg a gerjesztőegységben



foglal helyet, míg a csatolásmentesítő szűrőt képező  $R_8$  ellenállás és  $C_6$  kapacitás a  $V_2$  cső árnyékolórácsának tápáramkörében található. Az úgynevezett gerjesztőegység kapcsolási rajzát az 5. ábra mutatja.

A  $\times 10$  kHz frekvenciaválasztóegység szimmetrikus kimenettel rendelkezik. Az egység 0,2...0,4 V kimenőfeszültsége a  $C_{29}$  és a  $C_{30}$  csatoló-kondenzátoron keresztül a 8. sz. keverőre kerül. Ide kerül a 100 kHz-es sokszorozó jele is, amely 10 különböző diszkrét frekvenciát állít elő az 1000...1900 kHz tartományban. Az egység két, 1Zs24B típusú elektroncsövet tartalmaz.

A 8. sz. keverő (6. ábra) arra szolgál, hogy egy diszkrét frekvenciát állítson elő az 1210...2200 kHz frekvenciasávban. A  $V_1$ ,  $V_2$  1Zs29B-vel felépített kiegyenlített fokozat vezérlőrácsára azonos fázisú feszültség érkezik a  $\times 100$  kHz-es választóegység kimenetéről. A  $\times 10$  kHz választóegység kimenetéről ellentétes fázisú feszültség kerül a keverő  $V_1$ ,  $V_2$  csöveinek fékezőrácsára. A keverőcsövek terhelését a frekvenciasávban hangolható kétrez-gőkörös szűrő biztosítja.

A kimenőfeszültség növelése és a szelektivitás javítása a  $V_3$ -mal kivitelezett erősítőfokozatban történik. A keverőegység minden egyes frekvenciájának a  $C_4$ ,  $C_{10}$ ,  $C_{12}$  forgókondenzátor-rotor egy-egy rögzített helyzete felel meg, amelyet mechanikai szerkezet segítségével állíthatunk be. A rádiókészülék mellő szerelvénylapján, belül elhelyezett  $R_{28}$ -as potenciométer állítja be a keverő kiegyenlítését. (Ez a potenciométer az előlap kapcsolási rajzán szerepel. A rajz azonban – terjedelmi okokból – csak a Rádiótechnika szerkesztőségétől, megcímezett és felbélyegzett, C/4 méretű válaszboríték ellenében, vagy a [www.radiovilag.hu](http://www.radiovilag.hu) honlapon érhető el.)

Az elektroncsövek 1,2 V-os fűtő- és 50 V-os anód- és segédrácsfeszültségei, valamint a  $-14$  V-os előfeszültség a tápegység felé menő csatlakozó megfelelő érintkezőin át kerül az egységbe. A nagyfrekvenciás egységről (lásd később) szabályozó feszültséget adunk a 8. érintkezőn keresztül a  $V_3$  cső vezérlőrácsára. Így automatikus erősítésszabályozás (AESz) jön létre, amely egyenletesebbé teszi a kimenőfeszültséget a frekvenciasávon belül.

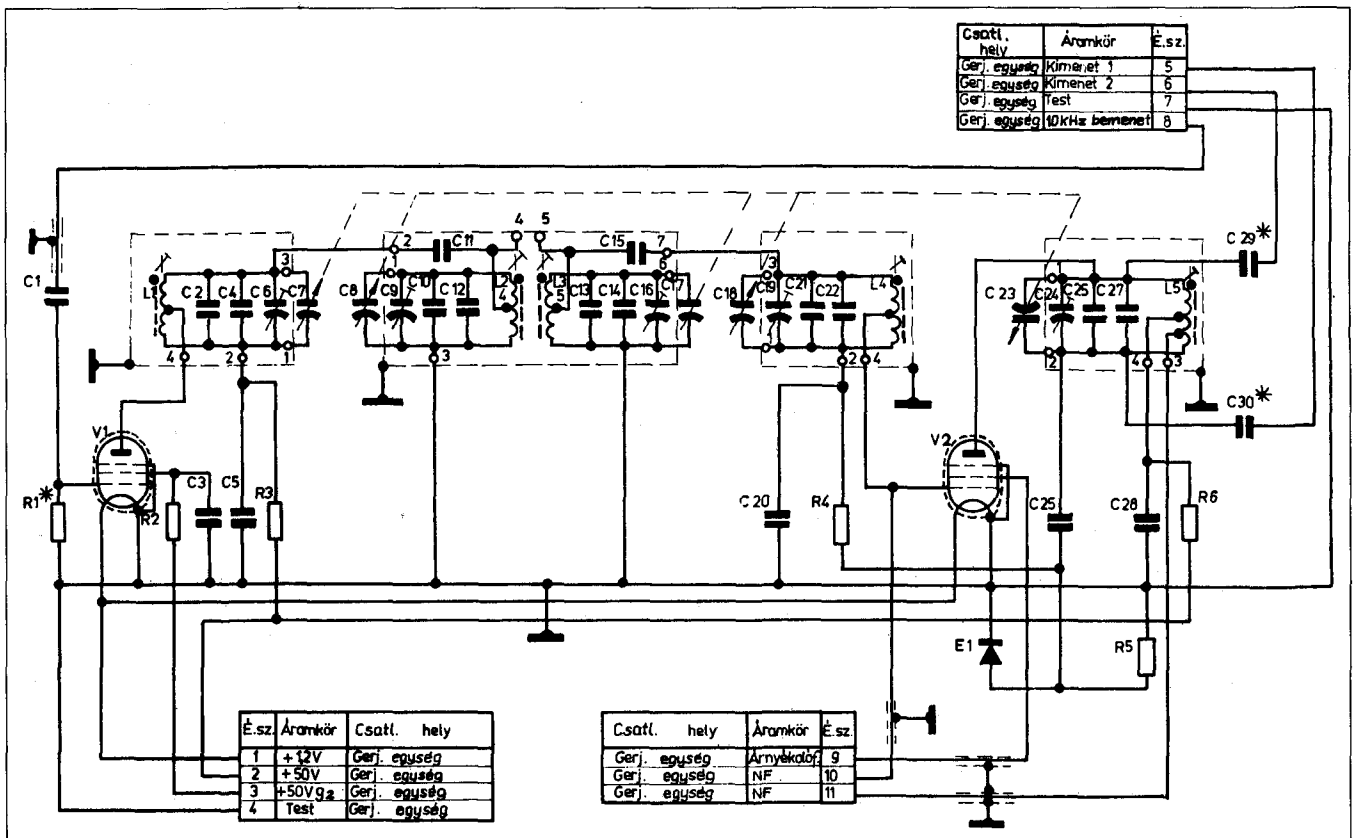
A  $C_1$ ,  $C_{18}$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_{19}$ ,  $C_{20}$  hidegítő kondenzátorok a fűtések, a segédrácsok, a fékezőrácsok és az AESz áramkörökben.

A  $C_6$ - $R_6$ , a  $C_{11}$ - $R_7$  és a  $C_{14}$ - $R_8$  komplexumok csatolásmentesítő szűrőt alkotnak. A  $C_7$ ,  $C_8$ ,  $C_{16}$  hőkompenzáló kondenzátorok hőmérsékleti tényezője negatív. A  $C_5$ ,  $C_9$  és a  $C_{13}$  – utánhangoló trimmerkondenzátor.

A keverőegység szimmetrikus kimenetéről a  $C_{15}$  és a  $C_{17}$  kondenzátorokon keresztül a 0,7 V-os kimenőfeszültségű 99 választható frekvencia egyike a rádiófrekvenciás egység 7. sz. keverőjébe kerül.

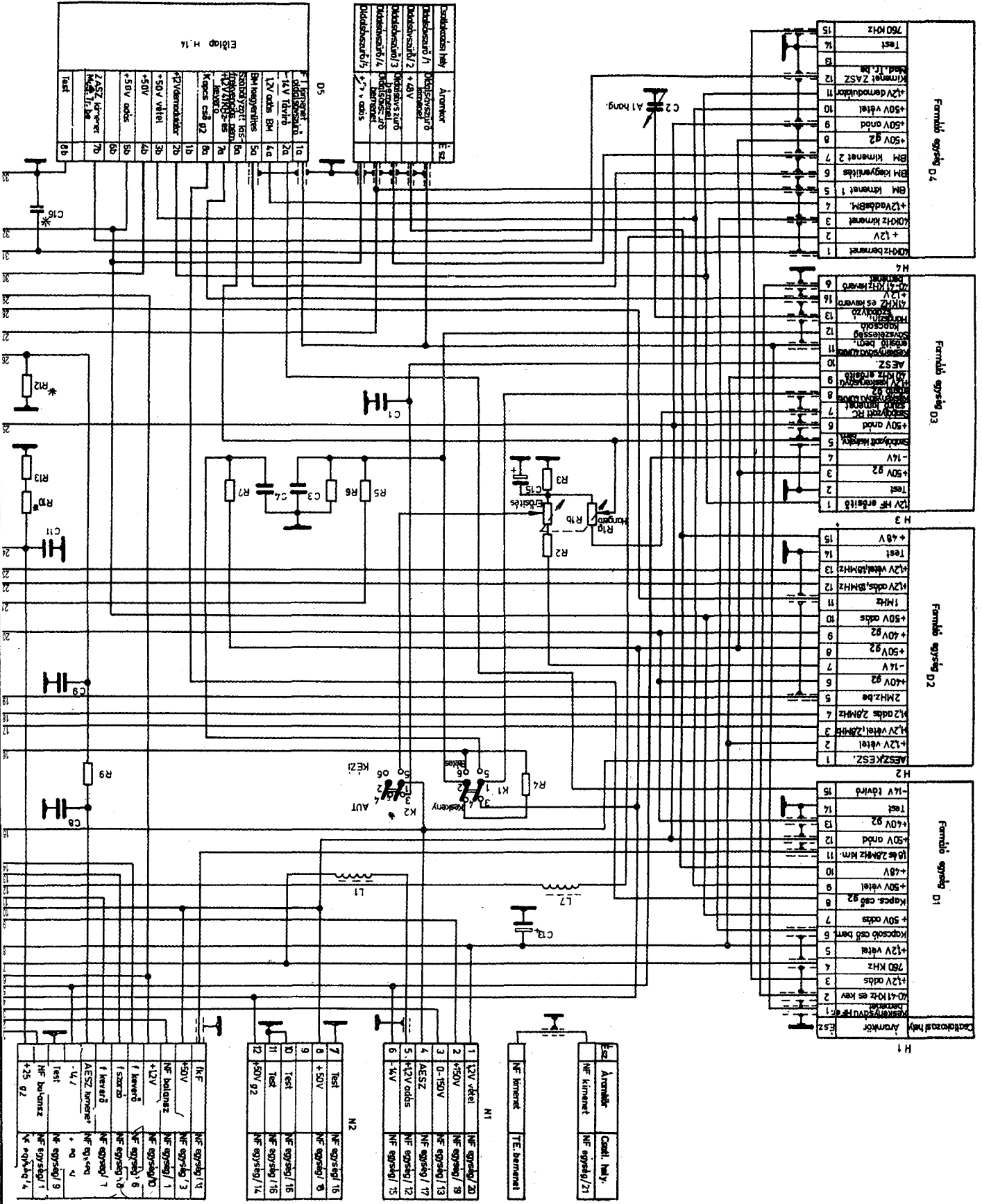
#### Szorzó, többszöröző áramkörök

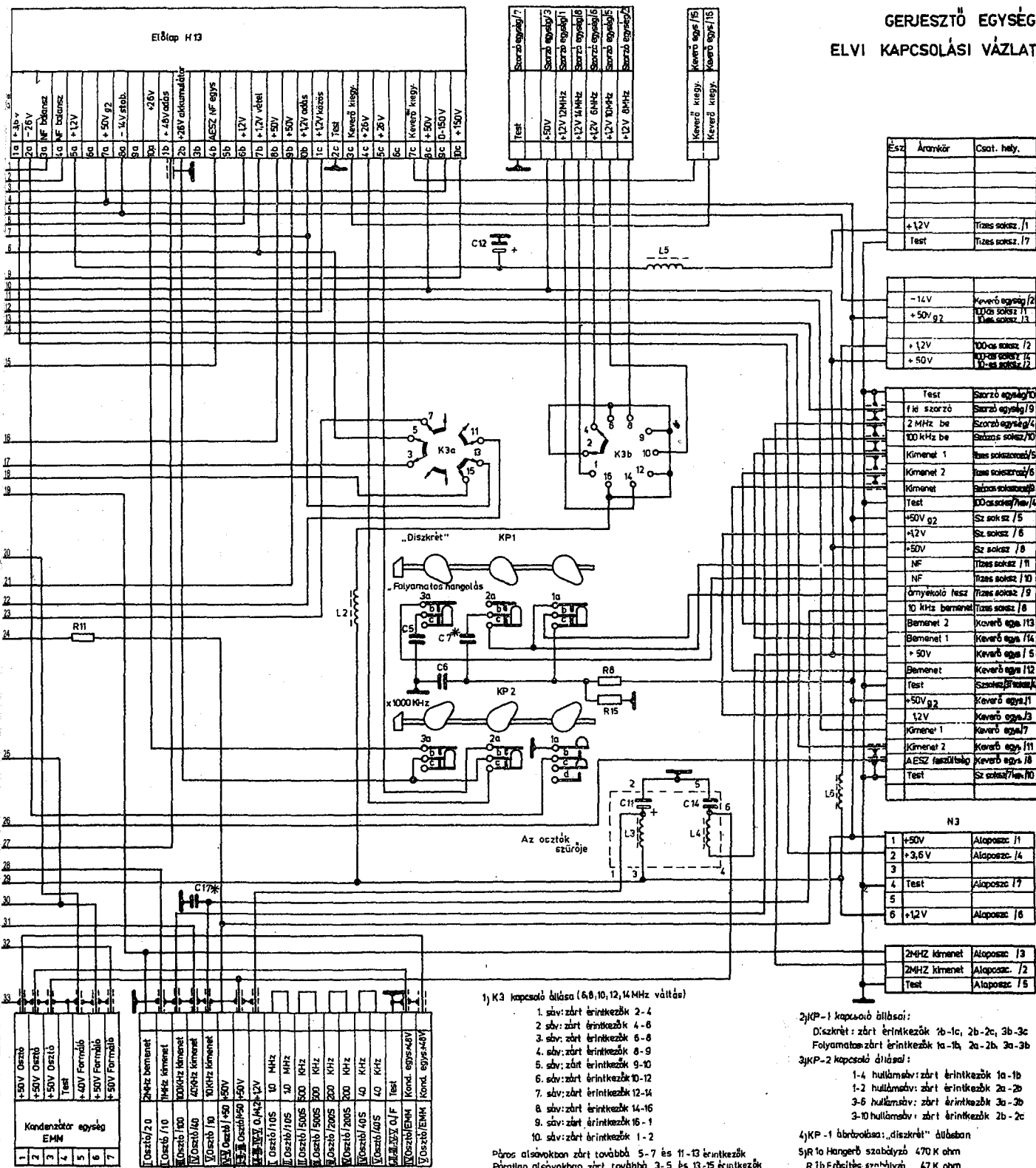
Az alaposzcillátor jele nem csak az imént tárgyalt osztóegységbe, hanem a 7. ábrán látható szorzóegységbe is eljut. Ebben a fokozatban az alaposzcillátor 2 MHz-es jeléből 6, 8, 10, 12 és 14 MHz-es frekvenciát állítunk elő sokszorozás útján. A rádiókészülék alsójától függően a többszöröző kimenetén az előbb felsorolt frekvenciák közül természetesen csak az egyik van jelen.



4. ábra

5.a ábra





Ész	Áramkör	Csat. hely.
	+12V	Tíz-es soksz. /1
	Test	Tíz-es soksz. /17
	-12V	Keverő egység /2
	+50V g2	100-as soksz. /1
		100-as soksz. /3
	+12V	100-as soksz. /2
	+50V	100-as soksz. /4
		100-as soksz. /5
Test	Szorzó egység/10	
10 szorzó	Szorzó egység/9	
2 MHz be	Szorzó egység/4	
100 kHz be	Szorzó soksz./10	
Kimenet 1	Tíz-es soksz./5	
Kimenet 2	Tíz-es soksz./6	
Kimenet	Szorzó soksz./10	
Test	100-as soksz./10	
+50V g2	Sz. soksz. /5	
+12V	Sz. soksz. /6	
+50V	Sz. soksz. /8	
NF	Tíz-es soksz. /11	
NF	Tíz-es soksz. /10	
Örnyektoló tesz	Tíz-es soksz. /9	
10 kHz bemenet	Tíz-es soksz. /8	
Bemenet 2	Keverő egs. /13	
Bemenet 1	Keverő egs. /14	
+50V	Keverő egs. /5	
Bemenet	Keverő egs. /12	
Test	Szorzó soksz./10	
+50V g2	Keverő egs./1	
12V	Keverő egs./3	
Kimenet 1	Keverő egs./7	
Kimenet 2	Keverő egs./11	
AESZ (szorzó)	Keverő egs./8	
Test	Sz. soksz./10	

N3	
1 +50V	Alapozás /1
2 +3,5V	Alapozás /4
3	Alapozás /10
4 Test	Alapozás /7
5	Alapozás /11
6 +12V	Alapozás /6

2MHz kimenet	Alapozás /3
2MHz kimenet	Alapozás /2
Test	Alapozás /5

1) K3 kapcsoló állása (6,8,10,12,14 MHz váltás)

1. sáv: zárt érintkezők 2-4
2. sáv: zárt érintkezők 4-8
3. sáv: zárt érintkezők 6-8
4. sáv: zárt érintkezők 8-9
5. sáv: zárt érintkezők 9-10
6. sáv: zárt érintkezők 10-12
7. sáv: zárt érintkezők 12-14
8. sáv: zárt érintkezők 14-16
9. sáv: zárt érintkezők 16-1
10. sáv: zárt érintkezők 1-2

Páros alávoktatban zárt továbbá 5-7 és 11-13 érintkezők  
Páratlan alávoktatban zárt továbbá 3-5 és 13-15 érintkezők

2) KP-1 kapcsoló állásai:

- Diszkrét: zárt érintkezők 1a-1b, 2a-2b, 3a-3b  
Folyamatosan zárt érintkezők 1a-1b, 2a-2b, 3a-3b

3) KP-2 kapcsoló állásai:

- 1-4 hullámsáv: zárt érintkezők 1a-1b  
1-2 hullámsáv: zárt érintkezők 2a-2b  
3-6 hullámsáv: zárt érintkezők 3a-3b  
3-10 hullámsáv: zárt érintkezők 2b-2c

4) KP-1 ábrázolása: „diszkrét” átlátszó

5) R10 Hangerő szabályzó 470 k ohm  
R1b Erősítés szabályzó 47 k ohm

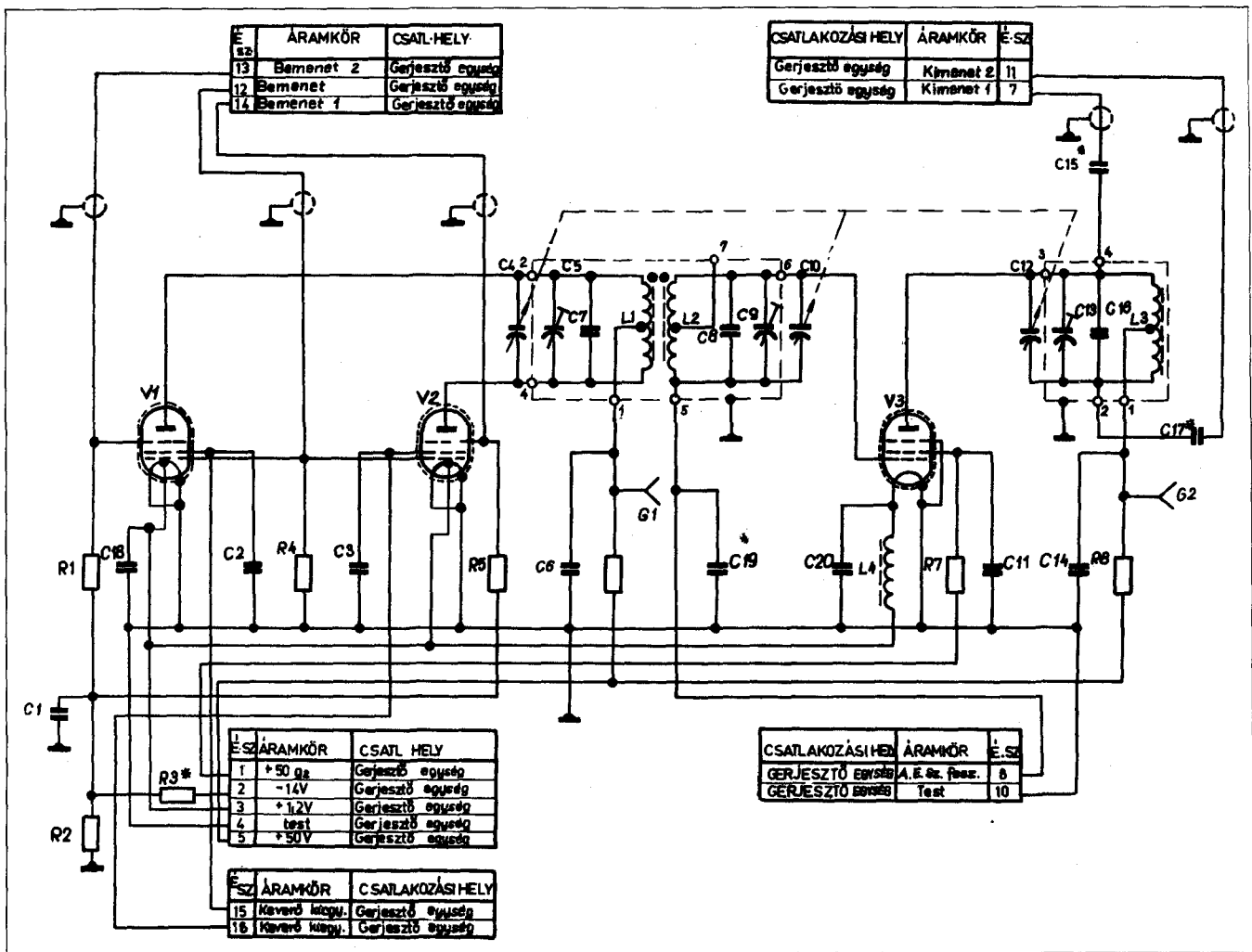
5.b ábra

A frekvenciaszorzó csatornáinak kapcsolása az elektroncsövek fűtőszültségének be/kikapcsolása alapján, a forgódobos kapcsolóval közös tengelyen elhelyezett fűtőáramkör-kap-

csolóval történik. A frekvenciátöbbszorozó fokozatok elektroncsöveinek anódkörében lévő rezgőkörök a 2 MHz-es alapfrekvencia harmadik, negyedik, ötödik, hatodik, vagy hete-

dik harmonikusán rezonálnak. Az öt csatorna bemenetén lévő V<sub>1</sub>...V<sub>5</sub> elektroncsövek vezérlőrácsai össze vannak kötve egymással, így a 17 V-os bemeneti jel a C<sub>1</sub> csatoló kondenzátoron ke-





6. ábra

resztül egyidejűleg jut a többszöröző egység összes csatornájába. A többszöröző csövekben rácsáram folyik, amely kb. -15 V rácselőfeszültséget hoz létre a szintén közös R<sub>1</sub> ellenálláson. Az anódkörökben a terhelés szerepét a két-körös sávszűrő tölti be. A körök között induktív csatolás áll fenn.

Az anód, ill. az árnyékolórács áramköreiben az R<sub>2</sub>-C<sub>8</sub>, illetve az R<sub>3</sub>-C<sub>2</sub> elemek által képzett csatolásmentesítő szűrőket találunk, amelyek a rádiófrekvencia tápáramkörbe jutását akadályozzák meg. A kiválasztott harmonikus további szelekcióját és erősítését a V<sub>6</sub>...V<sub>10</sub> pentódákból álló feszültségerősítők végzik. A csövek vezérlőrácsának R<sub>4</sub> levezető ellenállása szintén közös. Önálló rezgőkörök képezik a fokozatok anódtérhelését. Az anód és az árnyékolórács áramköreiben egy közös, R<sub>5</sub>-C<sub>20</sub> elemet tartalmazó csatolásmentesítő szűrőt találunk. Valamennyi csatorna kivezetése a C<sub>21</sub>...C<sub>25</sub> csatoló-

kondenzátorokon keresztül van összekötve egymással. A kimenőjel szintén a nagyfrekvenciás egység V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>-vel felépített 7. sz. keverőjébe kerül.

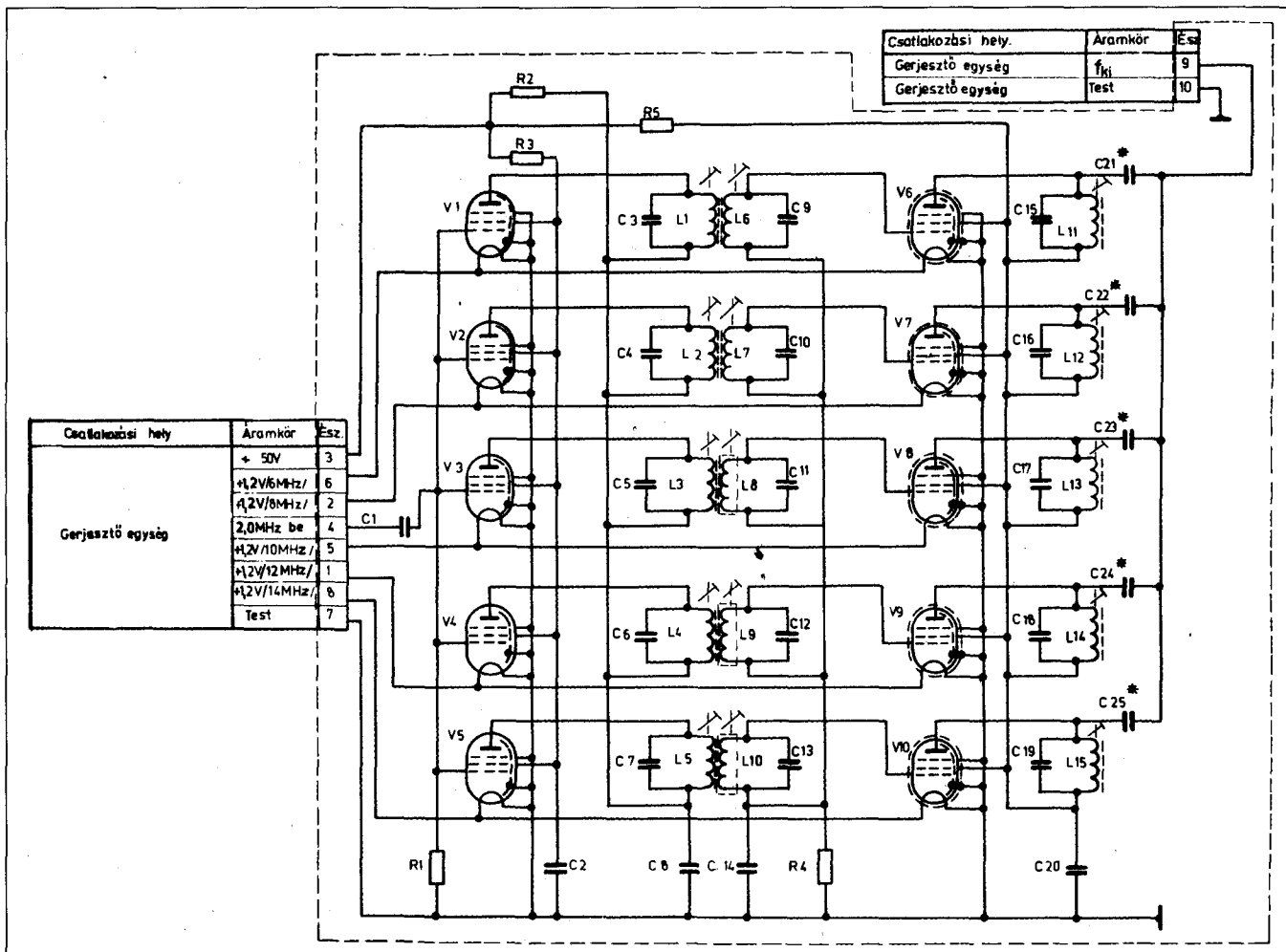
### Rádiófrekvenciás egység

Az üzemi frekvencia kialakítása ebben az egységben megy végbe. A frekvencia választók által (×10 kHz és ×100 kHz) kiválasztott és a 8. sz. keverő által összegezett frekvenciát, valamint a többszörözővel előállított 6, 8, 10, 12 vagy 14 MHz-es frekvenciák egyikét keverve előállítja a kisugárzásra szánt jelet.

A 7. sz. balanszkeverő két pentódából áll (8. ábra, V<sub>1</sub> és V<sub>2</sub>). A többszörözőből érkező, legalább 0,8 V-os jel a C<sub>2</sub>-n keresztül a V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> összekötött vezérlőrácsaira kerül. Az előfeszültséget a közös R<sub>2</sub> ellenállás biztosítja. A csövek fékezőrácsa a keverőegységtől legalább 0,3 V-os ellenfázisú jelet kap.

Ugyanezek a rácsok az R<sub>1</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>85</sub> ellenállásból álló feszültségosztóktól -10 V-os előfeszültséget kapnak. A fékezőrácsok azért kapnak ilyen nagyságú előfeszültséget, hogy az optimális keverési üzem lehetővé váljék. A keverőcsövek anódkörébe egy rezgőkör van bekötve, amelynek induktivitását egy szimmetrikus tekercs alkotja.

A rezgőkör az egyes alsávok határain belül, a rádiókészülék ×100, ×1 feliratú forgatógombjának átállításakor, áthangolható a C<sub>8</sub> forgókondenzátor segítségével. A keverő anódkörében egész sor frekvencia keletkezik, ezek közül a különbségit használjuk fel. A nem kívánt keverési melléktermékek elkerülésére a keverőt kiegyenlítjük a csövek árnyékolórácsán levő feszültség beállításával, amelyet a rádiókészülék mellősszerelvénylapján belül elhelyezett R<sub>27</sub> potenciométerrel szabályozhatunk. (Ez az alkatrész, az R<sub>28</sub> potméterhez hasonlóan, szintén az



7. ábra

előlap kapcsolási rajzán szerepel; [www.radiovilag.hu](http://www.radiovilag.hu))

A keverő teljes kiegyenlítése esetén a szorzóegység frekvenciájának megfelelő feszültségek, valamint az egyéb frekvenciájú, a csövek anódjain azonos fázissal rendelkező feszültségek a rezgőkör szekunder tekercsében – a csatoló tekercsben – nem indukálnak feszültséget.

A rádiókészülék minden egyes alsójában egy különálló rezgőkört találunk. A rezgőkör a keverő csövéinek anódjához van bekötve, a dobváltó Sz<sub>1a</sub>...Sz<sub>10a</sub> jelű szektorán keresztül. Az egyes alsávokban levő rezgőkörök elemeit a 3. táblázat ismerteti.

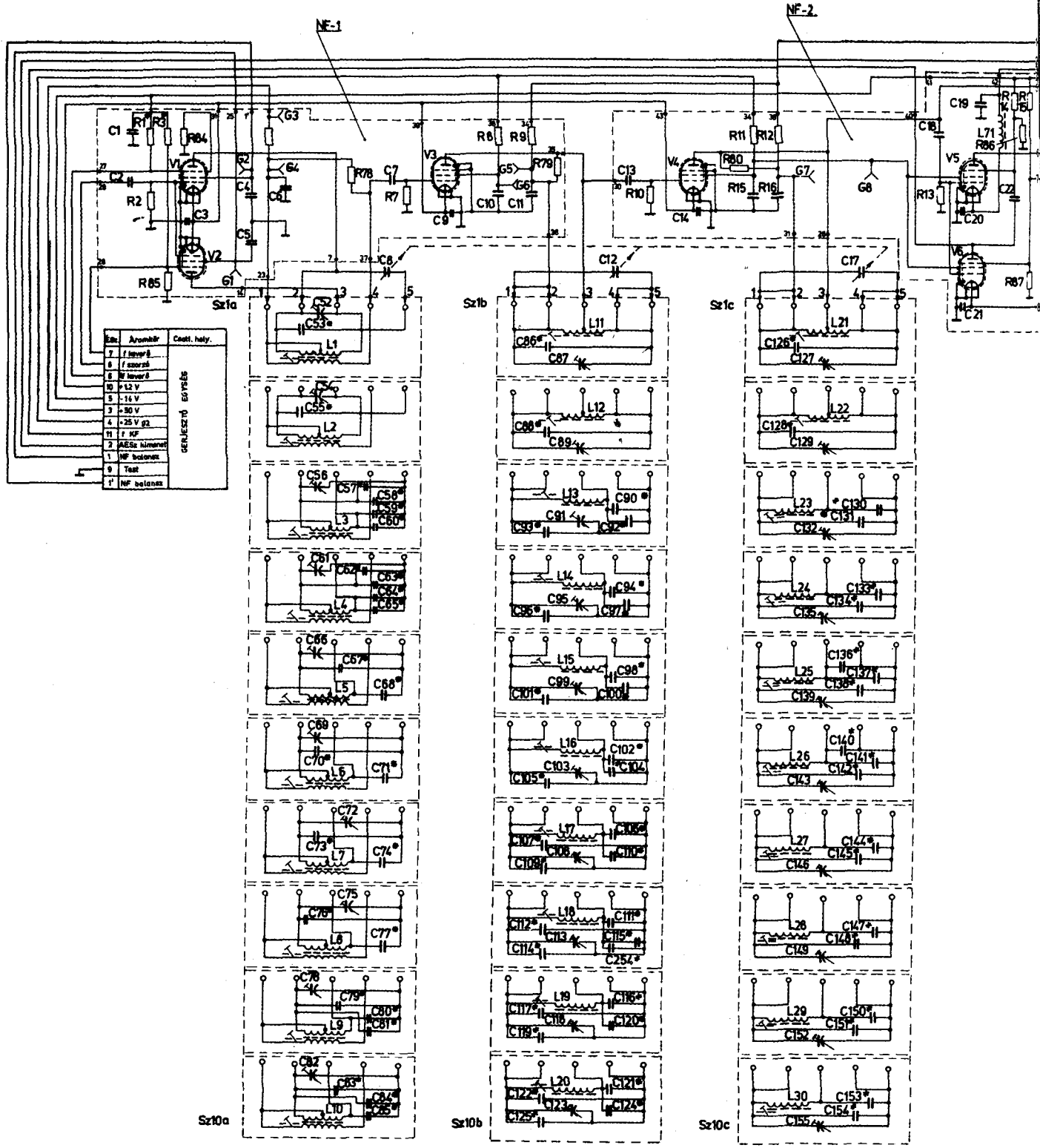
A keverő anódkörének táplálása a soros R<sub>6</sub> ellenálláson, valamint a rezgőköri tekercsken keresztül történik. A C<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> és C<sub>6</sub> kondenzátor a megfelelő áramkörökben rádiófrekvenciás hidegtítést végez. A keverőből induktívan kicsatolt jel két 1Zs29B-vel (V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>) felépített kétfokozatú erősítő

(heterodin I., heterodin II.) bemenetére kerül. A V<sub>3</sub> csőből álló egykörös erősítő anódkörébe egy rezgőkör van bekötve a dobváltó Sz<sub>1b</sub>...Sz<sub>10b</sub> jelű szektorai segítségével az alsávoknak megfelelően.

3. táblázat

Alsáv	Frekvencia [MHz]	I. KF [kHz]	Bekapcsolt elemek
1.	3,8...4,79	2800	L1, L2, C52, C53,
2.		1800	C54, C55
3.	5,8...6,79	2800	L3, L4, C56, C57, C58, C59, C60,
4.		1800	C61, C62, C63, C64, C65
5.	7,8...8,79	2800	L5, L6, C66, C67, C68,
6.		1800	C69, C70, C71
7.	9,8...10,79	2800	L7, L8, C72, C73, C74,
8.		1800	C75, C76, C77
9.	11,8...12,79	2800	L9, L10, C78, C79, C80, C81,
10.		1800	C82, C83, C84, C85

A balanskeverő rezgőkörének csatolótekercséről a 0,1 V-os heterodin-frekvenciás feszültség a V<sub>3</sub> vezérlőrácsára kerül a C<sub>7</sub> csatoló kondenzátoron keresztül. Az R<sub>7</sub> rácslevezető ellenállás. Az árnyékolórács táplálása az R<sub>8</sub>



8.a ábra

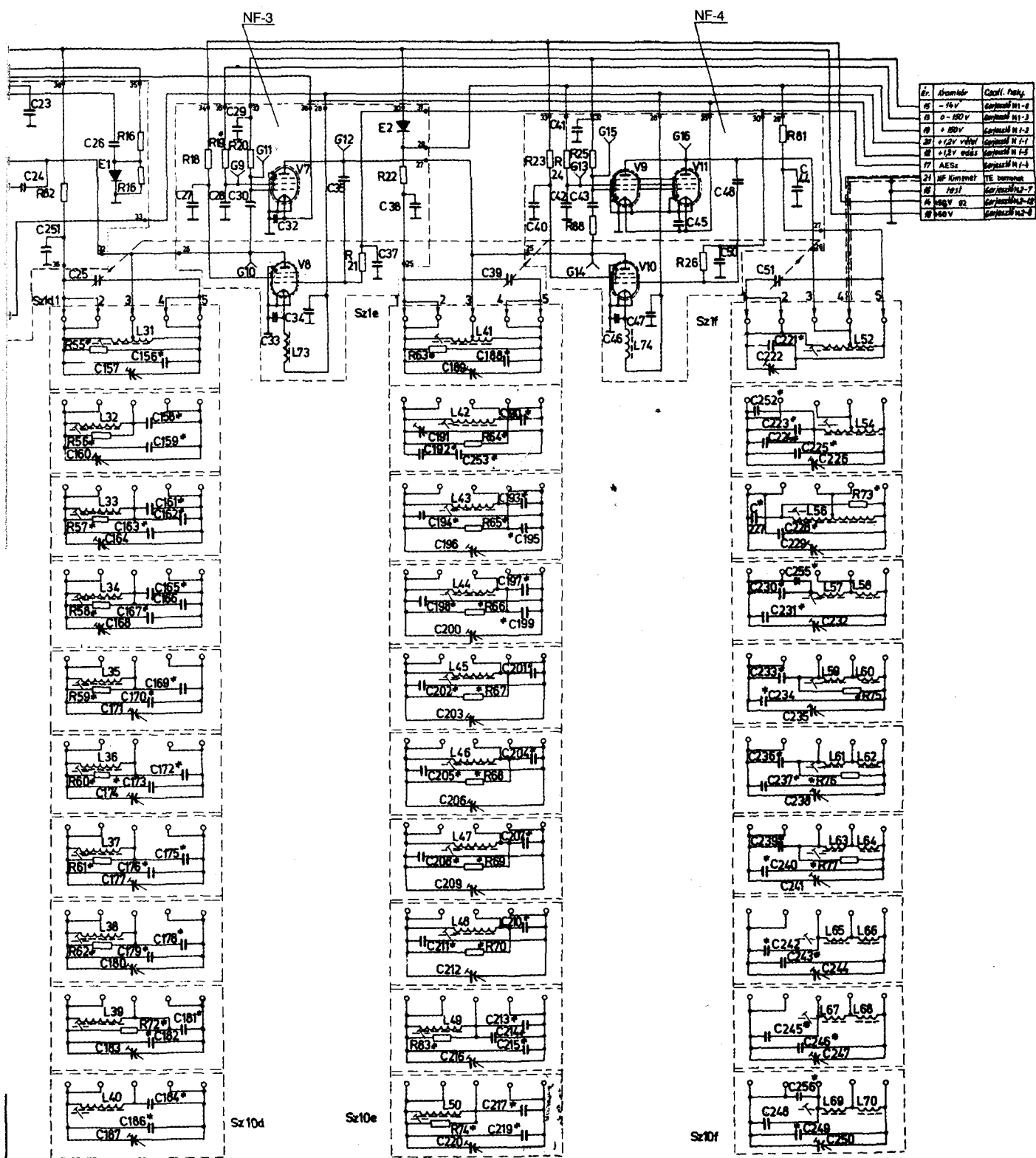
ellenálláson keresztül történik. A C<sub>9</sub>, C<sub>10</sub>, C<sub>11</sub> kondenzátor nagyfrekvenciás hidegítést végez. Az R<sub>78</sub> ellenállás a cső vezérlőrácsát védi a nagy pozitív feszültségimpulzus hatásától, amely a készülék alsóváltójának átkapcsolásakor

érheti a rácsot, mivel a C<sub>7</sub> kondenzátor mindig 50 V egyenfeszültségre van feltöltve.

Ha nem alkalmaznánk ezt az ellenállást, akkor a C<sub>7</sub> kondenzátor csaknem zérus potenciálra sülné ki sáv váltáskor,

még mielőtt a következő alsóváltó anódkörének átkapcsolása megtörténne. Teljesen kisütött kondenzátor esetén a cső kb. 50 V-os impulzust kapna a rácsában, amely szubminiatűr csövek esetében megengedhetetlen.



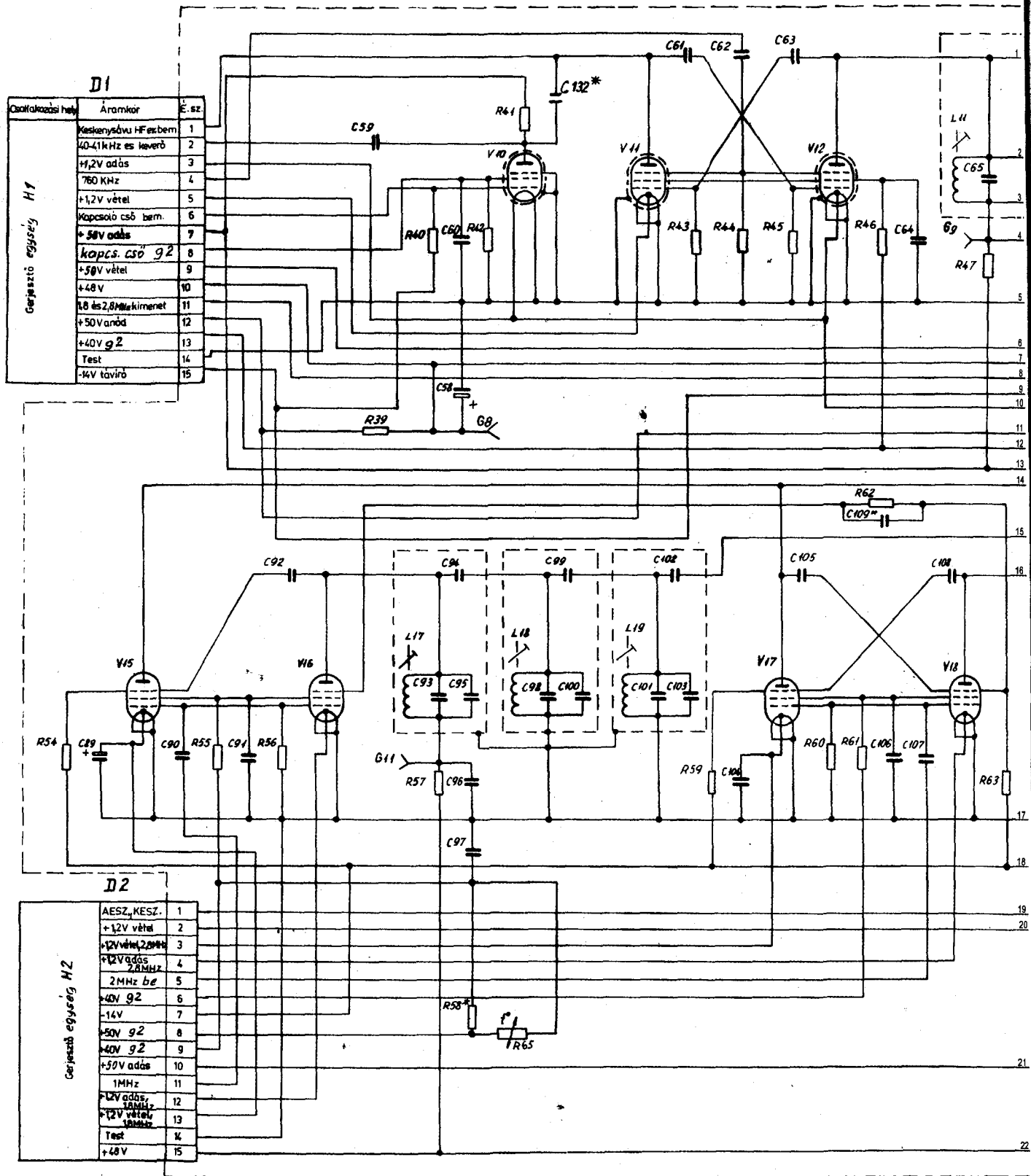


8.b ábra

Az anódkör táplálása az  $R_9$  ellenálláson és a rezgőköri tekercseken keresztül történik. A  $V_3$  anódjáról a 0,6 V-os felerősített feszültség a  $C_{13}$  csatoló-kondenzátoron keresztül az erősítő második fokozatát képező  $V_4$  pen-

tóda vezérlőrácsára kerül. A cső anódkörébe egy rezgőkör van bekötve a dobváltó  $Sz_{1c} \dots Sz_{10c}$  jelű szektorán keresztül. Az anódkör táplálása soros kapcsolású, és az  $R_{12}$  ellenálláson, valamint a rezgőköri tekercsen keresztül

történik. Az árnyékolórács az  $R_{11}$  ellenálláson át kap tápfeszültséget. A  $C_{14}$ ,  $C_{15}$  és  $C_{16}$  kondenzátor csatolásmentesítő szerepet tölt be. Az  $R_{79}$  ellenállás a  $V_4$  vezérlőrácsának védelellállása, az  $R_{10}$ , rácslévezető ellenállás.

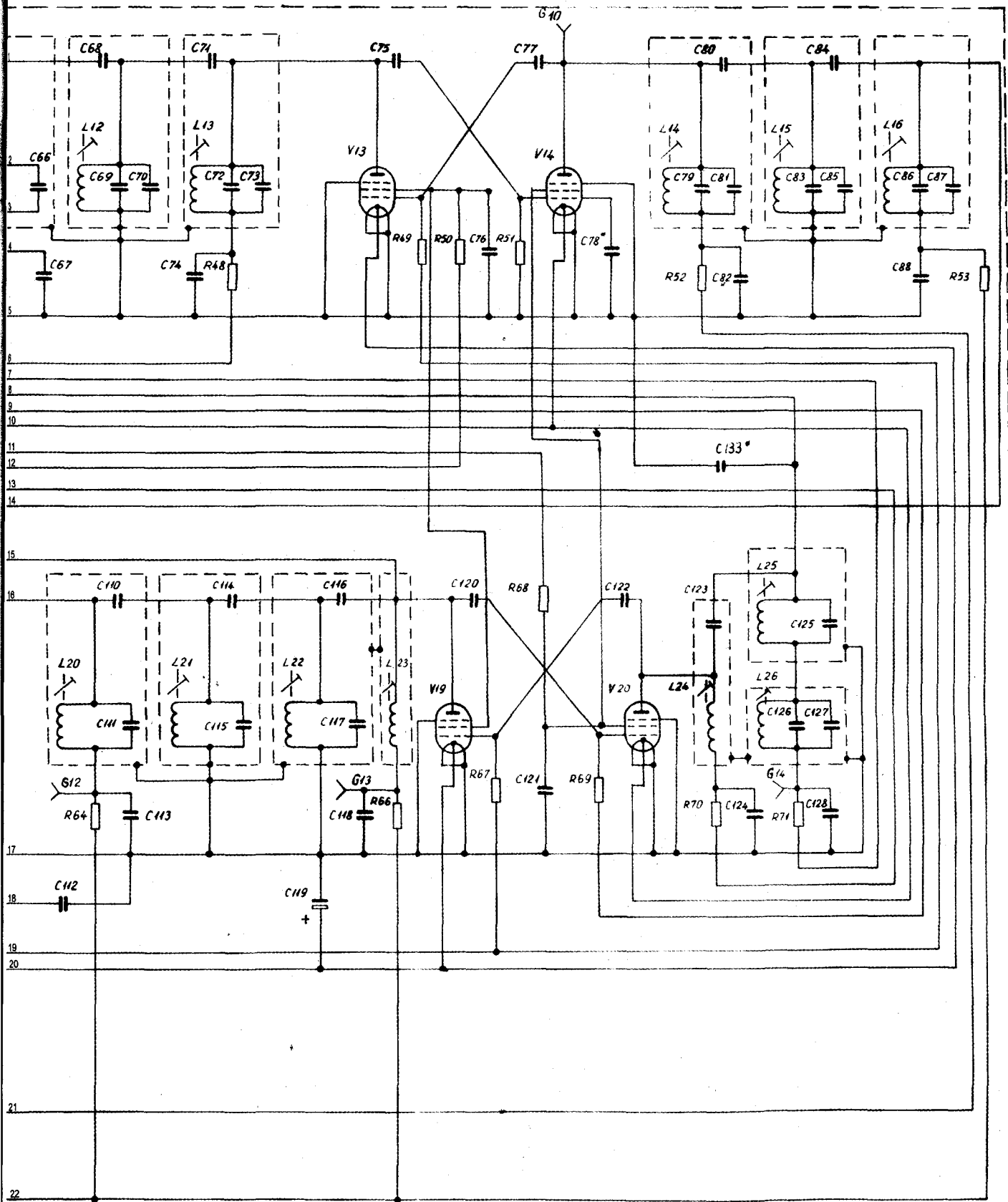


9.a ábra

A vezérosszillátor kimenőjelszintjét automatikus erősítésszabályozó áramkör tartja 2 és 2,5 V-os határok

között. Az AESZ egyenirányítóját az E1 dióda képezi, amely a feszültséget a C26 csatoló-kondenzátoron keresztül

kapja. Az egyenirányító terhelését az R17 ellenállás képezi. Az áramkör kimeneti feszültsége az R16 ellenálláson



9.b ábra



át a gerjesztőegységbe, majd onnan a 6. sz. és a már korábban tárgyalt 8. sz. keverőre kerül. A  $V_4$  cső kimenőjele, amely végeredményben a vezéreszcillátor kimenőjele is, a  $V_6$  elektroncsővel felépített 6. sz. keverő bemenetére kerül.

### A vevő működése

A vevőkészülék első rádiófrekvenciás erősítőjét és az adásvétel-átkapcsoló jel fogót a végerősítő fokozattal közös alaplapon találjuk, mert a hangolóelemek közösek. Kapcsolási rajzuk is együtt szerepel, ezért ennek működését – a jobb áttekinthetőség kedvéért – majd később, a végfok tárgyalásánál ismertetem. Az antennajel a  $V_1$  pentódával felépített rádiófrekvenciás előerősítő kimenetéről a kétfokozatú, a  $V_{10}$  és a  $V_8$  elektroncsővel megvalósított rádiófrekvenciás erősítő bemenetére kerül (8. ábra).

Az első fokozatot a  $V_{10}$  pentódás erősítő alkotja, amelynek anódjához a dobváltó  $Sz_{1e}...Sz_{10e}$  szektorán keresztül kapcsolódik a rezgőkör úgy, mint majd látni fogjuk az adásirányú erősítéskor. A  $V_{10}$  vezérlőrácsa a  $C_{48}$  csatoló-kondenzátoron keresztül kap jelet a dobváltó  $Sz_{1f}...Sz_{10f}$  szektorán keresztül bekapcsolt rezgőkörrel. Ez a rezgőkör a cső anódkörének terhelését látja el. Az egyes alsávok határain belül a rezgőkörök áthangolása a  $C_{39}$  és a  $C_{51}$  forgókondenzátor segítségével történik. Az induktivitásokkal párhuzamosan kapcsolt  $R_{63}...R_{77}$  és  $R_{83}$  ellenállás sőtöltő hatása jelentősen lerontja a rezgőkörök jósági tényezőjét, így megnöveli a sáv szélességüket.

A vezérlőrács  $40 \mu V$ -os rádiófrekvenciás jelet kap. Az ERŐSÍTÉS KÉZI-AUT. kapcsoló helyzetétől függően az automatikus erősítés-szabályozás (AESz), illetve kézi szabályozás (KESz) negatív feszültsége az  $R_{26}$  ellenálláson keresztül szintén a vezérlőrácsra jut. Az elektroncső anódja a soros  $R_{22}$ , az árnyékolórácsa az  $R_{23}$  ellenálláson keresztül kap tápfeszültséget. Az  $L_{74}$  fojtótekerecs, valamint a  $C_{40}$ ,  $C_{46}$ ,  $C_{47}$  és  $C_{50}$  kondenzátor nagyfrekvenciás szempontból csatolásmentesítést biztosít.

A  $V_{10}$  anódköréről a  $400 \mu V$ -os rádiófrekvenciás jel a  $C_{35}$  csatoló-kondenzátoron keresztül a  $V_8$  pentóda vezérlőrácsára kerül. A második fokozat ugyancsak egykörös rezonancia erősítő, amelynek anódkörébe a dobváltó

$Sz_{1d}...Sz_{10d}$  jelű szektorán keresztül köthető be az alsávnak megfelelő rezgőkör. Az egyes alsávok határain belül a rezgőkör áthangolása a  $C_{25}$  forgókondenzátorral valósítható meg. Az erősítésszabályozás erre a fokozatra is hatással van a vezérlőrácsra adott feszültség függvényében. Az anód az  $R_{82}$ , az árnyékolórács az  $R_{18}$  ellenálláson keresztül kap tápfeszültséget. Az  $L_{73}$  fojtótekerecs és a  $C_{27}$ ,  $C_{33}$ ,  $C_{34}$ ,  $C_{37}$  és  $C_{251}$  kondenzátor nagyfrekvenciás hidegítő elemek.

A vevő első középfrekvenciáját a 6. számú keverőben állítjuk elő, amelynek alapja a  $V_6$  pentóda. A cső vezérlőrácsa a  $C_{18}$  csatoló-kondenzátoron keresztül legalább 2 V-os lokáljelet kap a  $V_4$  erősítő kimenetéről.

A cső fékezőrácsa a  $C_{24}$  csatoló-kondenzátoron keresztül 4 mV-os jelet kap a  $V_8$  rádiófrekvenciás erősítő kimenetéről. Az  $R_{13}$  ellenállásról veszük le a feszültséget az automatikus erősítésszabályozáshoz, amelyet az  $E_1$  diódával egyenirányítunk.

A keverő optimális működéséhez szükséges kb.  $-10$  V-os feszültséget a fékezőrács körében lévő  $R_{15}$  és  $R_{87}$  ellenállásból álló feszültségosztóval állítjuk be.

A cső anódkörében egymással csatolt, két különböző középfrekvenciára (1,8 MHz-re és 2,8 MHz-re) hangolt rezgőkör üzemel, amelyek az ún. formálóegységben (9. ábra) található. Az I. KF-jel a nagyfrekvenciás egység gerjesztőegység felé menő csatlakozójának 11-es érintkezőjén át, a gerjesztő egység (5. ábra)  $D_1$ -es csatlakozó 11-es érintkezőjén keresztül kerül a formálóegység  $L_{125}$ ,  $C_{125}$  és  $L_{126}$ ,  $C_{126}$ ,  $C_{127}$  rezgőköröire.

### A formálóegység

Ebben az egységben dolgozzuk fel a különböző adásmódokban vett jeleket, illetve előállítjuk azokat adáskor. Az áramkör öt 1Zs24B típusú és tizenöt 1Zs29B típusú pentódát tartalmaz. Az egység szerkezetiileg három szerelőlapból áll. Ezek öntött, árnyékolt házban vannak rögzítve.

A  $V_1...V_5$  csőből álló fokozatok a távbeszélő-alaplemezen helyezkednek el. A  $V_6...V_9$  áramkörei a táviró-szerelvénylapon kaptak helyet. A  $V_{10}...V_{20}$  csöveket az I. középfrekvenciás alaplomezen találjuk.

A formálóegység csöveihez szükséges tápfeszültségek:

- a csövek anódjai 50 V feszültséget kapnak; az I. KF-alaplemezen elhelyezett csövek anódjai az  $R_{39}$  ellenállásból és a  $C_{58}$  kondenzátorból álló leválasztó szűrőn keresztül kapják a tápfeszültségeket (ellenőrző mérőpontja a  $G_8$ ),
- az I. KF-alaplemezen levő 1Zs29B típusú csövek árnyékolórácsai az  $R_{58}$ ,  $R_{65}$  és  $C_{97}$  elem-ből álló szűrőn keresztül kapják a stabil 37...40 V-ot; az  $R_{65}$  termisztor arra szolgál, hogy a kimeneti KF-feszültséget közel állandó értéken tartsa, ha a környezeti hőmérséklet megváltozik,
- stabilizált negatív előfeszültséget ( $-13$  V-ot) kapnak a csövek fékezőrácsai, 1,2 V-ot a csövek fűtőáramkörei.

A formálóegység áramköreinek adásról vételre, valamint a különböző adásmódokra való átváltása a megfelelő csövek tápfeszültségeinek átkapcsolásával történik. A zavarójelek kiküszöbölésére a  $V_{13}$ ,  $V_{15}$ ,  $V_{17}$  és  $V_{19}$  fűtőáramköreibe a  $C_{89}$ ,  $C_{104}$ ,  $C_{119}$  szűrőkondenzátorokat építették be. A  $V_{15}$ ,  $V_{16}$ ,  $V_{17}$  és  $V_{18}$  fékezőrácsainak előfeszültségét beállító áramkörben hasonló célból találjuk a  $C_{112}$  szűrőkondenzátort. A fűtőáramkörök rádiófrekvenciás védelmét a  $V_4$  és a  $V_5$  fűtőáramkörébe épített  $L_7$  fojtótekercsből és  $C_{22}$  kondenzátorból álló szűrővel oldották meg. A fojtótekerecs a rádiókészülék gerjesztőjének (5. ábra) dobváltójánál van elhelyezve.

Mint fent már említettem, a vett jel a rádiófrekvenciás erősítés után a 6. sz. keverőre kerül. Az elektroncső anódköri terhelése vételnél a formálóegységben lévő, a  $C_{125}$ ,  $C_{126}$ ,  $C_{127}$  kondenzátorból és az  $L_{25}$ ,  $L_{26}$  tekercsből álló, 2,8 MHz-re, illetve 1,8 MHz-re hangolt két rezgőkör. Ezeket a rezgőköröket a  $D_1$  csatlakozó 11. érintkezője köti a 6. sz. keverő csövének anódjához. Ugyanezen az érintkezőn az  $R_{71}$  ellenállásból és  $C_{128}$  kapacitásból álló szűrőn, az  $L_{26}$  és az  $L_{25}$  tekercsen keresztül 50 V-os feszültség kerül a rádiófrekvenciás egység 6. sz. keverőcsövének anódjára.

A keverő terhelésén, a soros kapcsolású rezgőkörökön kiválasztott 1796,6...1799,7 kHz, illetve 2796,6...2799,7 kHz frekvenciájú, 1 mV-os jel és az 1800 kHz-es illetve

2800 kHz-es, az előző jelfeszültség értékének 20%-át kitevő pilotjelfeszültség a C<sub>123</sub> és C<sub>122</sub> osztón keresztül az 1,8 és 2,8 MHz frekvenciát erősítő V<sub>19</sub> vezérlőrácsára kerül (9. ábra).

Az I. KF-erősítő felerősíti az 1796,6...1799,7 kHz-es (1800 kHz-es), valamint a 2796,7...2799,7 kHz-es (2800 kHz-es) jeleket. Az erősítőt a V<sub>19</sub> jelű pentóda alkotja. Az 1796,6...1799,7 kHz-es jel vételek az erősítő terhelése a C<sub>93</sub>, C<sub>94</sub>, C<sub>95</sub>, C<sub>98</sub>, C<sub>99</sub>, C<sub>100</sub>, C<sub>101</sub> és C<sub>103</sub> kondenzátorból, az L<sub>17</sub>, L<sub>18</sub> és L<sub>19</sub> tekercsből álló szűrőből áll. A 2796,6...2799,7 kHz-es jel vételek ezt a feladatot a C<sub>110</sub>, C<sub>111</sub>, C<sub>114</sub>, C<sub>115</sub> és C<sub>117</sub> kondenzátorból, valamint az L<sub>20</sub>, L<sub>21</sub> és L<sub>22</sub> tekercsből álló szűrő valósítja meg.

Az R<sub>67</sub> ellenállás levezető ellenállás, az automatikus erősítésszabályozás és a kézi erősítésszabályozás esetén az ellenálláson és a D<sub>2</sub> csatlakozó 1. érintkezőjén keresztül megfelelő előfeszültség kerül a V<sub>19</sub> vezérlőrácsára. A pentóda anódjának táplálása párhuzamos. Az anód a feszültséget a D<sub>2</sub> csatlakozó 15. érintkezőjétől kapja az R<sub>66</sub> ellenállásból és a C<sub>118</sub> kapacitásból álló szűrőn és az L<sub>23</sub> anódköri fojtótekercsen keresztül. A V<sub>19</sub> árnyékolórácsának tápáramköre a V<sub>20</sub> csőével közös. A csövek fűtőfeszültsége a D<sub>2</sub> csatlakozó 2. érintkezőjétől érkezik.

A fokozat által felerősített pilotjel a megfelelő szűrő kimenetéről a C<sub>92</sub> vagy a C<sub>108</sub> csatolókondenzátoron keresztül vagy a 4. sz. keverő V<sub>15</sub> csővének, vagy pedig az 5. sz. keverő V<sub>17</sub> csővének fékezőrácsára kerül. A 4. sz. és az 5. sz. keverő arra szolgál, hogy összekeverje az 1800 kHz-es vagy a 2800 kHz-es I. KF-jeleket az 1 MHz-es vagy a 2 MHz-es lokáljellel, továbbá kialakítsa a második középfrekvenciás jelet.

A keverő aktív elemei a V<sub>15</sub> és a V<sub>17</sub> jelű pentóda. A 800 kHz-es középfrekvenciát a C<sub>79</sub>, C<sub>80</sub>, C<sub>81</sub>, C<sub>83</sub>, C<sub>84</sub>, C<sub>85</sub>, C<sub>86</sub>, C<sub>87</sub> kondenzátorból, valamint L<sub>14</sub>, L<sub>15</sub> és L<sub>16</sub> tekercsből álló szűrővel választjuk ki. A 4. sz. keverő 1 MHz-es, az 5. sz. keverő 2 MHz-es, 3...5 V-os feszültsége a megfelelő cső vezérlőrácsára kerül. A keverők kimeneti szűrőin mindkét esetben 800 kHz-es jel jelenik meg:

- $f_{I,KF} - f_3 = (1796,6...1799,7) \text{ kHz} - 1000 \text{ kHz} = 796,6...799,7 \text{ kHz}$  adáskor és
- $f_{I,KF} - f_3 = 1800 \text{ kHz} - 1000 \text{ kHz} = 800 \text{ kHz}$  vételkor a 4. sz. keverő kimenetén, ill.

- $f_{I,KF} - f_3 = (2796,6...2799,7) \text{ kHz} - 2000 \text{ kHz} = 796,6...799,7 \text{ kHz}$  adáskor és
- $f_{I,KF} - f_3 = 2800 \text{ kHz} - 2000 \text{ kHz} = 800 \text{ kHz}$  vételkor az 5. sz. keverő kimenetén.

A V<sub>15</sub> és a V<sub>17</sub> anódja a D<sub>2</sub> csatlakozó 15. érintkezőjétől az R<sub>53</sub> ellenállásból és a C<sub>88</sub> kapacitásból álló szűrőn és az L<sub>16</sub> tekercsen keresztül kap tápfeszültséget. A csövek fékezőrácsai a D<sub>2</sub> csatlakozó 7. érintkezőjétől kapják az előfeszültséget az R<sub>54</sub> és az R<sub>59</sub> levezető-ellenálláson keresztül. A fűtőfeszültség a D<sub>2</sub> csatlakozó 13. érintkezőjétől a V<sub>15</sub>-re, míg a D<sub>2</sub> csatlakozó 3. érintkezőjétől a V<sub>17</sub>-re kerül.

A jel a keverő kimenetéről a C<sub>77</sub> csatolókondenzátoron keresztül a 800 kHz-es erősítő bemenetére kerül, amely arra szolgál, hogy felerősítse a 796,6...799,7 kHz-es és a 800 kHz-es jeleket, valamint biztosítsa a vevő szelektivitását. Az erősítő a V<sub>13</sub> jelű pentódból áll, amely a nagy szelektivitású 800 kHz-es szűrőre dolgozik. Az áramkör a C<sub>65</sub>, C<sub>66</sub>, C<sub>68</sub>, C<sub>69</sub>, C<sub>70</sub>, C<sub>71</sub>, C<sub>72</sub>, C<sub>73</sub> kondenzátort, valamint az L<sub>11</sub>, L<sub>12</sub> és L<sub>13</sub> tekercset tartalmazza. Az R<sub>49</sub> ellenálláson, továbbá a D<sub>2</sub> csatlakozó 1. érintkezőjén keresztül megfelelő előfeszültség kerül a V<sub>13</sub> vezérlőrácsára. A tápfeszültséget a cső anódja a D<sub>1</sub> csatlakozó 9. érintkezőjétől kapja a C<sub>74</sub> kapacitásból és R<sub>48</sub> ellenállásból álló szűrőn és az L<sub>13</sub> tekercsen keresztül. A V<sub>13</sub> árnyékolórácsának tápáramköre a V<sub>14</sub> csőével közös. A fűtőfeszültség a D<sub>2</sub> csatlakozó 2. érintkezőjétől érkezik.

A fokozat által felerősített 796,6...799,7 kHz-es vagy a 800 kHz frekvenciájú jel a C<sub>63</sub> csatolókondenzátoron keresztül a 3. sz. keverő V<sub>11</sub> csővének vezérlőrácsára kerül. A 3. sz. keverő összekeveri a második középfrekvenciás jelet a 760 kHz-es lokáljellel és kiválasztja a III. KF-et. A keverő a V<sub>11</sub> jelű pentóda. A cső vezérlőrácsára a jel és a pilotjel feszültsége is rákerül, míg a segédrácsa a 760 kHz-es lokáljel. A keverő terhelése az oldalsáv-szűrő, amely a V<sub>11</sub> anódjához a D<sub>1</sub> csatlakozó 1. érintkezőjén keresztül van bekötve. A keverő a következő feszültségeket választja ki:

- $(796,6...799,7) \text{ kHz} - 760 \text{ kHz} = 36,6...39,7 \text{ kHz}$ -es jel,
- $800 \text{ kHz} - 760 \text{ kHz} = 40 \text{ kHz}$ -es pilotjel.

Az R<sub>43</sub> ellenállás a V<sub>11</sub> vezérlőrácsának levezető ellenállása. A cső anódja a D<sub>1</sub> csatlakozó 1. érintkezőjén és az oldal-

sáv-szűrőn keresztül kapja a tápfeszültséget. A V<sub>11</sub> cső árnyékolórácsának tápáramköre közös a V<sub>12</sub> csőével. A fűtőfeszültség a D<sub>1</sub> csatlakozó 5. érintkezőjétől érkezik.

A keverő által átalakított 36,6...39,7 kHz frekvenciájú, legalább 70...90 mV szintű feszültség az alsóoldalsáv-szűrő csatolótekercsének tekercseléről a D<sub>4</sub> csatlakozó 7. érintkezőjén és a C<sub>7</sub> csatolókondenzátoron keresztül a demodulátor V<sub>3</sub> csővének vezérlőrácsára kerül.

Egyidejűleg az automatikus erősítés-szabályozás (AESz) célját szolgáló 40 kHz frekvenciájú pilotjel a D<sub>1</sub> csatlakozó 1. érintkezőjén és a D<sub>3</sub> csatlakozó 11. érintkezőjén keresztül a 40 kHz-es távirőfokozat III. KF-erősítő V<sub>9</sub> csővének bemenetére kerül. A fokozat egyben az erősítésszabályozó erősítője is.

#### Az egyoldalsáv-os jel demodulálása

A demodulátor arra szolgál, hogy hangfrekvenciás jelet állítson elő a 36,6...39,7 kHz-es jel és a 40 kHz-es lokáljel keverése útján. A demodulátorban a V<sub>3</sub> pentóda keverőként működik. A 36,6...39,7 kHz frekvenciájú jel a cső vezérlőrácsára kerül (10. ábra).

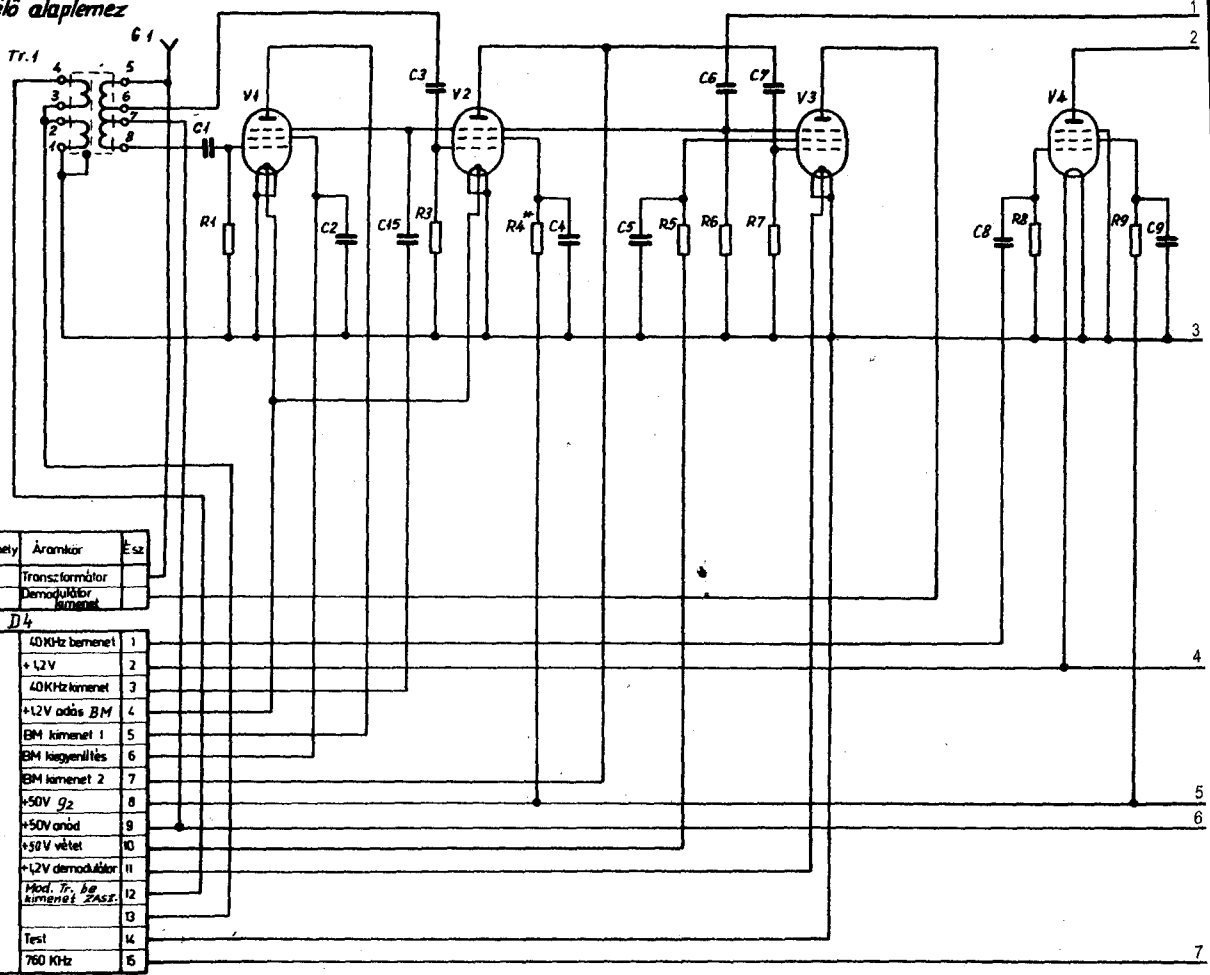
A cső fékezőrácsa a V<sub>4</sub>-es elválasztó fokozattól a C<sub>6</sub> kondenzátoron keresztül 40 kHz frekvenciájú, 16...18 V szintű feszültséget kap. Miután a csőben a keverés megtörtént, a következő frekvenciaspektrumhoz jutunk:

- 40 kHz,
- 36,6...39,7 kHz,
- $40 \text{ kHz} + (36,6...39,7) \text{ kHz} = 76,6...79,7 \text{ kHz}$  összegezett frekvencia,
- $40 \text{ kHz} - (36,6...39,7) \text{ kHz} = 3,4...0,3 \text{ kHz}$  különbségi frekvencia.

A 36,6...39,7 kHz, a 40 kHz, valamint a 76,6...79,7 kHz-es frekvenciákat két-féle típusú szűrővel különíti el:

- a C<sub>33</sub>, C<sub>44</sub>, C<sub>48</sub> kondenzátorból, valamint az R<sub>26</sub>, R<sub>27</sub> ellenállásból álló kéttagú aluláteresztő RC-hangfrekvenciás szűrő,
- az R<sub>23</sub>, R<sub>24</sub> és R<sub>25</sub> ellenállás, valamint a C<sub>41</sub>, C<sub>42</sub> és C<sub>43</sub> kondenzátorból álló 40 kHz-re hangolt RC-zárósűrő, amely két párhuzamosan kapcsolt tagot tartalmaz.

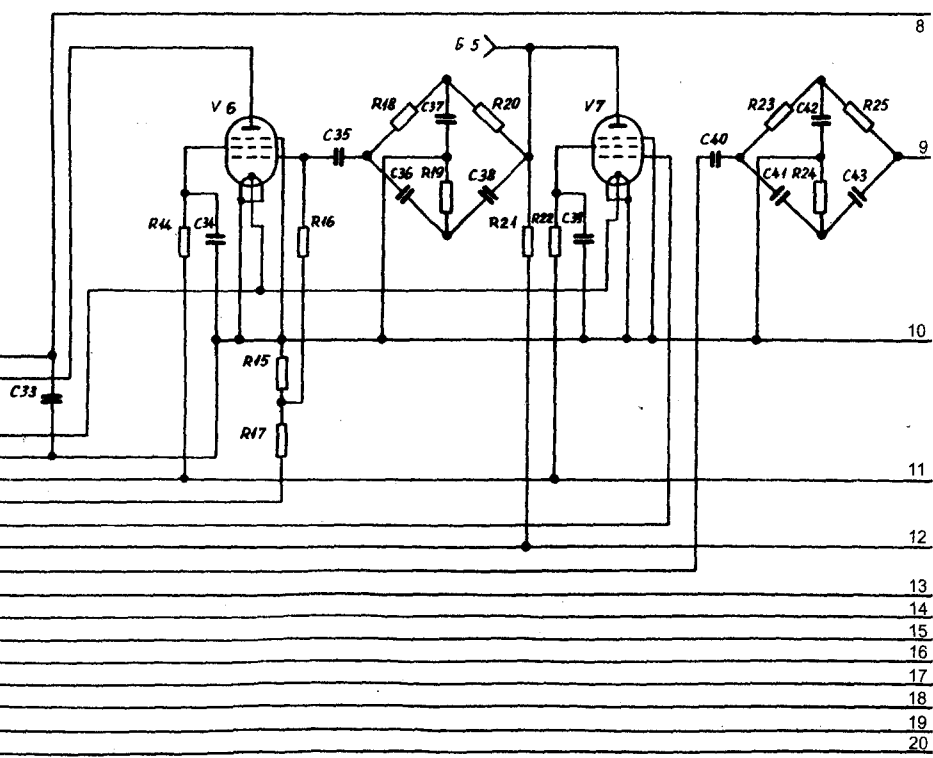
Távkészlő alapelemez



Csatlakozási hely	Áramkör	Ész
	Transzformátor	
	Demodulátor kimenet	

D4	
Gerjesztő egység H4	40KHz bemenet 1
	+12V
	40KHz kimenet 3
	+12V adós BM
	BM kimenet 1
	BM kigyulladás
	BM kimenet 2
	+50V G2
	+50V anód
	+50V vélet
	+12V demodulátor
	Mod. Tr. Ag kimenet 12ASZ
	Test
	760 KHz

Távíró alapelemez

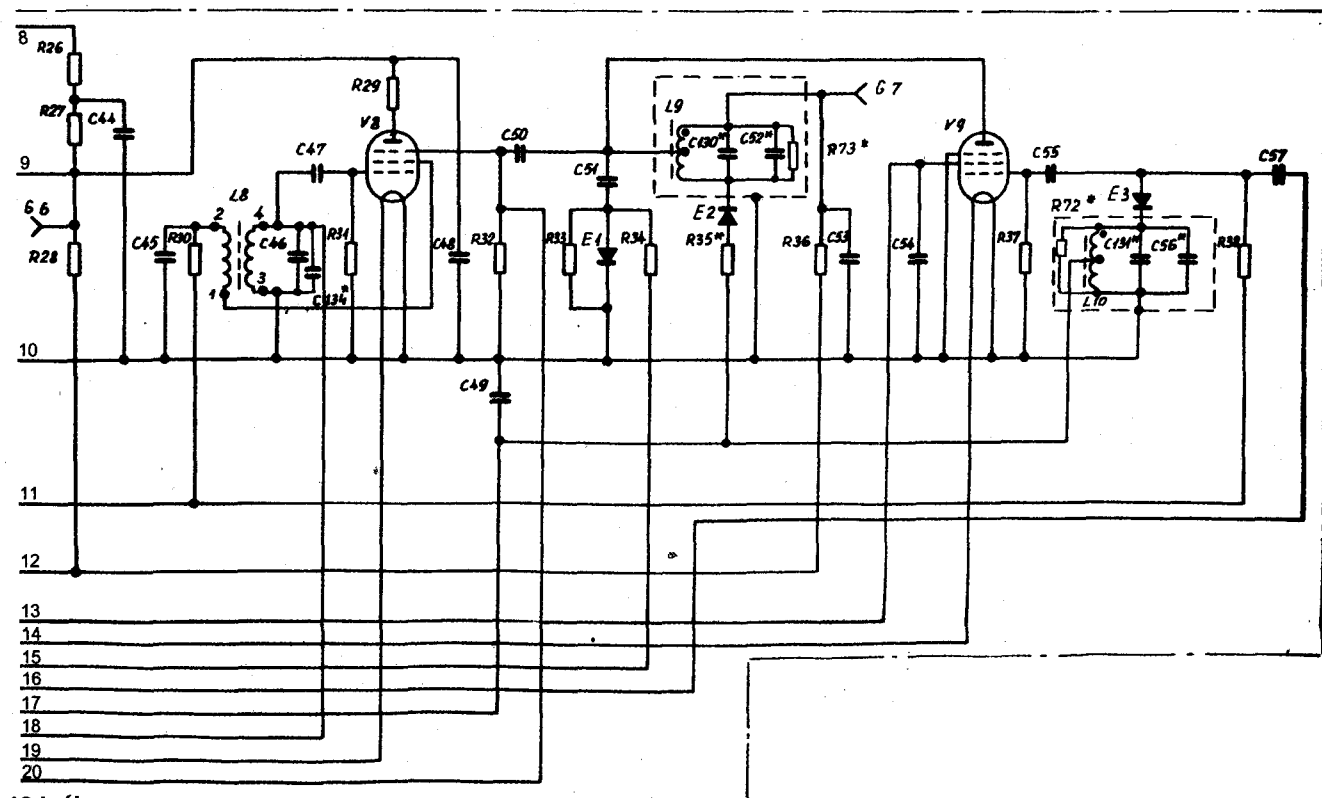
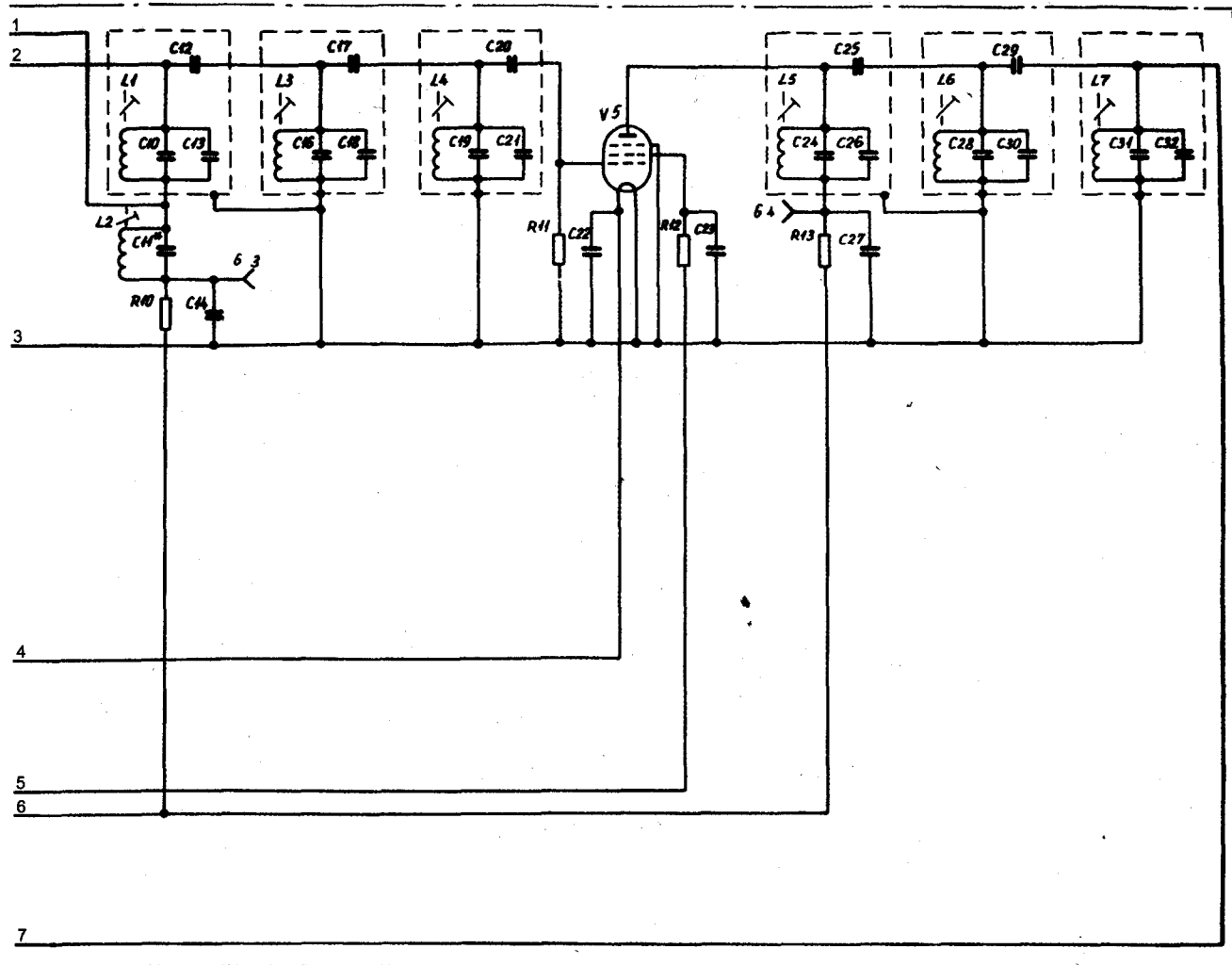


	RC szűrés bemenet
	HF erősítő kimenet

D3	
Gerjesztő egység H3	+12V HF erősítő
	Test
	+50V G2
	-14V
	Szóbblyuti kisfrekv. bemenet
	+50V anód
	Szóbblyuti RC-szűrés kimenet
	760KHz-es kimenet
	+12V kimenet
	+12V kimenet
	AESZ
	Resztávcsőv. er. kimenet
	Szóbblyuti kimenet
	Szóbblyuti kimenet
	+12V 67KHz-es kimenet

10.a ábra





10.b ábra

A két szűrő a demodulátor terhelésén (az  $R_{28}$  ellenálláson) biztosítja a 36,6...39,7 kHz, a 40 kHz és a 76,6...79,7 kHz frekvenciájú feszültség elnyomását, valamint a 0,3...3,4 kHz-es jel kívánt szintű átérésztését. A  $V_3$  demodulátorcső munkapontjának beállítása a jó működés szempontjából fontos. Ezért az  $R_7$  rácslevezető ellenállás valamint a nemlineáris torzításokat csökkentő árnyékolórács-visszacsatolás  $R_5$  ellenállásának és  $C_5$  kapacitásának értéke kritikus, ezért javítások alkalmával gondosan válasszuk meg!

Az  $R_6$  ellenállás a  $V_3$  fékezőrácsának levezető ellenállása. A cső anódja a feszültséget a  $D_3$  csatlakozó 6. érintkezőjén át kapja az  $R_{28}$  terhelő ellenálláson,  $R_{27}$  és  $R_{26}$  ellenálláson, valamint a távíró- és a távbeszélő-alaplemeztszűrészeket vezetőken keresztül. A cső árnyékolórácsa a  $D_4$  csatlakozó 10. érintkezőjén át kap feszültséget az  $R_5$  ellenálláson keresztül. A cső fűtőfeszültsége a  $D_4$  csatlakozó 11. érintkezőjétől érkezik.

A 0,3...3,4 kHz legalább 0,2 V szintű hangfrekvenciás feszültség a terhelésről a  $C_{40}$  csatolókonkondenzátoron és a  $D_3$  csatlakozó 7. érintkezőjén keresztül kerül az előlapon elhelyezett hangerőszabályozó potenciométerre. A hangfrekvenciás feszültség a hangerőszabályozótól a hangfrekvenciás egység távbeszélő-erősítőjének bemenetére kerül.

### A HF-erősítő

A hangfrekvenciás feszültség a hangerőszabályozótól, a  $C_{24}$  csatolókonkondenzátoron és az  $R_{24}$  ellenálláson keresztül a  $T_5$  emitterkövető bemenetére kerül (11. ábra). Az  $R_{25}$  és az  $R_{26}$  ellenállásból álló bázisosztó biztosítja a fokozat működését. A  $C_{25}$  kondenzátor biztosítja az erősítés frekvenciamenetének korrekcióját (vagyis a frekvenciaválgást a magasabb frekvenciák tartományában). A  $C_{26}$  csatolókonkondenzátoron keresztül a jel a  $T_6$  tranzisztor bázisára kerül. A fokozat földelt emitteres kapcsolású, A-osztályú üzemben dolgozik. Ezt az üzemet az  $R_{29}$  és az  $R_{28}$  ellenállásból álló bázisosztó biztosítja.

Az  $R_{31}$  ellenálláson keresztül a negatív áramvisszacsatolás növeli az erősítő bemeneti ellenállását, s egyben biztosítja a fokozat hőstabilitását. A második fokozat terhelését képező  $R_{30}$  ellenállástól a jel a  $C_{27}$  csatolókonkondenzátoron keresztül a  $T_7$  tranzisztor bázisára kerül. Ez a fokozat is földelt emitteres kapcsolású, A-osztályú; a bázisosztó az  $R_{34}$  és az  $R_{35}$  ellenállás. E fokozat emitterkörébe van bekötve a kimenőtranszformátor visszacsatoló tekercse, amely a kimenőfokozatról a meghajtófokozatra negatív visszacsatolást biztosít. Az  $R_{36}$  és az  $R_{43}$  ellenállás a fokozat működésének hőmérsékleti stabilizációját biztosítja egyenáramú szempontból, míg az  $R_{43}$  ellenállást sőtölő  $C_{33}$  kondenzátor feladata az, hogy a fokozat nagyobb erősítést tegyen lehetővé. A meghajtófokozat terhelése a  $Tr_1$  transzformátor.

A végerősítő kapcsolása ellenütemű, áganként (két-két)  $T_8...T_{11}$  jelű, párhuzamosan kapcsolt tranzisztort tartalmaz a 300 mW kimenőteljesítmény biztosítása érdekében. A fokozat B-osztályú üzemben dolgozik, amit az  $R_{46}...R_{49}$  ellenállásból és az  $E_7$  jelű diódából álló hőmérsékletfüggő, összetett osztó biztosít a  $T_8...T_{11}$  tranzisztor bázisára adott előfeszültséggel. Az osztó  $-40\text{ }^\circ\text{C}$  és  $+50\text{ }^\circ\text{C}$  közé eső hőmérsékletváltozások esetén is stabil üzemet biztosít. A  $C_{31}$  és a  $C_{32}$  kondenzátor negatív visszacsatolást hoz létre. Az emitterkörben levő  $R_{39}$  és  $R_{42}$  ellenállás a fokozat hőmérséklet-stabilizálását tovább javítja. Az  $R_{32-E_5}$  és az  $R_{45-E_6}$  alkatелеmek a +13 V-os tápáramkör csatolásmentesítésére szolgálnak.

A távbeszélő-erősítőt a  $Tr_2$  transzformátoron keresztül mind a kézibeszélő, mind a gégemikrofon-készlet használatkor TA56M típusú fejhallgatók terhelik. Adáskor a kisugárzott moduláció önlehallgatására a mikrofonerősítő, vagy a gégemikrofon erősítő kimenetéről érkező jel az  $R_{33}$  ellenálláson és a  $C_{28}$  kondenzátoron keresztül a  $T_6$  bázisára kerül. Innen a jel útja megegyezik az előzőekben tárgyaltakkal. A frekvenciamenet korrigálását az  $R_{38}$ ,  $R_{40}$ ,  $R_{41}$ ,  $R_{44}$ ,  $C_{29}$ ,  $C_{30}$  alkatrészeket tartalmazó korrekciós kör végzi.

A távírójelek vétele

A 3. számú keverőig bezárólag a távírójelek vétele megegyezik az egyoldalsávós jelek vételének fent leírt módjával. Miután a 3. sz. keverőben (9. ábra,  $V_{11}$ ) megtörtént a 800 kHz-es II. KF- és a 760 kHz-es lokáljel keverése, az oldalsávszűrőn kiválasztódik a harmadik, 40 kHz-es középfrekvenciás feszültség, ami legalább 50 mV szinttel a  $D_3$  csatlakozó 11. érintkezőjén (10. ábra) és a  $C_{57}$ , valamint a  $C_{55}$  csatolókonkondenzátoron keresztül a távírófokozat  $V_9$  pentódával felépített 40 kHz-es erősítőjének bemenetére kerül.

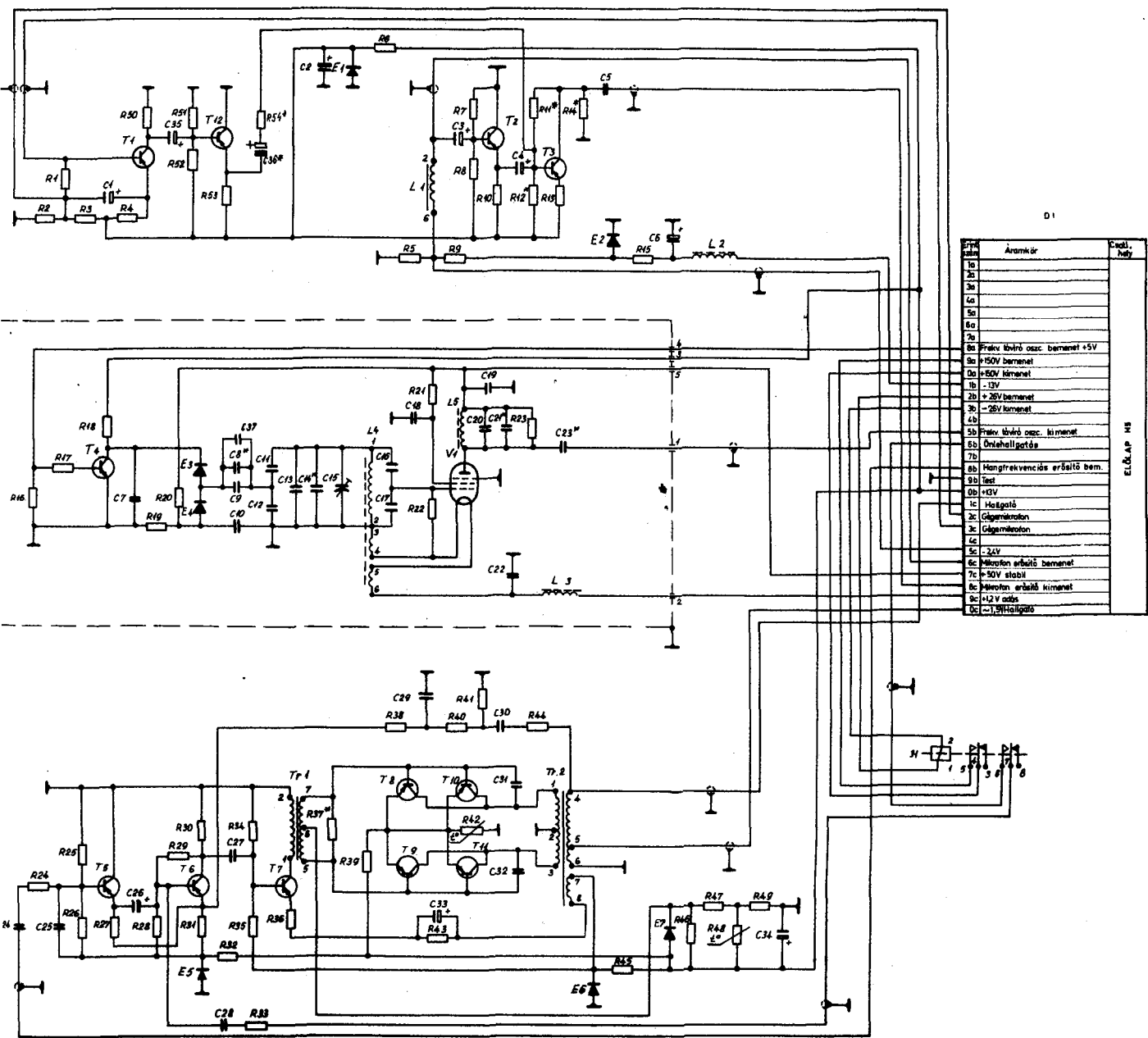
a) 40 kHz-es, III. KF-erősítő

A III. KF-erősítőben 40 kHz-es jelet a kívánt szintre erősítjük. Az egyoldalsávós jel automatikus erősítésszabályozással történő vételekor az erősítő csak keskeny sáv szélességű üzemben dolgozik megfelelően. Az erősítő  $V_9$ -es elektroncsövének anód és rácsáramkörében egy-egy 40 kHz-re hangolt rezgőkör van (10. ábra).

Keskenysávú távíróvételnél a  $D_3$  csatlakozó 12. érintkezője 25 V feszültséget kap, amely az  $R_{35}$  ellenálláson keresztül az  $E_2$  diódára, az  $L_{10}$  tekercsen át pedig az  $E_3$  diódára kerül. Másrészt az 50 V feszültséget az  $E_2$  dióda a  $D_3$  csatlakozó 6. érintkezőjétől kapja az  $R_{36}$  ellenálláson és az  $L_9$  tekercsen keresztül. Az  $E_3$  dióda a  $D_3$  csatlakozó 3. érintkezőjétől az  $R_{38}$  ellenálláson keresztül kap 50 V-ot. E feszültségek hatására az  $E_2$  zár, az  $E_3$  pedig nyit. A nyitott  $E_3$  dióda igen kicsi belső ellenállással rendelkezik, vagyis a  $C_{56}$  és  $C_{131}$  kondenzátort, valamint az  $L_{10}$  tekercset tartalmazó bemeneti rezgőkört összeköti a  $V_9$  vezérlőrácsával. A zárt  $E_2$  igen nagy belsőellenállással rendelkezik. Az  $E_2$  diódából és az  $R_{35}$  ellenállásból álló kör párhuzamosan van kötve a  $C_{52}$  és a  $C_{130}$  kondenzátorból, valamint az  $L_9$  tekercsből álló kimeneti rezgőkörrel, ezért a zárt  $E_2$  lekapcsolja a rezgőkört sőtölő  $R_{35}$  ellenállást. A  $V_9$ -hez bekötött két rezgőkör ugyanis a nagy jóságú ( $Q = 90$ ) és keskeny, 475 Hz-et meg nem haladó átérésztési sávot biztosít. Az átérésztési sáv szélessége az  $R_{72}$  (söntellenállás) értékének beállításával szabályozható.

Szélessávú vételnél a  $D_3$  csatlakozó 12. érintkezőjére 50 V feszültség kerül. Az  $E_2$  a  $D_3$  6. érintkezőjétől az  $R_{36}$  ellenálláson és az  $L_9$  tekercsen keresztül 50 V-nál kisebb feszültséget kap, mivel a feszültség egy része a cső anódkörének szűrőjében levő  $R_{36}$ -on használódik fel. Az  $E_3$  a  $D_3$  3. érintkezőjétől az  $R_{38}$ -on keresztül 50 V feszültséget kap. A fenti feszültségek hatására az  $E_2$  nyit és a kimeneti rezgőkört összeköti az  $R_{35}$  söntellenállással. Az  $E_3$  mindkét oldalról 50 V feszültséget kap.

Az  $E_2$  és az  $E_3$  dióda nyit, ha átérésztés irányban legalább 0,5 V feszültséget kapcsolunk rá. A zárt  $E_3$  nagy belsőellenállása miatt a cső vezér-



11. ábra

lőrácscsáról leválasztja a bemeneti rezgőkört. A  $V_9$  anódkörébe bekötött rezgőkört az  $R_{35}$  ellenállás söntöli és 2,5...3,4 kHz-es átteresztési sávot biztosít. A  $cs_5$  árnyékolórácsa a tápfeszültséget (50 V-ot a keskenysávban, 40 V-ot a szélessávban) a  $D_3$  csatlakozó 8. érintkezőjéről kapja. A  $cs_5$  fűtőfeszültsége a  $D_3$  csatlakozó 9. érintkezőjétől érkezik. A 40 kHz-es harmadik középfrekvencia, amelyet legalább 0,8 V-ra felerősítettünk, a  $C_{50}$  csatoló-kondenzátoron keresztül a táviróoszillátorként és produkt-detektorként működő  $V_8$  fékezőrácscsárára kerül.

Egyoldalsávú jel vételekor is működik a fokozat, ekkor azonban a 40 kHz-es felerősített pilotjel a  $C_{51}$  csatoló-kondenzátoron keresztül az automatikus erősítésszabályozó  $E_1$  diódájára kerül.

b) Táviróoszillátor és -keverő  
A fokozatban 40...42 kHz-es jelet állítunk elő és összekeverjük a 40 kHz-es II. KF-jellel A1A távirójel vételekor (10. ábra). A fokozat táviróadásakor önhangot biztosít. Az oszcilláció azáltal jön létre, hogy az  $L_8$  visszacsatoló tekercse (1., 2. kivezetés) a  $V_8$  árnyéko-

lőrácscsárára van bekötve, s így az oszcillátor anódjaként szerepel. Az oszcillátor által keltett rezgések frekvenciáját a  $cs_5$  vezérlőrács körébe kötött  $C_{46}$ ,  $C_{134}$  kondenzátorból és az  $L_8$  tekercsből (3., 4. kivezetés) álló rezgőkör határozza meg. A  $D_3$  csatlakozó 13. érintkezőjén keresztül a rezgőkörrel párhuzamosan egy forgókondenzátor van bekötve, amely a rezgőkör frekvenciáját 40...42 kHz között változtatja. A forgót az előlapon az A1 HANG felirat alatt találjuk. A rezgések amplitúdója az oszcillátor rezgőkörén 1,5...3,0 V-os lehet.



Ugyanerre e csőre épül a távíró demodulátor fokozat is. A 40 kHz-es, 1 V-os jelfeszültség a D<sub>3</sub> csatlakozó 11. érintkezőjétől a V<sub>9</sub> erősítőn keresztül a V<sub>8</sub> fékezőrácsára kerül, az oszcillátor rezgőköréről ugyanennek a csőnek a vezérlőrácsa 40...42 kHz-es lokáljelet kap.

A keverési melléktermékek, zavaró jelek kiszűrésére az R<sub>29</sub> ellenállásból és a C<sub>48</sub> kondenzátorból álló hangfrekvenciás szűrő, valamint a T-hídkapcsolású R<sub>23</sub>, R<sub>24</sub>, R<sub>25</sub> ellenállásból és C<sub>41</sub>, C<sub>42</sub>, C<sub>43</sub> kapacitásból álló aluláteresztő RC-szűrő szolgál. A demodulált jel a V<sub>8</sub> terheléséről, az R<sub>28</sub> ellenállásról a C<sub>40</sub> csatoló-kondenzátoron, valamint a D<sub>3</sub> csatlakozó 7. érintkezőjén keresztül legalább 0,2 V szinttel a hangerő szabályozó potenciométerre kerül, majd pedig a hangfrekvenciás egység távbeszélő-erősítőjére jut.

A cső anódja a feszültséget a D<sub>3</sub> csatlakozó 6. érintkezőjéről kapja az R<sub>28</sub> és az R<sub>29</sub> ellenálláson keresztül. Az árnyékolórács a feszültséget a D<sub>3</sub> csatlakozó 3. érintkezőjétől kapja az R<sub>30</sub> ellenálláson, valamint a visszacsatolt L<sub>8</sub>-on (2., 1. kivezetésén) keresztül. A fűtőfeszültség a D<sub>3</sub> 14. érintkezőjétől érkezik.

#### c) A hangfrekvenciás erősítő

A hangfrekvenciás erősítő a demodulátorból érkező jelet két fokozatban erősíti tovább. Az előerősítő V<sub>7</sub> jelű, 1Zs29B típusú cső. A 100 mV szintű hangfrekvenciás feszültség a D<sub>3</sub> csatlakozó 5. érintkezőjétől kerül a vezérlőrácsra (10. ábra). Az anódtérhelés az R<sub>21</sub> ellenállás. A frekvenciamenet korrekcióját a kettős T-szűrő biztosítja. A

szűrő 800 Hz-re van hangolva és az R<sub>18</sub>, R<sub>19</sub>, és R<sub>20</sub> ellenállást, valamint a C<sub>36</sub>, C<sub>37</sub> és C<sub>38</sub> kondenzátort tartalmazza. A C<sub>39</sub> kondenzátor és az R<sub>22</sub> ellenállás a V<sub>7</sub> cső árnyékolórácsának tápáramkörében szűrőelemként szolgál. A cső vezérlőrácsának levezető ellenállását a hangerő-szabályozó potenciométer képezi. Az anódja a D<sub>3</sub> csatlakozó 6. érintkezőjétől kapja a feszültséget az R<sub>21</sub> ellenálláson keresztül. Az árnyékolórács-feszültség a D<sub>3</sub> 3. érintkezőjétől érkezik az R<sub>22</sub> ellenálláson keresztül. A cső a D<sub>3</sub> 1. érintkezőjétől kap fűtőfeszültséget.

Az előerősítő által 1 V-ra felerősített hangfrekvenciás feszültség a C<sub>35</sub> csatoló-kondenzátoron keresztül a vonalkimeneti erősítő cső vezérlőrácsára kerül.

A hangfrekvenciás erősítő II. fokozata a V<sub>6</sub> jelű elektroncsővel van felépítve. Terhelését egy 600 Ω-os ellenállás képezi, amit a D<sub>4</sub> csatlakozó 12. érintkezője köt a Tr<sub>1</sub> transzformátor 4. kivezetéséhez.

Az alapelemez elhelyezett Tr<sub>1</sub> transzformátor arra szolgál, hogy a cső kimeneti ellenállását illessze a ZASz csatlakozóra bekötött készülékhez. Az R<sub>15</sub>, R<sub>17</sub> ellenállás által alkotott osztóról 2,1...1,7 V negatív előfeszültséget kap a vezérlőrács az R<sub>16</sub> levezető ellenálláson keresztül.

Az anód tápfeszültség a D<sub>4</sub> csatlakozó 9. érintkezőjéről érkezik a Tr<sub>1</sub> transzformátor tekercsén (7. és 5. kivezetés), valamint a távíró és a távbeszélő szerelőlápot összekötő átkötésen keresztül. Az árnyékolórács a D<sub>3</sub> 3. érintkezőjétől kapja a feszültséget az R<sub>14</sub> ellenállásból és C<sub>34</sub> kapacitásból álló

szűrőn keresztül. A V<sub>6</sub> fűtőáramkörnek táplálása a V<sub>7</sub> táplálásával párhuzamosan történik.

A V<sub>6</sub> által felerősített 0,8 V-os hangfrekvenciás feszültség a Tr<sub>1</sub> transzformátoron, valamint a D<sub>4</sub> 12. érintkezőjén keresztül a ZASz csatlakozóra, továbbá az előlepegyeségből hangerő-szabályozó potméteren át a kisfrekvenciás egység (11. ábra) D csatlakozóján és a C<sub>24</sub> kondenzátoron át a hangerősítő bemenetére kerül.

#### Automatikus erősítésszabályozás

A fentiekben tárgyalt V<sub>9</sub> egyúttal az AESz erősítője is. Az automatikus erősítésszabályozó egyenirányítóját az E<sub>1</sub> jelű dióda alkotja. A felerősített 40 kHz-es pilotjel a C<sub>51</sub> kondenzátoron keresztül az E<sub>1</sub> diódára kerül. Az egyenirányított feszültség az R<sub>33</sub> ellenállástól, a szűrő R<sub>34</sub> ellenállásán (a szűrő kondenzátora a rádiókészülék mellő szerelvénylapján helyezkedik el), a D<sub>3</sub> csatlakozó 10. érintkezőjén keresztül a nagyfrekvenciás egységbe, a D<sub>2</sub> csatlakozó 1. érintkezőjén keresztül pedig a középfrekvenciás erősítő V<sub>13</sub> és V<sub>19</sub> csövére kerül.

Ha a vétel közben automatikus erősítésszabályozást alkalmazunk, akkor az R<sub>15</sub> ellenállásról a formálóegység V<sub>13</sub> és V<sub>19</sub> csövének vezérlőrácsa, valamint a nagyfrekvenciás egység három csöve 2,1...1,7 V mértékű negatív előfeszültséget kap. Az automatikus erősítésszabályozási rendszer a nagyfrekvenciás egység három, a formálóegység két fokozatát látja el.

(A 2007-es évkönyvben folytatjuk.)



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

Régebbi  
RÁDIÓTECHNIKA

**Elektronika** lappéldányok,

illetve a HE '91, '92, '93, '94, '95, '96, '97, '98, '99, 2000, '01, '02, '03 és '04-es számainak nyák-filmjei is beszerezhetők, megrendelhetők a szerkesztőségben.

**A Rádiótechnika és a Hobby Elektronika 2005 előtti számai egységesen 400 Ft/db, a HE nyák-filmjei 250 Ft/db áron.**

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

**Ha nincs meg...**

Címünk:

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

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

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

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

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ

## Magyar amatőrök a 6 m-es sávban!

Augusztus napjai piros betűs ünnepek voltak mintegy 60 magyar amatőr adóállomás kezelői számára. A Nemzeti Hírközlési Hatóság 3 rádióamatőr szervezet – a Háros Rádióklub Egyesület, a Magyar Rádióamatőr Szövetség és a Rádiós Segélyhívó és Infokommunikációs Országos Egyesület – megfelelő felkészültségű tagjai részére, kísérleti célokra, engedélyt adott az aug. 1. 30. közötti időszakra, az 50.05–50.50 MHz-es sávszegmens használatára. Az ideiglenes engedély a sáv rész másodlagos alapú használatára szolgált CW, SSB és FM adásmódra, max. 5 W kisugárzott teljesítményre (ERP), egyéb kikötésekkel együtt.

Tudvalevő, hogy a 6 m-es sávot a jelenlegi FNFT szerint műsorszórással lehet igénybe venni, itt sugározzák az MTV1 műsorát Budapestről és Nagykánizsáról. A zavarhatóság valószínűsége a rádióamatőrök részéről nem várható, de erről mindenképp meg kell győződni; ezt a célt szolgálta ez a 30 napos kísérletezés is.

Lapzártakor még nem ismertük az eredményt, ám minden amatőrtársunk abban reménykedik, hogy előbb-utóbb teljesül a több évtizedes vágya és megnyílik a sáv véglegesen a hazai adóamatőrök előtt is.

Természetesen hatalmas volt a lelkesedés. Már aug. 1-je előtt, az előkészületi időszakban, nem csak a műszaki feltételek megteremtésével, a rigek „kihegyezésével” törődtek az érintettek. A hárosiak SWL-versenyt hirdettek, egyesek pedig jeladók készítéséről is gondolkodtak... Már az első „éles” napon nagyszerű, érdekes összeköttetések születtek ebben a szeszélyes, a mieink részéről még felderítetlen sávban. HA5XXA például élete első meteor-nyomvonalas QSO-ját bonyolította le (5 perc alatt!, 50,106 MHz-en) PA0HIP-vel. HA3UU 238 kapcsolatot létesített, zömében 1000 km-en túli partuerekkel. Három periódusban szórt E-rétegű terjedés is volt a JN96JO QTH-n. Ez tette lehetővé az OY9JD, IT9BLB/IH9, EA8BPX, EI3EBB, EI5FK „kuriózumok” elérését is.

Mondani sem kell, hogy a rádióamatőrök nemzetközi társadalmá kitörő örömmel fogadta a HA/HG hívőjelek megjelenését és reális (44, 52, 53, 55 stb., HI!) RS-riportokkal nyugtázta, segítette a kísérleteket.

## Utánpótlás-nevelés

A Pannon DX Klub levelezőlistáján folyt ez az információcsere 2004 végén:

**HG5CUT Tibor:** „...az országban hol található amatőr-utánpótlással

foglalkozó klubok, ill. egyének? (A Fiksz rádióban Kereselem a Csempést c., a r.amatőröket is népszerűsítő műsorunkban az utánpótlásképzésről lesz szó.) A Fővárosi Rádióamatőr Klubon, a HA5KDR-en kívül ki tud még másokról?”

**HA3OD Árpád:** „Két éve a Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnáziumban kezdtem foglalkozni a vállalkozó szellemű kollégistákkal (leginkább rádióforgalmazás, minimális konstruktor-kedés). Mintegy 10 érdeklődő volt, a tanév végére 4 maradt, ebből 2 eljött egy 10 napos táborba Zalakarosra (antennázás, QSO-zás csak CW-n, biciklizés stb.). A múlt év kimaradt, bár ekkorra a HA3KNA klub állomásaként hívőjelfünk is lett –, HA3LGB. Idén mostanában szerveződik egy kisebb csapat, még nem tudom, hogy milyen eredménnyel. Adószoba, rig van!”

**HA8ZE Feri:** „Szegeden a Százszorszép Gyermekeházban működik egy rádiós szakkör (HA8YCX). *Halmos Lajos* HA8CX vezeti, időnként én is besegítek. Az elmúlt 2 évben nyári tábort is tartottunk Mártélyon. Elsődlegesen az építési témákat oktatja Lajos, de érdeklődés esetén szó esik forgalmazásról is. Ha bővebb infóra van szükség, szívesen állunk rendelkezésre.”

**HA8DH Lőránd:** „Fiatallal foglalkoznak a hódmezővásárhelyi Kert-



HA5XXA gondoskodott az utánpótlásról



HA6VG és a műhelye





**Kelet-Kiribatin így fogadják a vendégeket**



**Giroz és narancslé – kalórlapótlás görögországi expedícióknak**

városi Általános Iskolában. *Berényi Géza* HA8DD az irányító és a HA8KCS klub a támogató. A témakör: főként a rádiós alapismeretek és a konstrukciós tevékenység. Mártélyon is szoktak táborozni HA8CX csoportjával."

**HA0NAR Laci:** „Utánpótlás-neveléssel a Debreceni Városi Rádiós Sportklub is foglalkozik. Immár 3 éves a HA0KAR klub, amely egy helyi általános iskolában működik (15...20 felső tagozatos tanulóval). A Gábor Dénes Műszaki Szakközépiskola állomásán, a HA0KGD-n szintén vannak érdeklődők. Évenként 2-3 vizsgázó is kikerül a tinik közül.

A klub nyári rádiós tábora tízéves múltra tekint vissza. Minden év aug. első felében tartjuk, a klub debrecenifancsikai versenyállomásán (HG0D). Az idén HA0KID hívójelével működött. Egy hét alatt műszaki ismeretek, morze, rókavadászat és forgalmazás szerepel a kínálatban az egyéb tábori programok mellett. Vannak, akik már kiöregedve is rendszeresen visszajárnak. A HA0KDA honlapján mindig vannak képek is a táborokról."

**HA2NC Pista:** „Tudomásom szerint a következők is foglalkoznak a fiatalokkal: HA1KHU Mosonmagyaróvárott a Hunyadi Szakközépiskolában. HA1KTK Győrött a Pattantyús suliban HA1DFN *Atila* irányításával, a Siófoki RK HA3GJ *Józsa* vezetésével, HA5KfV (MOM RK, HA5FA), HA5KHC (Puskás T. Távközlési Technikum, HA5OJ), valamint HA6NL *Laciék* Nógrád megyében. Magunkat, a tatabányai HA2YNG-4, ill. a HA2KID-

t csak hátrább sorolom, a későbbi kezdés miatt."

*A szerkesztő megjegyzése:* szinte minden országban nagy fontosságot tulajdonítanak a jövőbeni rádióamatőrök, kiemelten a fiatalok képzésének, a mozgalom fejlesztése érdekében. Foglalkozik és öregszik a rádióamatőrök társadalma. Nagy az internet és a sokféle szórakozási lehetőség elszívó hatása. Nem mindegy tehát, hogy miképpen és milyen számban sikerül megnyerni főleg a fiatalokat a társadalmaknak is hasznos, szép hobbink továbbviteléhez.

### Házunk tájékról

- HG1DTQ *Gábor* írta a Pampon DX Klub levelezőlistájára: „Rövid élménybeszámolót szeretnék tartani egy kísérletről. Készítettem egy egyszerű RH-antennát, amit kitelepülések alatt kitűnően lehet használni. A lelke ferritgyűrű, trifiláris tekercsel. Ehhez csatlakoztattam a 16 m hosszúságú, 1,5 mm átmérőjű sodrott rézvezeteket. A betáplálásnál 6 m-en, a sugárzó végénél 2,5 m magasságban volt rögzítve. HA1RS *Lacival* teszteltük (nekem csak URH-ra szól a lis). Jó eredmény született: 14 MHz-en pl. G, LZ, I, DL, SM, UA összeköttetések jöttek létre, a legtávolabbi állomás MM0MSS volt.

Az antenna 16 m-es sugárzóval 10 MHz-től felfelé alkalmazható, 32 m-es huzallal 1,8 MHz-en is. A YAESU FT-857-et átlagos 50 W outputtal használtuk gépkocsi-akkuról. Az antenna tuner nélkül, közvetlenül a rádióra csatlakozott... Az ötlet OE4PFU *Franz* OM-tól származik. Ha valakit érdekel,

szívesen küldök további adatokat és képet."

- A gyöngyösi Vak Bottyán Rádióklub tagsága meleg szeretettel, bográcsgulyásos kis háziünnepséggel köszöntötte a 90 éves **HA6VG Beda Imrét**, minden HA6-os körzetbeli amatőr Imre bácsiját. A honlapon ez a méltatás szerepelt: »A rádiózást annak kezdetétől műveli és 1949-től szervezi a mozgalmat. Épít, dolgozik, QSO-zik is. Rádiós iskolát teremtett Gyöngyösön. Több száz rádiós sorkatona, szakemberjelölt és amatőr a segítségével, majd később a példáját követve tette meg az első lépéseit a hivatás felé. Az elmúlt rendszerben a kiképzésre (mint kötelező elemre), valamint a HA6KVC-Pista, később HG6KVH-Józsa állomások köré szerveződött állandó csapattal hozta létre a második, kisvárosi – gyöngyösi rádióklubot. Ez a klub, a HA6KVC-HG6Z ma, 45 év után, 43 taggal működik.

Isten éltesse! Kívánjuk, hogy töretlen energiával, jó egészséggel „bütykölj”, QSO-zzal tovább!« (A jókívánságokhoz szerkesztőségünk is csatlakozik.)

- Világjáró honfitársaink 2005-ben igencsak kényeztettek a DX- és a diplomavadászokat. Az év első felében a következő utakról, rádiós expedíciókról szereztünk tudomást.

• **Rotuma-sz.** (OC-006): HA9RE *Eli* és HA8IB *Karcsi* jan. 26-tól febr. 22-ig 160 és 10 m között 2 riget működtetett inceu CW, SSB és RTTY adásmóddal. A hívójelük **3D2RR** volt. Hazafelé, febr. 23-tól néhány napig, a Fijiszigetről (OC-016) forgalmaztak mint **3D2RE**.



• Január végén, február elején jelentkezett a Madeira-szigetektől **CT3M**, ill. **CT3/HA5JI Gyuri**, valamint Madagaskárról **3B8/HA7TM** és Brazíliából **PT7/HA7TM Tibi**.

• Február 11-én műholdas mobiltelefonon mondta a következőket **HA1AG Zoli** **HA7UW Sanyinak**, aki éppen az M7-es autópályán „döngött”: „Üdvözlét mindenkinek a chilei Puerto Natalesből! Tegnap QSO-ztam egy kicsit **CA8VJG QTH**-járól (100 W, dipól) és néhány HA-állomással is beszéltem: **HA0DU**-val, **HA3PT**-vel és a leghangosabb eu.-ival, **HA8RM**-mel... Ma indulunk a **Rennell-szigetre** (IO-TA SA-NEW), ahonnan **CE8A**-ként rádiózunk majd. Február 15-16-án mintegy 30 órát a **Riesco-szigetről** fogok **CE8/HA1AG**-ként QSO-zni, majd az azt követő hétvégén mint **CE6/HA1AG** az SA-061-es **Mocha-szigetről**. Az óceán nagyon „csendes” – kb. egy feszített víztükrű uszodához hasonlatos. Nagyokat csavarogtam CE6-ban, a nemzeti parkokban. Az idő nagyon kegyes, helyi melegrekordok születnek Dél-Patagóniában. Példa nélküli 30 °C-os meleg van, az éjszaka kicsit hűvös, 12–14 °C körüli...”

• Március 20–29. között Indonéziából, Dzsakartából dogozott **YB0/HA7VK** és 23-tól április 5-ig **YB0/HA2VR**.

• Március 24.–június 10.: Torontóból **VE3/HA8FW Béla**.

• Május 5–10.: a tunéziai Djerba-szigetről (AF-083) forgalmazhatott a

**3V8SM** cserkészklub adóállomásáról **HA5FA**, **HA5GO** és **HA5VZ**.

• **Liechtenstein, HB0**: a május 14. és 21. közötti időszakban **HA' 5BWW**, **5MA**, **5OJ** és **7PC** a már sok magyar által látogatott **Maseschából** jelentkezett. **URH-n** a **HB0/HA5KHC** hívójel futtatták.

• **Korzika (EU-014)**: május 22-től 29-ig volt innen a QSO-partnerünk **TK/HA4DX** és **TK/HA0HW**.

• Június 1. hetében Romániából, a **KM17DP QTH**-négyesögből QSO-zott **URH-n** is **YO/HA8BE**, **YO/HA8IH**, **YO/HA8JV** és **YO/HA8MD**.

• Június 30. és július 9. között **9A/HA3HP Tihor** **9A2AA**-val együtt a Horvát Szigetek Aktivitása keretében 4 adriai szigetet látogatott meg.

• **HA0HW Laci** e-mail üzenete az első bolgár–magyar „DXpedícióról”: „Jún. 19–26. között a liechtensteini, 1602 m magasságban levő **Malbunról** dolgozunk egy bérelt házból, minden **RH-sávban** és 50 MHz-en is. A csapattagok: **LZ5AV xyl Valya**, **LZ1PJ Johny**, **HA4DX Tomi**, **HA4XG Géza** és én.

• Június 24–27.: **Budolz (Bodentó) DL/HA5XXA/P** és liechtensteinből **HB0/HA5TMK/P**, valamint **HB0/HA5XXA/P**.

• Júl. 1-től dec. 31-ig Egyiptomból **HA3JB**, ismét **SU8BHI**-ként.

– Jún. 1-jén **fantasztikus szórt Erétegű terjedés** dobogtatta meg az **URH-s** szíveket. Ezrével születtek a **DX-ek** 2 m-en. Délelőtt kb. 09.00–

14.10 között nyugat fölött, délután pedig 14.40–19.20 MEZ között Kelet-Európa fölött volt az **Es-felhő**. Mindkét lehetőséggel a mieink is éltek. E sorok írója főként **DK5YA** ([www.dk5ya.de](http://www.dk5ya.de)) honlapjáról szerezte az információkat. **Udo OM** és segítői hatalmas, gyors és önzetlen munkát végeztek ezúttal is: kb. 450 e-mail üzenetet dolgoztak fel szövegesen és 5 térképen!

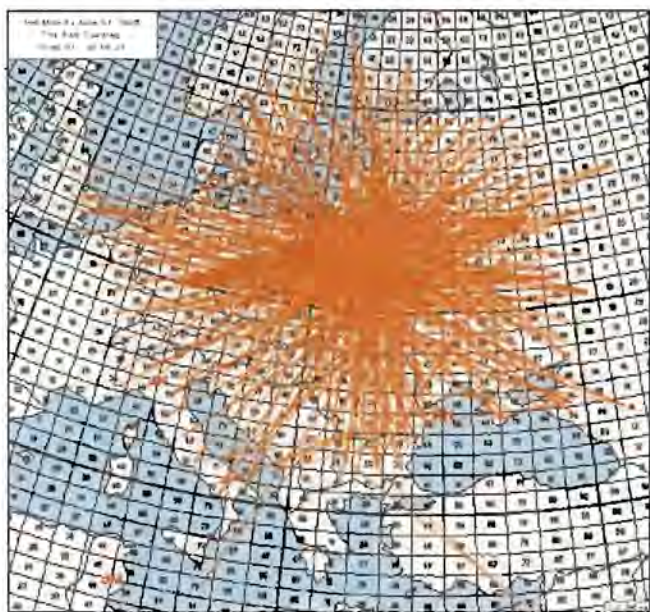
**HA2VR** írta: „Köszönet az **ALEX** riasztórendszernek (és **HA5DI**-nek) –, mobiltelefonon jöttem az **Es-infók!** Alig vártam, hogy beülhessek a kocsiba és hazafelé, sővárogyva figyelhessem a terjedést. Nos, a hallgatásból több lett: 8 QSO-t létesítettem úton **JN97NN**-ből **JN97LN**-be, **Pesthidegkútra**: **RV3IG**, **RX1AS**, **RZ1AP**, **RA1ARM**, **OH1XT**, **OH2TP**, **OH7HD** és **OH6MW**. A kapcsolatok városi utcákon, épületek között, hídon, mikor hol jöttek össze. A rig **IC706** és **5/8-as** körsugárzó volt, kb. 50 W outputtal...”

**HA5PT** is az **ALEX**-nek köszönhette, hogy 17.17–19.00 között 1–1 **SM**, **UA3** és **YL**, 3 **ES**, 5 **UA1**, továbbá 21 **OH** kapcsolatot naplózhatott. Az **ODX**-et **RA1QFY** (**KO99XC**, 1888 km) jelentette.

**HA1FV** délelőtt 4 spanyol (**EAL**, 2), 3–3 francia és írországi amatőrrel váltott riportokat, délután pedig 3 × **YL**, 2 × **EW**, 5 × **OH**, 6 × **ES**, 7 × **UA1**, valamint 21 × **UA3**-as állomás adatai kerültek a logba. **RW3MW** volt a legtávolabbi: **KO97VP**, 1912 km.

Néhány jellemző adat:

• **EB1EHO** (**IN73DM**) **HA-QSO**-i: **HA' 1FV**, **5BSW** (1948 km), **1VQ 1781**, **5CW**, **5OAF 1988**, **5UK 1982**, **5VQ 1951**, **HG6IGM 2020** és **HA7TM**.



A június 1-jei **Es-terjedés QSO-viszonylatai** (1. térkép)



**HA5APK** állomása

• **ES1RF**-nél 31 HA-állomás szerepelt, a HA1-0 körzetek közül csak a 9-es hiányzott.

• **OH7HD** (KP32RD): 30 magyarral QSO-zott. Az áthidalt távolságok 1750–1910 km közöttiek voltak. HA8LSS QRB-je pl. 1907 km volt.

• **RA3WDK** (KO81BR) 3 óra alatt 309 összeköttetést naplózott, **UA3PC** (KO84TF) pedig 2 óra leforgása alatt 195-öt!

• **RX3QFM** (KO91OC) 1 órán belül 62 QSO-t létesített, csaknem valamennyit 2300 km feletti QRB-vel (ON2AE = 2429 km)!

• **RW3TJ** (LO16XG)-DL4YAO: 2370 km!

Természetesen ez csupán egy – de mindenképpen a leghosszabb – „Esnap” volt a nyári számos, emlékezetes alkalom közül, ezért emeltük ki a Rádiótechnikában folyamatosan közölt krónikából.

– „**KID**”, azaz gyermek- és ifjúsági állomások pályázhattak 2005 májusától az év végéig a fokozott odafigyelésre és támogatásra. Ilyen volt pl. a HA1KID Győről, HA2KID (HA2YNG) Tatabányáról, HA8KID Szegedről vagy pl. HA0KID Debrecenből. Közülük többen részt vettek a Gyermeknap programjaiban is.

## Egy s más

– Az alábbi hír a püspökladányi HA0KHW rádióklub egyik tagjától származik:

»Úgy tűnik, hogy morzejelek segítségével még mindig gyorsabb kommunikálni, mint mobiltelefonos üzenetek révén, még akkor is, ha a morzerendszert egy 93 éves ember, az SMS-t pedig egy tizenéves fiatal használja.

Az egyik nagy ausztráliai múzeum érdekes versenyt szervezett, melynek során fény derült arra, hogy az újabb üzenetküldési megoldások nem feltétlenül gyorsabbak elődeiknél. A nemes viadal győztese meglepő módon egy 93 éves úr lett. *Gordon Hill* elmondta, hogy 1927-ben ismerkedett meg a morzejelekkel, amikor is állást kapott a postánál.

Könnyedén maga mögé tudta utasítani alig 13 éves kihívóját, aki a legmodernebb technikát használta azonos célra: SMS-t pötyögött be a mobiltelefonba. Hill üzenetét egyébként egy 82 esztendőes társa fogadta, az ugyancsak komoly morze-tapasztalatokkal rendelkező *Jack Gibson*.

A szervezők arra kérték a versenyzőket, hogy a következő szöveget továbbítsák társuknak: „Hey, girlfriend, you can text all your best pals to tell them where you are going and what you are wearing?”

A morzézó csapatnak alig 1,5 perc-re volt szüksége a szöveg átvitelére, míg az SMS-ező brigádnak majdnem 110 másodpercig tartott ez!

– *Régi morzebillentyűk, elkeyek* kiállítására bukkanhatunk az interneten pl. a [www.zianet.com/sparks/](http://www.zianet.com/sparks/) vagy a <http://homepages.cwi.nl/~dik/english/codes/morse.html> honlapon.

– A RadCom angol folyóirat 2004/6. számában arról írtak, hogy már 13 országban törölték el az adóamatőrök engedélyéhez szükséges követelmények közül a morzeismeretet. Ezek: Nagy-Britannia, Svájc, Belgium, NSZK, Norvégia, Hollandia, Írország, Szingapúr, Luxemburg, Pápua Új-Guinea, Dánia, Hongkong és Svédország. Két hónappal később bővült a kör: Ausztrália, Finnország, Franciaország, Kenya, Új-Zéland is törölte a morzevizsgát és az osztrák hatóságok is hangoztatták szándékukat. Vajon ma hol tartunk?

– A CD-n kibocsátott *2005. évi nyári Radio Amateur Callbook* mintegy 1,65 millió hívójelet, címet tartalmaz. Külön fejezet foglalkozik a jeladókkal. A kiadványnak Eu.-ban 50,6 euró az ára.

– *Nemzetközi YL-találkozó Szőulban*. Tavaly ősszel 14 országból 195 hölgy- és OM-operátor vett részt az immár 8. World Wide YL Meetingen, melyet ezúttal a KLARC (Korean Ladies AR Club) rendezett. A vendégek gyönyörű emlékekkel gazdagodtak. A személyes ismerkedések mellett jutott idő az ország történelmének és kultúrájának megismerésére is. A következő világtalálkozó 2006-ban Indiában, Mombai-ban lesz.

– A németektől 2006. május 13. és július 16. között 36 állomás fog jelentkezni a Futball Világbajnokság apropójából egyrészt *DQ2006*, másrészt *DR2006* kezdetű hívójelekkel. A velük történt kapcsolatokért majd oklevelet is lehet szerezni.

– És, ha már alkalmi állomásokat említettünk, íme még néhány a rengeteg közül:

• *Tunézia*: a Kézilabda VB alkalmából 2005. február első hetében a Tunéziai Cserkész Rádióamatőr Szövetség hét, különleges (*TS1WHC*, ...,

*TS7WHC*) jelzésű adóállomást működ-tetett.

• *IU8GMM* febr. 11–13. között a Betegek Világnapjára hívta fel a figyelmet.

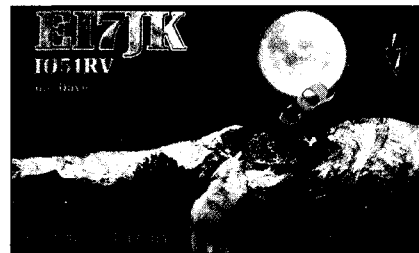
• *OE7XBH/WM05* márc. 3–13. között a tiroli Hochfilzenből propagálta a 40. Biatlon Világbajnokságot. A QSL-jeit *OE7SPI* kezeli.

• A holland r.am. szövetség 2 adóállomása (*PI25BEA* és *PI25TRIX*) 2005. ápr. 30. és máj. 31. között Beatrix királynő megkoronázásának ezüstjubiléumát ünnepelte.

• A II. világháború befejezésének 60. évfordulója alkalmából több országból is működtek különleges hívójelű állomások. Ilyen volt pl. a Jersey-szigeti *GJ60LIB* és a Guernsey-sz.-ről *GU60LIB*, a francia *TM8MAY*, *TM6PIE*, a lengyelektől az *SP60*, *SN60*, *SQ60*, *HF60* és *3Z60* prefixű állomások, az ukrán *EM60IG*, *EO60G*, a kazahsztáni *UP60P*, az új, Kanadai Háború Múzeumból a *CF3VEDAY* stb.

• Az 50. Eurovíziós Dalversenyt május 19.–23. között Kijevben tartották. Az alkalmi állomások ezek voltak: *EM50KIEV*, *EM50UKY*, *EN50KIEV*, *EN50UN* és *EO50UA*. Közülük legálább 3-mal létesített összeköttetésért diplomát adnak.

• Speciális amatőr adóállomás volt júl. 15–21. között az *R3K*, az Apollo-Szojuz program 30. évfordulójára emlékeztetve. Az összeköttetéseket különleges QSL-ekkel RN3DK igazolja.



## CQ EME (Föld–Hold–Föld)?

– 2005 tavaszán jelent meg az európai URH-sok új *kívánságlistája*, nevezetesen az, hogy többségüknek 2 *men* melyik DXCC-ország hiányzik leginkább. Íme, a rangsoroltak:

1. SV/A Mount Athos, 2. IA Máltai Lovagrend, 3. 3A Monaco, 4. 5A Líbia, 5. HV Vatikánváros, 6. 7X Algéria, 7. SU Egyiptom, 8. ZB2 Gibraltár, 9–11. SV5, YK, ZC4.

(Folytatás a 228. oldalon)



Odalenn messze Délen, az örökös hófúvásban...

## Rádiózás az Antarktiszon

Horváth Lajos rádióbemondó, HG5TZ

Terra incognita – ismeretlen föld. Az Antarktisz volt az az ismeretlen déli földrész, amely a legtovább és a legkevényebben ellenállt a felfedező ember kíváncsiságának, s kegyetlen szigorral őrizte a saját titkait. A legelsőként a legelső felfedező ember kíváncsiságának, s kegyetlen szigorral őrizte a saját titkait. A legelsőként a legelső felfedező ember kíváncsiságának, s kegyetlen szigorral őrizte a saját titkait. A legelsőként a legelső felfedező ember kíváncsiságának, s kegyetlen szigorral őrizte a saját titkait.

Az első orosz déltengeri expedíció vezetője Bellingshausen és társa, Lazarev 1820-ban 40 km-re tudták megközelíteni a Vosztok és a Mirnij vitorlásokkal a partokat, de csak a távoli földrész bizonytalan körvonalait látták. A

kontinensre először egy *Borchgrevink* nevű norvég biológus tette a lábát 1895. január 23-án. *Henrik Bull* expedíciójában a norvég biológus csak matrózként vehetett részt, s mikor hajójuk – melyet Antarktikának hívtak – megközelítette a partokat, a kapitány néhány matrózzal csónakba szállt, hogy a partra evezzen. A csónakban volt *Borchgrevink* is, aki türelmetlenségében nem tudta kivárni míg csónakjuk a parthoz ér, néhány méterrel előbb vízbe vetette magát, így ő tette a lábát először az Antarktisz partjára. Az ezt követő évtizedekben több kutató is kísérletet tett arra, hogy partraszállva, a földrész belsőjét is felfedezze.

*Ernst Shackleton* angol kutató 1908-ban, társaival a 88° 23'-es déli szélességi körig jutott, s mintegy 180 km-re a Déli-saroktól visszafordulásra kényszerült, mivel élelmiszerük

fogytán volt, a visszaútra nem lett volna elegendő.

A Déli-sarokra való eljutás dicsősége a norvég *Roald Amundsen*é lett, aki versenyben az angol *Robert Falcon Scott* tengerészkapitánnyal, 1911. december 14-én érte el a déli-pólust.

*Scott* és társai egy hónap múlva értek oda, s megdöbbenve észlelték, hogy a norvég kutató megelőzte őket. *Scott* öttagú csapata elkeseredetten fordult vissza, s a családától lelki és testi erejüket veszítve a hosszú úton (20 km-re egyik bázisállomásuktól) valamennyien életüket veszítették.

### A kutatók és a rádió

Az első ember partra lépése és a Déli-sark elérése között kb. 30 esztendő telt el, s ez csak természetes, hogy addig közülük senki nem rendelkezett rádió-

SANGEAN  
A RÁDIÓZÁS VILÁGA

Mi már felkészültünk a DAB-ra!



DPR-2 DAB/FM talker rádió



DDR-3 DAB/FM asztali rádió

DAB

Digital Audio Broadcasting



DCR-9 DAB/FM internet rádió



DPR-1 DAB/FM talker rádió

Magyarországi képviselő:

**Optitech Kft**

e-mail: [info@optitech.hu](mailto:info@optitech.hu) • internet: [www.optitech.hu](http://www.optitech.hu)  
Cím: 1161 Budapest, Rákosi út 131. • Tel.: (1) 402-1373, Fax: (1) 402-1374



val, amelynek segítségével egyszerűbb lett volna navigálni és baj esetén segítséget hívhattak volna. Bár Amundsen és Scott idejében Marconi már nagyszerű sikereket ért el a szikraközös rádiójával, ők ilyenekkel nem rendelkeztek. (Ne feledjük: a Titanic katasztrófája 1912-ben történt, amikor is a mentésben óriási szerepet játszott a Marconi-féle szikratávíró.)

Amundsen útjának utolsó szakaszában azonban már szerepet játszott a rádió, az Antarktisz elhagyva Fram nevű hajójuk 1912 márciusában a tasmániai Hobart kikötőbe érkezett, s a kikötő rádiója röptette világgá a hírt: „Amundsen meghódította a Déli-sarkot”.

Az a tény, hogy Amundsenék elértek a Déli-sarkot, azt felfedezték, még egyáltalán nem jelentette, hogy a kalandra vágyó utazók, geológusok, meteorológusok, térképészek és más tudósok érdeklődése csökkent volna a pólus iránt.

A következő évek során több expedíció is indult az újonnan felfedezett földrészre, de a többnyire kalandos és életveszélyes utazások során a rádió, a hírközlésnek ez az új és egyre népszerűbb formája, még semmi, vagy csupán csekély szerepet játszott.

Douglas Mawson egy ausztráliai expedícióval 1912-ben az V. György és az Adélie-föld közötti öbölben szállt partra, s itt építettek téli szállást, ahol 9 hónapot töltöttek, készülve a földrész belsejének további felderítésére. Ők voltak az elsők, akik itt a Commonwealth-öbölben rádióadót és hatalmas antennát állítottak fel. A berendezés egy ideig megbízhatóan működött, segítségével összeköttetést tartottak Ausztráliával. A rendkívül rossz időjárás és a hatalmas viharok nyomán azonban az antennájuk megsemmisült, az összeköttetésük megszakadt.

## A modern technika megjelenése

Az expedíciók egyre jobban felszerelve, egyre tökéletesebb technikai eszközökkel ellátva érkeztek az Antarktiszra. Megjelentek például a motoros szánok. Kezdetben úgy tűnt, hogy ezek az eszközök nem válnak be. Például Scott kapitány 1912-ben már használt motoros szánokat, ezek azonban az út elején meghibásodtak, felmondták a szolgálatot. Az ezeken szállított terheket kénytelenek voltak a maguk által húzott szánokra, vagy (mivel Scott kutyák helyett inkább pónilovakban bízott) a lovas

szánokra átrakni. Akkor az újítások közül semmi nem vált be, s Scotték pusztulásának egyik oka ez is lehetett. Később, mivel a robbanómotorok egyre tökéletesebbek lettek, így a motoros szánokat egyre jobban tudták használni az antarktisi körülmények között.

Idővel egyre jobban felismerték azt is, hogy a rádió megkönnyíthetné az expedíciók és a bázisok közötti összeköttetést, a külvilággal való kapcsolat-tartást. Az akkori kezdetleges rádióknak azonban nem kedvezett az Antarktisz légköre, s gyakran nem tudták azokat használni, a légköri zavarok lehetlenné tették a vételt.

## Megjelenik a repülőgép

Egy amerikai kutató, *George H. Wilkins* volt az első, aki arra gondolt, hogy nem a földrész felszínén, hanem a levegőben haladva kellene elérni a Déli-sarkot. Ő 1928-ban a déli Sandwich-szigetéről felszállva egy Lockheed-Vega repülőgéppel több repülést is végrehajtott, de 71° 20'-nél délebbre nem jutott. A Déli-sark repülőgépes felfedezésében valódi sikereket, egy amerikai repülőtiszt, *Richard E. Byrd* ért el. Byrd Wilkinsnél több repülőtapasztalattal is rendelkezett, mivel már 1925-ben átrepülte Grönlandot, 1926-ban pedig Svalbardról indulva, leszállás nélkül átrepülte az Északi-sarkot.

Byrd 1928-ban a Ross-táblán szállt partra, a Bálna-öböl közelében építette fel bázisát, a „Little America”-át. Ez már egy modern eszközökkel jól felszerelt, például mozival és nagyteljesítményű rádióállomással rendelkező bázis volt, ahol 42 ember készült az áttelelésre. Byrd 1929 január 15-én tette meg első próbarepülését. Még ugyanebben az esztendőben, 1929. november 29-én – egy közbeiktatott leszállás után – Byrd átrepül a Déli-sark fölött, ahová ledobta az amerikai zászlót. Byrd 1933 decemberében a következő expedíciója alkalmával a Little America bázison már olyan rövidhullámú rádióállomást működtetett, amellyel – 15 ezer km-t áthidalva – közvetlenül Amerikával, az otthonnal tarthaták az állandó kapcsolatot.

## A hatodik kontinens

Az utazók, a tudósok, az Antarktisz felfedezői napjainkig óriási mennyiségű ismeretanyagot gyűjtöttek össze a földrészről. A területe 13 millió 900

ezer km<sup>2</sup>, a selfjéggel együtt pedig 14 millió 100 ezer km<sup>2</sup>. Ma már azt is leírhatjuk, hogy a lakóinak száma néhány ezer; ők a tudományos megfigyelőállomások és állandó bázisok hosszabb ideig, de váltásokban ott dolgozó személyzete. Jelenleg 14 ország tart fenn ilyen állomást, néhányan közülük többet is. Az amerikaiak az Amundsen–Scott-bázist pontosan a sarkpontra üzemeltetik, ahol szintén állandó személyzet tartózkodik.

Az Antarktiszra törekvők fő célja ma is a tudományos kutatás. Száz és száz meteorológus, glaciológus, geológus, biológus és egyéb szakember gyűjti hangya szorgalommal az adatokat, ebben a millió esztendőök óta érintetlen természeti laboratóriumban. (Például 1969-ben japán glaciológusok a jégben néhány kódarabot találtak, melyről megállapították, hogy millió évek óta háborítatlanul heverő meteoritok.)

A hatalmas mennyiségben összegyűlt megfigyelést, tudományos eredményt továbbítani kell a nemzetközi vagy a nemzeti tudományos központokba, de a sok tucatnyi bázis kutatói egymással is közlik a megfigyeléseiket. Erre ma már a legmegfelelőbb eszköz a rádió. Mint ahogy arra is tökéletesen alkalmas, hogy a kutatóhajókkal vagy a repülőgépekkel tartsák a kapcsolatot.

## Egy bázis rádiózik

Tekintsük át például a legnagyobb amerikai bázis, a McMurdo frekvenciarendszerét, amelyet a többi amerikai bázissal közösen, hálóban használ (a frekvenciák kHz-ben):

2182	Vészhelyzeti (hívó) kutató és mentő
3023,5	Vészhelyzeti (hívó) kutató és mentő
4067	Palmer állomás
4125	Seal-szigeti és Sheriff-foki állomás (elsődleges)
4131	Seal-szigeti és Sheriff-foki állomás (másodlagos)
4240	Tengeri műveletek
4553	Palmer állomás
4718	Légiforgalom
4770	Kapcsolat a jégmezőn dolgozókkal
5727,5	Légiforgalom
6709,5	Légiforgalom
7338	USAP (U. S. Antarctic Program) RTTY
7995	USAP a jégmezőn dolgozókkal
8090	Információs adások
8364	Vészhelyzeti (hívó) kutató és mentő
8418	Tengeri

9032	Légiforgalom (elsőleges)
9034	Légiforgalom (a Palmer állomással)
9115	Palmer állomás
10632	Időjárásjelentés
11256	Légiforgalom (harmadlagos)
11553	USAP a jégmezőn dolgozókkal
11554,5	South Pole és egyéb táborok
12220	Időjárásjelentés
12628	Hajók a parti állomásokkal
13252,5	Légiforgalom (másodlagos)

A McMurdo bázis RTTY-módban is kapcsolatban áll a bázisokkal és a világgal (75 Bd, 850 Hz) ezek frekvenciái: 2650, 4872, 5810, 6397, 7340, 7750, 8090, 9073, 10235, 11004, 13552, 15564 és 17362 kHz. A frekvenciákon USB-módban folyik a forgalmazás, kivéve az RTTY-állomást. Az állomások hívőjele: McMurdo NGD, Palmer NHG, Amundsen-Scott South Pol NPX. A frekvenciákon még ilyen hívőjelek is hallhatók: MacRelay, MacSideband, MacCenter, MacOps, MacWeather, Simple, South Pole. Valamennyi hívőjelből lehet következtetni a használójára.

### Az angol bázisok is rádióznak

A British Antarctic (BAS) három bázist tart fenn az Antarktiszon: Survey Rothera, Halley és Signy. Két állomás a Dél-Georgia-szigeten üzemel. A bázisok által leginkább használt szimplex frekvenciák a következők (továbbra is kHz-ben): 3023, 4067, 5080 (LSB), 5800, 7450, 7755, 9106, 9115, 10049, 11055, 11260 (légiforgalom) és 17517.

Az angol bázisok használnak duplex frekvenciákat is, a következő párokban; igaz, ezeken szimplex módú rádióforgalom is előfordul: 4030/4553, 7450/7626, 8198/9106, 11255/11565, 14475/14915 és 16040/16315.

### A kutatóhajók

A térségben dolgoznak angol kutatóhajók és hadihajók: az RRS James Clark Ross és az RRS Ernest Shackleton, továbbá előfordul itt a HMS Endurance hadihajó is. A térségben állandó repülőgépek is tartózkodnak: a Twin Otter és a Dash 7, amelyek többnyire Port Stanleyről, a Falkland-szigetéről repülnek az Antarktiszra.

### A rádióberendezések

Természetesen igen változatos típusú berendezésekkel dolgoznak a különböző

zöld bázisok operátorai. Egy jelentős részük a hadseregeknél használt adó-vevőkkel kommunikál, de használnak ismertebb polgári („félkatonai”) adó-vevőket is, mint például a Drake TR-7 vagy Kenwood TS-450S, ezekhez pl. TS-922A típusú teljesítményerősítőt kapcsolnak. A South Pole állomáson dolgozik néhány Icom IC-735-ös és MacKay MSR-8000D adó-vevő is.

A jégmezőkön utazó, a bázisoktól távolabb dolgozó kutatók rádiója általában a Transworld PRC-1099. Ez a berendezés 1,6 és 30 MHz között dolgozik.

Természetesen a szükségleteknek megfelelően használnak VHF- és UHF-sávú készülékeket is. Így például az egymás szomszédságában fekvő McMurdo és a Scott-bázis között, alapvetően ezeken a sávokon zajlik a forgalom.

### Rádióamatőrök az Antarktiszon

Általában „csemegének” számít a rádióamatőrök körében egy olyan állomással való QSO-zás, melynek QTH-ja az Antarktisz.

Szinte valamennyi ország kutatóállomásán előfordul, hogy olyan kutatók jelennek meg, akik rádióamatőrök is, s a napi kemény munka mellett hobbi-rádiózásra is vállalkoznak. Információim szerint többen kapnak lehetőséget arra, hogy az adott bázis hivatalos rádióját is használják, de jónéhányan visznek magukkal amatőr felszerelést is. A McMurdo bázison az ott dolgozó rádióamatőrök a NASA épületéből tudnak rádiózni; pl. vasárnaponként 02.00 és 06.00 (UTC) között speciális Antartic Netet tartanak 14247 kHz-en.

Az orosz bázisokról is zajlik rádióamatőr-forgalom, az elmúlt esztendőben többen is dolgoztak a Novolazarevskaja bázisról. Dolgozott a közelmúltban francia amatőr a d'Urville bázisról is.

### Civilek az Antarktiszon

Igazán csodálkozhatnánk azon, ha a különböző vállalkozók nem találtak volna üzleti lehetőséget az antarktisi turizmus működtetésében. Természetesen találtak! Meglehetősen régen működik egy kanadai székhelyű vállalkozás, amelynek neve Adventure Network International. Ez a cég – természetesen az antarktisi nyár időszakában – fizető turistákat visz a hatodik

földrészre, s képzett vezetők segítségével, még a Déli-sarkra is eljuthatnak. A vállalkozó szellemű, kalandra vágyók biztonsága érdekében műholdas telefontársaságok alkalmaznak. A vállalkozás saját rövidhullámú frekvenciával is rendelkezik: 15026 kHz.

### Polgári repülés a Polar Route-on

Sok-sok évvel ezelőtt még azon törték a fejüket a polgári repülés szakemberei, hogy az Antarktiszon tranzitrepülőteret kellene létrehozni, hogy megvalósulhasson a Dél-Amerikából Ausztráliába való, minél rövidebb távú repülés. A korszerű, nagytávolságú repülésekre alkalmas gépek viszont szükségtelenné tették ezt a tervet.

A leszállás nélküli sarki repülés ma is működik. Irányításra azonban szükségük van. Így aztán a McMurdo bázis közelében egy nagy teljesítményű irányítóállomás működik, amelynek alapja egy TACAN nevű, földi irányadó. 275,6 MHz-en a NGD morzejeleket adja, a TAC-90 irányadó 114,3 MHz-en működik. A McMurdo irányítás rövidhullámú frekvenciái a következők: 4718, 5726, 8997, 11255 és 13251 kHz.

### A frekvenciák tengere

Az antarktisi kutatóbázisok hatalmas frekvenciafogyasztók. A fentiekben felsorolt frekvenciák csupán – hogy stílszerű legyek – a jéghegy csúcsát szemléltetik. A türelmes és szorgalmas DX-er még számos frekvencián vadászhat, s ha szerencséje van, akkor nagyszerű élményben lehet része. Befejezésül közlöm az összegyűjtött frekvenciák névleges értékeit emelkedő számsorrendben, kHz-ben, az állomások hívőjelét, az adásmódot, a bázis nevét vagy települési helyét, valamint az üzemeltető ország nevét.

Röviden megemlítem az ISB-adásmód lényegét: Independent Side Band, azaz két egymástól független, amplitúdómodulált oldalsáv, közös (elnyomott) vivő; az oldalsávok információ-tartalma egymástól különböző.

Az adatok összeállításához felhasználtam a Shortwave Magazine-ban az elmúlt években megjelent írásokat, az Aeronautical Communications c. kiadványt, a Confidential Frequency List c. könyvet, valamint a saját DX-er tapasztalataimat.

A hullámvadászathoz sok sikert és türelmet kívánok.

2006	ZOE33	USB	Gough-sziget	Dél-Afrika
3024	IGX	USB	Syowa bázis	Japán
3280	IGY	USB	Asuka bázis	Japán
3418	UGF2	CW	Bellinghousen bázis	Oroszország
	VJH	USB	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	USB	Macquarie-sziget	Ausztrália
3420	J25	USB	Jubani bázis	Argentína
3735	UGF2	USB	Bellinghousen bázis	Oroszország
3737	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
4040	VJH	CW	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	CW	Macquarie-sziget	Ausztrália
	VLV	CW	Mawson Radio	Ausztrália
	VLZ	CW	Davis Radio	Ausztrália
	VNI	CW	Casey Radio	Ausztrália
4067	...	USB	Casey Radio	Anglia
	VSD	USB	Fossil Bluff bázis	Anglia
	ZBH	USB	Halley Bay	Anglia
	ZHF33	USB	Bird-sziget	Anglia
	ZHF44	USB	Signy bázis	Anglia
4067	ZHF44	USB	Faraday bázis	Anglia
4290	ZAF45	USB	Rothera bázis	Anglia
4350	UM44	CW	Leningradszkaja h.	Oroszország
4490	UM44	CW	Leningradszkaja h.	Oroszország
4540	J25	USB	Jubani bázis	Argentína
	IGX	USB	Syowa bázis	Argentína
	IGY	USB	Asuka bázis	Japán
	VJH	USB	Heard-sziget	Japán
	VJM	USB	Macquarie-sziget	Ausztrália
	VLV	USB	Mawson Radio	Ausztrália
	VLZ	USB	Davis Radio	Ausztrália
	VNI	USB	Casey Radio	Ausztrália
4553	KWB268	RTTY	Palmer Station	USA
4705	J25	USB	Jubany bázis	Argentína
4764	ZOE33	USB	Gough-sziget	Dél-Afrika
	ZRS	USB	Marion-sziget	Dél-Afrika
4770	LUM	USB	Matenso bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
4800	ZRS	USB	Marion-sziget	Dél-Afrika
5080	ZOE22	USB	Gough-sziget	Dél-Afrika
	...	USB	Fossil Bay bázis	Anglia
	VSD	USB	Halley Bay bázis	Anglia
	ZHB22	USB	Bird-sziget	Anglia
	ZHF33	USB	Signy bázis	Anglia
	ZHF44	USB	Faraday bázis	Anglia
	ZHF45	USB	Rothera bázis	Anglia
5085	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
5400	...	USB	Terra Nova bázis	Olaszország
	VLV	USB	Nawson Radio	Ausztrália
	VLZ	USB	Casey Radio	Ausztrália
	VNI	USB	Casey Radio	Ausztrália
5737	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
5785	ZLQ	USB	Scott bázis	Új-Zéland
5812	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
5835	VLV	USB	Mawson Radio	Dél-Afrika
	VLZ	USB	Davis Radio	Dél-Afrika
	VNI	USB	Casey Radio	Dél-Afrika
5947	IGX	USB	Syowa bázis	Japán
6264	ZRP	CW	3 bázis	Dél-Afrika
6455	ZOE	USB	Gough-sziget	Dél-Afrika
6610	VJH	USB	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	USB	Macquarie-sziget	Ausztrália
	VLV	USB	Mawson Radio	Ausztrália
	VLZ	USB	Davis Radio	Ausztrália
	VHI	USB	Casey Radio	Ausztrália

6820	ZOE33	USB	Gough-sziget	Dél-Afrika
6835	NGD	USB	McMurdo-Sound	USA Tengerészlet
6850	VJH	CW	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	CW	Macquarie bázis	Ausztrália
	VLV	CW	Mawson bázis	Ausztrália
	VLZ	CW	Davis Radio	Ausztrália
	VNI	CW	Casey Radio	Ausztrália
6874	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
6904	VJH	USB	Heard-sziget	Dél-Afrika
6905	VJM	USB	Macquarie-sziget	Dél-Afrika
7535	LUM	USB	Commodore Ferraz	Brazília
	LUM	USB	Matenso bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
	IGX	USB	Syowa bázis	Japán
7770	IGX	USB	Syowa bázis	Japán
	ZHB22	USB	Bird-sziget	Anglia
	ZHF44	USB	Faraday bázis	Anglia
	ZHF45	USB	Rothera bázis	Anglia
	...	USB	Fossil Bluff	Anglia
	ZHF33	USB	Signy bázis	Anglia
7922	VJH	CW	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	CW	Macquarie	Ausztrália
	VLV	CW	Mawson bázis	Ausztrália
	VLZ	CW	Davis Radio	Ausztrália
	VNI	CW	Casey Radio	Ausztrália
8090	VNI	CW	Casey Radio	Ausztrália
8110	NGD	RTTY	McMurdo-Sound	USA
	VJH	USB	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	USB	Macquarie-sziget	Ausztrália
	VLV	USB	Mawson Radio	Ausztrália
	VLZ	USB	Davis Radio	Ausztrália
	VNI	USB	Casey Radio	Ausztrália
	ZGX	USB	Syowa bázis	Japán
8181	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
	ZRS	USB	Marion-sziget	Dél-Afrika
8185	ZRS	USB	Marion-sziget	Dél-Afrika
8186	ZGX	USB	Syowa bázis	Japán
8257	ZOE33	USB	Gough-sziget	Dél-Afrika
8265	ZRS	USB	Marion-sziget	Dél-Afrika
8270	ZOE33	USB	Gough-sziget	Dél-Afrika
8490	RUZU	CW	Mologozsnaia R.	Oroszország
	UDY	CW	Novolazarevskaja R.	Oroszország
8558	UDY	CW	Novolazarevskaja R.	Oroszország
8710	RUZU	CW	Mologozsnaia R.	Oroszország
	UDY	CW	Novolazarevskaja R.	Oroszország
	UFE	CW	Mirnyj Radio	Oroszország
8938	UMA4	CW	Leningradszkaja R.	Oroszország
	VJH	USB	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	USB	Macquarie-sziget	Ausztrália
	VLV	USB	Mawson Radio	Ausztrália
	VLZ	USB	Davis Radio	Ausztrália
	VNI	USB	Casey Radio	Ausztrália
8980	J25	USB	Jubany bázis	Argentína
8990	J25	USB	Jubany bázis	Argentína
8993	NBY	USB	Byrd Camp bázis	USA
8997	NGD	USB	McMurdo-Sound h.	USA
	NHG	USB	Palmer Station	USA
	NPX	USB	Déli-sark állomás	USA
	NQU	USB	Siple station	USA
	VSD	USB	Halley Bay bázis	Anglia
9106	...	USB	Fossil Bluff bázis	Anglia
	CFP203	USB	O'Higgins bázis	Chile
	DLA21	USB	Georg Neumayer h.	Németország



	NHG	USB	Palmer Station	USA
	ZBH22	USB	Bird-sziget	Anglia
	ZHF33	USB	Signy-sziget	Anglia
	ZHF44	USB	Faraday bázis	Anglia
	ZHF45	USB	Rothera bázis	Anglia
9127	NGD	RTTY	McMurdo-Sound	USA
9280	RUZU	FAX	Mologyozsnaja b.	Oroszország
9435	ZLQ	CW	Scott bázis	Új-Zéland
9778	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
9940	VJH	CW	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	CW	Macquarie bázis	Ausztrália
	VLV	CW	Mawson bázis	Ausztrália
	VLZ	CW	Dawis bázis	Ausztrália
	VNJ	CW	Casey bázis	Ausztrália
9960	ZOE33	USB	Gough-sziget	Anglia
9985	ZOE33	USB	Gough-sziget	Anglia
10140	UMA4	CW	Leningradzkaja b.	Oroszország
	RUZU	FAX	Mologyozsnaja b.	Oroszország
	RUZO	RTTY	Mologyozsnaja b.	Oroszország
10550	ZLQ	USB	Scott bázis	Új-Zéland
10865	NGD	ISB	McMurdo bázis	USA
11055	...	USB	Fossil Buff bázis	Anglia
11145	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
11165	DLA21	CW	Georg Neumayer b.	Németország
11237	LUM	USB	Martienso bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
11411	...	USB	3 bázis	Dél-Afrika
11438,5	LTS	USB	Esperanza bázis	Argentína
	LTS2	USB	San Martin bázis	Argentína
	LTS4	USB	Belgrano II. bázis	Argentína
	LTS5	USB	Primavera bázis	Argentína
11453,1	VLM	FAX	Casey bázis	Ausztrália
11490	VJH	CW	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	CW	Macquarie-sziget	Ausztrália
	VLV	CW	Mawson bázis	Ausztrália
	VLZ	CW	Dawis bázis	Ausztrália
	VNJ	CW	Casey bázis	Ausztrália
11532,5	JGX	CW	Syowa bázis	Japán
	JGY	CW	Asuka bázis	Japán
11552	NGD	USB	McMurdo-Sound	USA
	NHG	USB	Palmer Station	USA
	NPX	USB	South Pole bázis	USA
	NQU	USB	Siple station	USA
	VNJ	USB	Casey bázis	Ausztrália
	ZHF45	USB	Rothera	Anglia
11570	ZLQ24	USB	Scott bázis	Új-Zéland
11987	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
12070	XSV	CW	Great Wall bázis	Kína
12148	VJH	CW	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	CW	Macquarie bázis	Ausztrália
	VLZ	CW	Davis Radio	Ausztrália
12215	VLV	USB	Mawson bázis	Ausztrália
12230	LUM	USB	Matiensó bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio	Argentína
	VLZ	USB	Davis bázis	Ausztrália
12333,1	Y3ZA	USB	Georg Forster bázis	Németország
12843	RUZU	CW	Mologyozsnaja bázis	Oroszország
	UDY	CW	Novolazarevszkaja b.	Oroszország
	UGE	CW	Bellingshausen bázis	Oroszország
	UMA4	CW	Leningradzkaja b.	Oroszország
	UUT	CW	Mirij bázis	Oroszország
13051	LOD3	USB	Petrel bázis	Argentína
	LTS	USB	Esperanza bázis	Argentína

	LTS2	USB	San Martin bázis	Argentína
	LTS4	USB	Belgrano II. bázis	Argentína
	LTS5	USB	Primavera bázis	Argentína
13051,5	LOK	USB	Orcadas bázis	Argentína
13087	LOD3	USB	Petrel bázis	Argentína
	LOX	USB	Orcadas bázis	Argentína
13230	LUM	USB	Martienso bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
13251	NGD	USB	McMurdo-Sound	USA
	NQU	USB	Siple Station	USA
13253,5	LUM	USB	Matiensó bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
13255	LUM	USB	Matiensó bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
13270	J25	USB	Jubany bázis	Argentína
	LOD3	USB	Petrel bázis	Argentína
	LOK	USB	Orcadas bázis	Argentína
	LTS	USB	Esperanza bázis	Argentína
	LTS2	USB	San Martin bázis	Argentína
	LTS4	USB	Belorano II. bázis	Argentína
	LUM	USB	Matiensó bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
13280	LOD3	USB	Petrel bázis	Argentína
	J25	USB	Jubany bázis	Argentína
	LOK	USB	Orkadas bázis	Argentína
	LTS	USB	Esperanza bázis	Argentína
	LTS2	USB	San Martin bázis	Argentína
	LTS4	USB	Belgrano II. bázis	Argentína
	LUM	USB	Matiensó bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
13385	DLA21	CW	Georg Neumayer b.	Németország
	RULE	CW	Vostok bázis	Oroszország
	RUZU	CW	Mologyozsnaja bázis	Oroszország
	UDR3	CW	Russzkaja bázis	Oroszország
	UDY	CW	Novolazarevszkaja b.	Oroszország
	UFE	CW	Mirij bázis	Oroszország
	UGE	CW	Bellingshausen bázis	Oroszország
	UGH9	CW	Druznaja bázis	Oroszország
	UMA4	CW	Leningradzkaja b.	Oroszország
13390	ZLQ	USB	Scott bázis	Új-Zéland
13402	ZOE33	USB	Gough-sziget	Dél-Afrika
	ZRB	USB	3 bázis	Dél-Afrika
	ZRS	USB	Marion-sziget	Dél-Afrika
13425	ZOE33	USB	Gough-sziget	Dél-Afrika
	ZRS	USB	Marion-sziget	Dél-Afrika
13505	RVZV	RTTY	Mologyozsnaja bázis	Oroszország
13553	KWB268	RTTY	Palmer Station	USA
13680	NGD	ISB	McMurdo-Sound	USA
13715	RUZU	RTTY	Mologyozsnaja bázis	Oroszország
	UGE2	RTTY	Bellingshausen bázis	Oroszország
14300	LOD3	USB	Petrel bázis	Argentína
14365	...	USB	Commodor Ferraz b.	Brazília
14366	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
14368,5	LTS2	USB	San Martin bázis	Argentína
	LTS5	USB	Primavera bázis	Argentína
14402	ZRS	USB	Marion-sziget	Dél-Afrika
	ZUD	USB	Olifantsfontein bázis	Dél-Afrika
	LTS	USB	Esperanza bázis	Argentína
	LTS2	USB	San Martin bázis	Argentína
	LTS4	USB	Belgrano II. bázis	Argentína
	LTS5	USB	Primavera bázis	Argentína
14415	VJH	CW	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	CW	Macquarie-sziget	Ausztrália

	VLV	CW	Mawson Radio	Ausztrália
	VLZ	CW	Davis Radio	Ausztrália
	VNJ	CW	Casey Radio	Ausztrália
14440	FJY5	USB	Alfred Faure bázis	Franciaország
	J25	USB	Jubany bázis	Argentína
	LTS	USB	Esperanza bázis	Argentína
	LTS4	USB	Belgrano II. bázis	Argentína
14440,5	J25	USB	Jubany bázis	Argentína
	LOD3	USB	Petrel bázis	Argentína
	LOK	USB	Orcadas bázis	Argentína
	LTSZ	USB	San Martin bázis	Argentína
	LUM	USB	Martienso bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
14452	J25	USB	Jubany bázis	Argentína
14580	ZLQ27	USB	Scott bázis	Új-Zéland
14667,5	LUM	USB	Matiensó bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
14697,5	LTS4	USB	Belgrano II. bázis	Argentína
14895	JGX	USB	Syowa bázis	Japán
	JGY	USB	Asuka bázis	Japán
15016	J25	USB	Jubany bázis	Argentína
15046	LUM	USB	Matiensó bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
15096	LUM	USB	Matiensó bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio	Argentína
15575	XSV	CW	Great Wall bázis	Kína
15762	LTS4	USB	Belgrano II.	Argentína
15770	LTS	USB	Esperanza	Argentína
	LTS2	USB	San Martin bázis	Argentína
	LTS4	USB	Belgrano II. bázis	Argentína
	LTS5	USB	Primavera bázis	Argentína
15830	RUZU	FAX	Mologyozsnaja bázis	Oroszország
18845	VJH	CW	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	CW	Macquarie-sziget	Ausztrália
	VLV	CW	Mawson Radio	Ausztrália
	VLZ	CW	Davis Radio	Ausztrália
	VNJ	CW	Casey Radio	Ausztrália
15930	...	USB	Commodor Ferra b.	Brazília
16300	ZRS	USB	Marion-sziget	Dél-Afrika

16325	ZRS	USB	Marion-sziget	Dél-Afrika
16329	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
16552	ZOE22	USB	Gough-sziget	Dél-Afrika
16559	Y3ZA	USB	Georg Forster bázis	Németország
16992,8	UDY	CW	Novolazarevszkaja b.	Oroszország
	UFE	CW	Mirnij bázis	Oroszország
	UGE1	CW	Bellingshausen bázis	Oroszország
	UMA4	CW	Leningradskaja b.	Oroszország
17100	ZOE33	RTTY	Gough-sziget	Dél-Afrika
17223	LOD3	USB	Petrel bázis	Argentína
	LOK	USB	Orcades bázis	Argentína
17290	LTS	USB	Esperanza bázis	Argentína
17480	VJH	CW	Heard-sziget	Ausztrália
	VJM	CW	Macquarie-sziget	Ausztrália
	VLV	CW	Mawson Radio	Ausztrália
	VLZ	CW	Davis Radio	Ausztrália
	VNJ	CW	Casey Radio	Ausztrália
17660	RUZU	FAX	Mologyozsnaja bázis	Oroszország
18003	LUM	USB	Matiensó bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
18425	LUM	USB	Matiensó bázis	Argentína
	LUU	USB	Marambio bázis	Argentína
18975	ZRP	USB	3 bázis	Dél-Afrika
19196,7	ZOE22	RTTY	Gough-sziget	Dél-Afrika
19197,3	ZRS	RTTY	Marion-sziget	Dél-Afrika
19255	VJH	CW	Heard Radio	Ausztrália
20265	JGY	CW	Asuka bázis	Japán
20273,5	LTS	USB	Esperanza bázis	Argentína
	LTS2	USB	San Martin bázis	Argentína
	LTS4	USB	Belgrano II. bázis	Argentína
	LTS5	USB	Primavera bázis	Argentína
20835	RUZU	RTTY	Mologyozsnaja bázis	Oroszország
22420	RVZV	CW	Mologyozsnaja bázis	Oroszország
	UDY	CW	Novolazarevszkaja b.	Oroszország
	UFE	CW	Mirnij bázis	Oroszország
23191,9	FJY3	RTTY	Dumont d'Urville b.	Franciaország
23971,1	RUZU	RTTY	Mologyozsnaja bázis	Oroszország
24458	FJY3	RTTY	Dumont d'Urville b.	Franciaország

(Folytatás a 222. oldalról)

Érdekes, hogy a 41. helyen áll az OH0, YL, Z3, a 44.-en az IS, a 45.-en az EU, a 46-48. helyen a GD, OM, T9, a 49-50.-en a CT és az LX körzet. Figyelemre méltó és számunkra hízelgő, hogy az 50 lajstromozott körzet között nem szerepel hazánk. Ezek szerint a magyar URH-sok könnyen elérhetők a sávban, megfelelő az aktivitásuk.

- PPI/PYIOTO, op Otto, egy „túlélő” expedíció tagjaként Brazília legmagasabb hegyéről, a 2890 m-es Pico de Bandiera-ról működött.

- Az egyik legutóbbi CQ-WW-DX CW + SSB versenyről összesen 8261 jegyzőkönyvet küldtek – és ami fantasztikus, hogy – közülük 7761-et elektronikus úton.

- IK0FVC Francesco XVI. Benedek pápa megválasztása és beiktatása idején aktivitást tartott a Vatikánvárosból. A hívőjele HVOA volt.

- K5S Texasban, a „zöldek” által rendezett egyik kiállításon, a „megújuló energia” program keretében, 100%-ig napelemekről táplálta a berendezéseit. A QSO-partnereknek emléklappal kedveskedett.

- Antennaóriás: 7J4AAL a www.qrz.com/7j4aal címzésű honlapján is bemutatja az 5-elemes, teljes méretű beamjét, amely a 3,5 MHz-es sávra készült. A boomhossz 40 m, a magasság 60 m!

- Hasznos weboldalak a 136 kHz-es kísérletek iránt érdeklődők számára:

Argo-szoftver:  
www.weaksignals.com

KL1X honlapja:  
myweb.cableone.net/flow/  
G3NYK-tól:  
www.alan.melia.btinternet.co.uk  
G3YXM LF News:  
www.wireless.org.uk  
ON7YD-től:  
www.qsl.net/~on7yd/  
CT1DRP-től:  
homepage.esoterica.pt/~brian/  
VE7SL-től:  
imagenisp.ca/jsm/INDEX.html  
W1TAG-tól: www.w1tag.com  
W3EEE-től: www.w3eee.com  
W4DEX-től: www.w4dex.com  
Long Wave Club of America:  
www.lwca.org  
NOAA Space Environment Center:  
www.sec.noaa.gov

## Áramellátás saját „mini” erőművekkel

Ferenczi Ödön és Zavaczki Andrea, Windenergy Megújuló Energia

*Elképzelték-e, már, milyen lenne az élet áram nélkül? Ha csak egy napra első-tétülne a tv képernyője, a számítógép monitorja és újból kézzel kellene mosni, petróleumlámpával világítani? Mik is a tények? Hazánkban még napjainkban is kétszázezernél több, közüzemi elektromos hálózattal nem rendelkező tanya és félmilliónyi hétvégi ház, vadászház, erdészház, horgászlak, hobbitelék van. Ezek áramellátását jelenleg benzin- vagy dízelmotoros áramfejlesztővel (aggregátoros áramfejlesztővel), akkumulátorral oldják meg. Ezekon a helyeken „csak addig van villany”, ameddig az aggregátor pöfög, ill. töltött akkumulátorral rendelkeznek.*

**Hasznosíthatom-e a Nap vagy a szél energiáját áramellátásra?**

Kérdésként vetődik fel, hogy ahová nem jut el a villamos hálózat, ahol más tápmegoldás szinte kizárt, hasznosíthatom-e a Nap vagy a szél energiáját elektromos áram előállítására? Sokunkban vetődik fel ez a kérdés, amikor gazdaságos és megbízható áramellátásra vágyunk ellátatlan területen. Bizonyára gondoltunk már arra, hogy milyen jó lenne „hegyűjteni” a nyári nap ragyogását és a zord idők szelének energiáját. A nagyobb teljesítményű



2. ábra

naperőművek és szélenergia-parkok nagyon sikeres üzleti vállalkozások. Vajon a kis méretű, kis teljesítményű (250 W...10 kW közötti) rendszerek képesek-e gazdaságosan működni? Ha igen, van-e erre igény hazánkban? A fentiekből egyértelműen kiderül, hogy van, a korlátok elsősorban az anyagiak, továbbá, hogy az emberek nem ismerik ezt a technológiát, az ezzel kapcsolatos lehetőségeket.

Közép-Európában évente, átlagosan 2000...2400 napos óra, továbbá 7200...7800 szeles óra termelhet nekünk áramot (1. ábra.). Ha a szélenergia hasznosítására gondolunk, akkor inkább egy vagy több hatalmas, 90 m átmérőjű forgórészekkel rendelkező szélgenerátorokból álló (egyenként 600 kW...3 MW energiát termelő) ipari méretű telepre (szélenergia-mezőre) gondolunk (lásd 2. ábrát.), nem pedig egy 0,9...5 m szárnylapát-átmérőjű, 250 W...5 kW elektromos energia termelésére alkalmas „kis pörgettyűre” (pl. 12 V/250 W-os Rutland gyártmány, mely terepi munkálatokhoz, kis-

hajókhoz, s egyéb, mobil alkalmazásokra ajánlott szélgenerátor, lásd 3. ábra).

*Hol célszerű igénybe venni ezeket a kis teljesítményű szélmotoros áramfejlesztőket?*

Különböző okok miatt – amiket a következőkben részleteztünk – ott, ahol nincs kiépítve elektromos hálózat, ahol más tápmegoldás szinte kizárt. Hazánkban az előzőekben említett árammal ellátatlan helyek több, mint egyharmada megfelelően szeles helyszín, ahol valós lehet az igény az önálló, sziget üzemű szélgenerátoros rendszerre.

A 4. ábrán a 12, 24 és 48 V/400 W Air X Land és Air X Marine, a 900 W-os Whisper H 40, ill. a 230 V-os típusal is rendelkező 1000 W-os H 80, valamint a 12, 24, 36, 48 és 230 V-os, 3000 W-os Whisper H 175 típusú szélgenerátor képet láthatjuk. (Jellemzőiket, energiahozamaikat lásd később!).

A nap- és a szélenergia felhasználásának egyik problémája az, hogy térben és időben változóan és általában előre csak részben meghatározható mértékben áll rendelkezésünkre, s nem esik egybe a kínálat (a napsütés és a szél) és az igény (a felhasználás) időpontja. Ezért a begyűjtésre kerülő energia tárolásáról is gondoskodni kell (pl. akkumulátor stb.). Ha alkalmazni szeretnénk a napelemes modulokat vagy a szélgenerátort, legjobb, ha együtt, úgynevezett *hibrid rend-*



1. ábra



3. ábra





4. ábra



5. ábra

szerként tesszük (5. ábra). 12 V/250 W-os szélgenerátor, 85 W-os csúcsteljesítményű napelemmodul vadászház áramellátására). Ugyanis így biztosítható a folyamatos áramellátás (ha nincs napsütés, többnyire van szél és fordítva). Míg a napelemmodulok elsősorban nyáron termelnek több elektromos energiát, az ősztől tavaszig szükséges energiaigény nagyobb része szélgenerátorral biztosítható (6. ábra). Ugyanis a hazánkra jellemző kontinentális éghajlat a téli viszonyok között időnként hosszú (több hetes), folyamatos felhős időszakokat eredményezhet, ami vagy az energiátároló akkumulátorok idő előtti kimerülését eredményezi vagy ésszerűtlenül nagy tárolókapacitású akkumulátorbank létesítését tenné szükségessé. A két rendszer kiegészítheti egymást. Ezért a kevésbé napsütéses évszakok, ill. a napszegény időszakok



6. ábra

szűk „energia-keresztmetszetének” megszüntetésére, a folyamatos áramellátás biztosítására célszerű a szélenergia hasznosítása is. A szélmotoros áramfejlesztőket napelemes rendszerekkel kombinálva kiegyenlíthetjük a napenergiát, ill. a szélenergiát hasznosító rendszerek szezonális fluktuációmiaatti eltérő energiatermelését.

### Miért is érdekesek számunkra ezen megújuló energiaforrások?

Azért, mert a vidéki települések, s egyéb árammal ellátatlan helyek napjainak számos égető problémáján segíthet a Naphól és a szélből nyerhető elektromos energia. A következőkben elsősorban a kisebb (250 W...10 kW) teljesítményű napelemmodulok, szélgenerátoros és azokból felépített hibrid áramtermelő rendszerek megvalósítási lehetőségeivel foglalkozunk, de a teljesség kedvéért a nagyobb teljesítményű, megújuló energiát alkalmazó áramtermelő rendszerek jellemzőit is érintjük, tehát a megállapítások általános érvényűnek tekinthetők.

A múlt évi évkönyvünkben (a 177...195 oldalon) már bemutattuk a

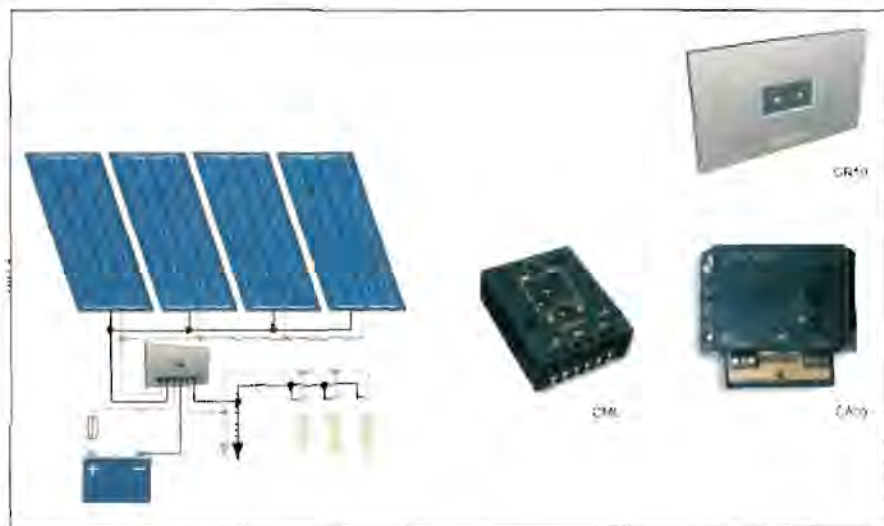


7. ábra



8. ábra





9. ábra

napenergia-hasznosító áramtermelő rendszereket.

### Alkalmazási lehetőségek, rendszerkiválasztás

A nehezebb feladat nem is a Nap, illetve a szél energiájának elektromos árammá történő átalakítása, hanem a napszakonként és évszakonként változó fény- és szélviszonyok ellenére folyamatosan energiát szolgáltatni, mivel az energiahozam a körülményektől függően ingadozó és előre nem számítható.

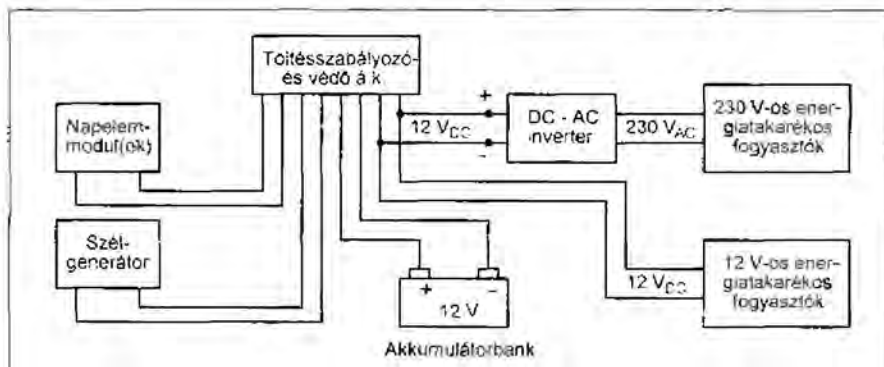
### Önellátó szigetüzemű rendszerek alkalmazása

Azok az önellátó, szigetüzemű, autonóm, decentralizált alkalmazási területek, amelyeknél más tápmegoldás szinte kizárt, a következők:

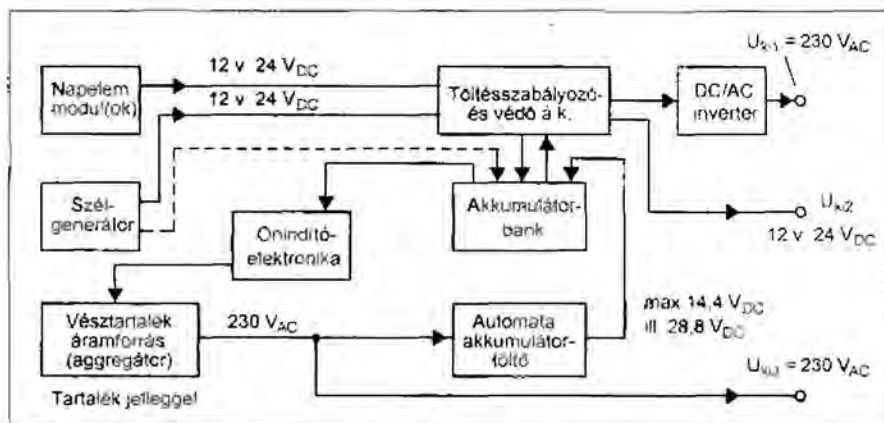
1. Hálózati árammal nem rendelkező vidéki települések, tanyák, farmok, hodályok, istállók, hérvégi házak (7. ábra): 1,08 kW-os csúcsteljesítményű szigetüzemű- napelemodulos rendszer), nyaralók, borospincék, vadász-erdész-házak, hegyi üdülőtábor, horgászlak, garázs, kunyhó, folyók által körbezárt szigetek, tengeri szigetek (8. ábra: 10 db 175 W csúcsteljesítményű napelem modul 1,7 kW autonóm energiaellátás egy horvátországi tengeri szigeten- Siblik Elektrik), egyéb elszigetelt területek, határterületek.

Azon alkalmazásoknál, ahol kisebb a teljesítményigény és csak főleg a nyári szezonban szükséges az áramellátás,

akkor az igényeket (9. ábra) pl. négy darab napelemes, egyenként 85 W csúcsteljesítményű (340 W) rendszer is kielégítheti. Tárolóként két darab 130 Ah kapacitású akkumulátort alkalmazhatunk. Az ábra jobb oldalán a felhasználható töltésszabályozók láthatók.



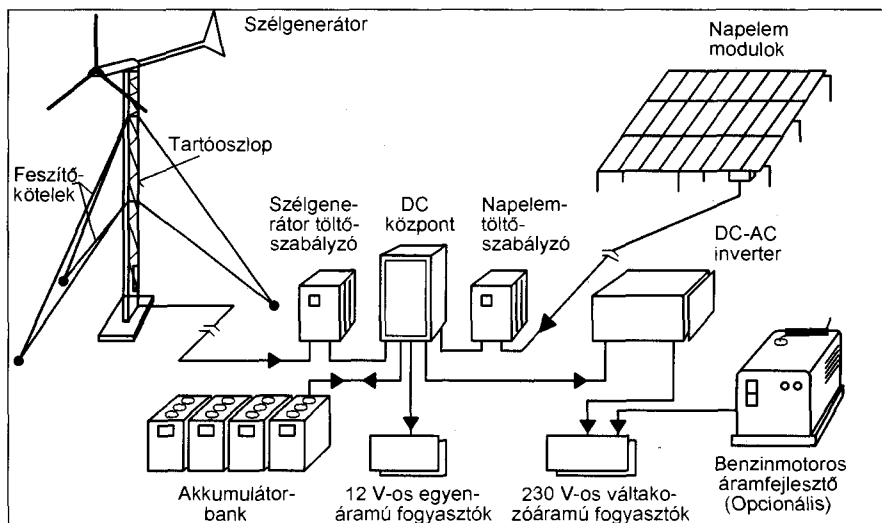
10. ábra



11. ábra

A kevésbé napsütöses időszakok szűk energia-keresztmetszetének megszüntetésére célszerű a szélenergia hasznosítása is. Mint már említettük a szélmotoros áramfejlesztőket napele- mes rendszerekkel kombinálva, az ilyen hibrid rendszerekkel kiegyenlí- hetjük a nap-, ill. a szélenergiát haszno- sító rendszerek szezonális fluktuációk miatti eltérő energiatermelését (10. áb- ra).

A 11. ábrán látható egy önálló, zártkörű üzemre, más szóhasználatul szigetüzemre kialakított kombinált (fo- lyamatos, szünetmentes áramellátásra alkalmas) napelemodulos, szélgene- rátoros és kiegészítő-, vész-tartalék áramforrással rendelkező rendszer tömbvázlata. Megjegyezzük, hogy e megoldás racionalitását azon körü- lmény támasztja alá, hogy a legtöbb megújuló energiaforrás teljesítmény- hozama a körülményektől függően in- gadozó és előre nem kalkulálható. (A nap sem süt, a szél sem fúj, a tároló akkumulátor kapacitása sem elegendő- en nagy). Az intelligens rendszer ilyen- kor automatikusan kapcsolja be a vész- tartalék áramforrást (az aggregátort),



12. ábra

ha az akkumulátorbank alacsony feszültsége és a fogyasztás ezt indokolja. Egy ilyen rendszer vázlatos felépítési rajzát a **12. ábrán** láthatjuk.

Az összegyűjtött elektromos energiát kémiai úton akkumulátorokban (több akkumulátor telpeben vagyis akkumulátorbankban), ill. más módon, pl. sűrített levegőként (kompresszor), vagy a víz helyzeti energiájaként tárolhatjuk, majd azt az igény esetén (pl. nap- és szélmentes időszakban vagy éjszaka) használhatjuk fel a **13. ábrán** látható tömbvázlat szerinti rendszerkialakításban.

Az elektromos energia az elektromos vízváltóval működtetésével magasan elhelyezett víztároló tartályba kerülve (lásd **14. ábra**.) a víz helyzeti energiájává alakul. Erősen borult, szélcsendes idő esetén, a szükséges energiát a vízturbinás áramfejlesztő segítségével nyerhetjük a víztároló tartály (tározó) vízének leeresztése révén. Azokban az esetekben, amikor pl. egy vízellátó öntözőrendszerrel van szó, akkor feleslegessé válik a „begyűjtött” elektromos energia kémiai akkumulátorokban való tárolása.

2. Vízváltó, vízlevegőztető, világítás, villanypásztor stb. áramellátása az elektromos hálózattól távol levő mezőgazdasági övezetekben. Az ilyen napelemmodulos és szélgenerátoros rendszerek előnye, hogy az esetek többségében sem akkumulátor, sem inverter nem szükséges a megvalósításhoz (**15. ábra**). A szervizigény is minimális. A szélgenerátor akár 1 km-re is lehet a vízváltótól. Gazdaságosságában ver-

senyképes a dízel/benzinmotoros aggregátorral. Vízváltó ez esetben csak akkor van, ha sűt a nap vagy fúj a szél. (Lásd a **16. ábra** tömbvázlatát.)

A **17. ábrán** egy mezei itató (vagy horgászto és dagonyázó, tanya stb.) vízellátását biztosító H 80 típusú, 230 V/1 kW-os teljesítményű, 18 m magas tartóoszlopon levő szélgenerátor látható, amely egy 200 W-os vízváltót lát el elektromos energiával (napelemmodul, akkumulátor, inverter nélkül). Emelőmagasság 20 m, vízhozam 8...40 m<sup>3</sup>/nap a szél erősségétől függően.

3. Közlekedési eszközök (vitorláshajók, lakókocsik stb. lásd **18. ábra**) áramellátása. Az ábrán levő yachton 2 db 400 W-os Air X Marine típusú szél-

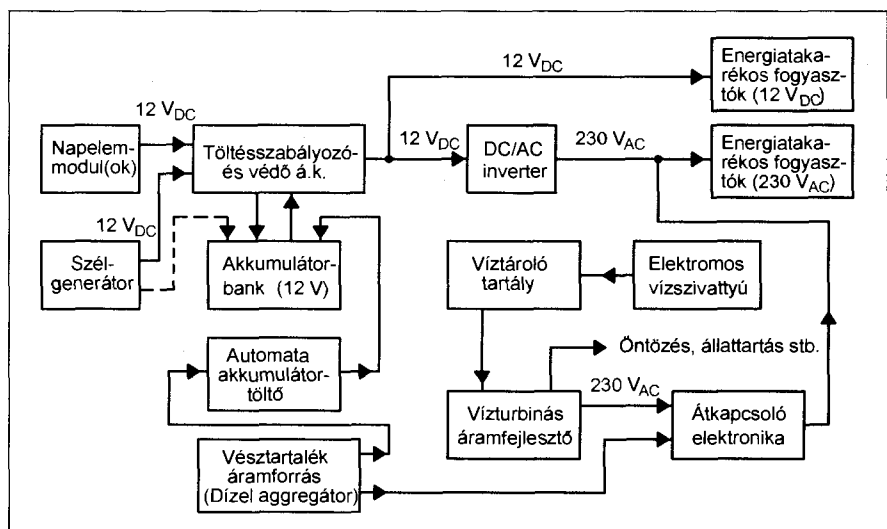
generátor és egy darab 175 W-os napelemmodul nyújt elektromos energiát. Az ábra jobb oldalán (lakókocsi kempingezésnél, hajózásnál használt mobil) max. 2000 W teljesítményű benzinmotoros áramfejlesztő látható.

4. A mélyhűtés, klimatizálás, szellőztetés tipikus napelemmodulos alkalmazási terület, mivel a hűtéshez megbízható áramellátás szükséges. Itt gyakorlatilag egyszerre jelentkeznek a kínálat (a napsütés) és az igény (pl. a hűtés) időpontja. Pl. szolár ventilátoros szellőztető rendszer gondoskodik a szükséges légcseréről gyümölcszárító berendezések, fóliasátrak, télikertek, tetőterek, magakra hagyott gépjárművek, lakókocsik stb. levegőcseréjéről. E berendezéseknél a ventilátor a napsugárzás hatására automatikusan lép működésbe.

5. Távközlés: út menti segélyhívók, átjátszóállomások, mikrohullámú adóállomások adattovábbító rendszerek stb. energiaellátása ott, ahol a létesítmény megközelítése nehézkes vagy pl. helikopter nélkül lehetetlen.

6. Navigációs (folyami, tengeri stb.) segédeszközök, világító bóják, toronyok, távvezeték oszlopok jelzőfényeknek tápellátása stb.

7. Utcai közvilágítási lámpák, kerti útmegvilágító lámpák (**19. és 20. ábra**). E lámpák napelemei a nappal begyűjtött fényenergiát az akkumulátoraikban tárolják, s a világítást szűrőküvetkor (ill. mozgás érzékelésekor) kapcsolják be.



13. ábra



Nagymáté – Chrenkó

# FÉMKERESŐK

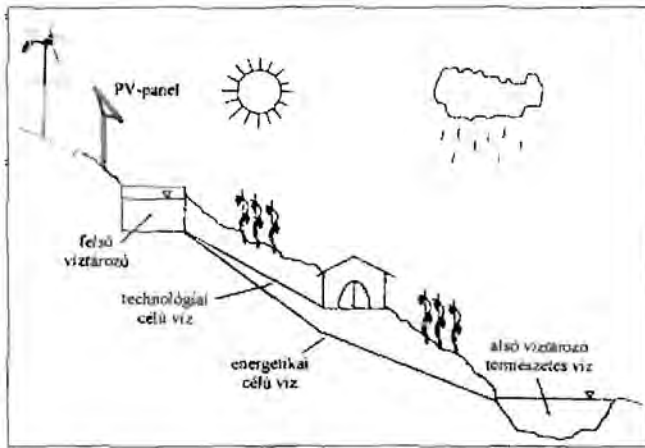


**A HE-füzetek  
kizárólag csak a szerkesztőségénél\*  
kaphatók!**

Rendeljen, mert el fog fogyni!

\*A HAM-bazár nyitva H-P. 09-14 ó., Bp. XIII., Dagály u. 11. I. em.

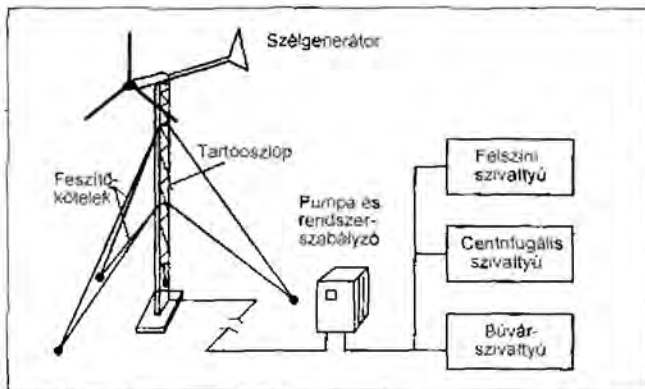




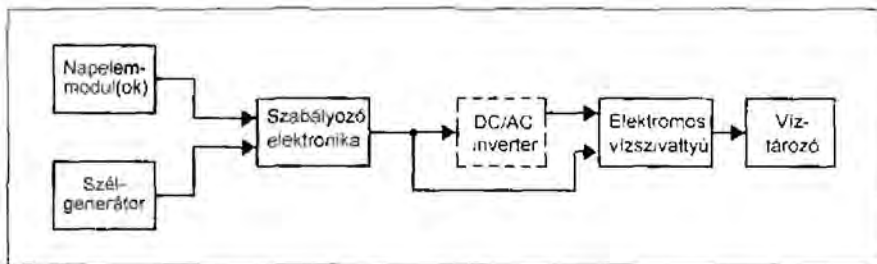
14. ábra



18. ábra



15. ábra



16. ábra



17. ábra

### Hálózatra visszatápláló rendszerek alkalmazása

A nap- és szélenergiás rendszereket nem csak az elektromos hálózattal el nem látott helyeken használhatjuk, hanem ott is, ahol rendelkezésünkre áll a közüzemi elektromos hálózat.

A 21. ábrán a hálózattal interaktív kapcsolatban álló, 20 kW csústeljesítményű napelemmodulos rendszer látható (Voralbergi családi ház, Siblik ElektriK).

A hálózatra visszatápláló rendszerrel az általunk fel nem használt elektromos energiát a helyi áramszolgáltató megvásárolja. (Hazánkban jelenleg nem kifizetődő!).

Napelemmodulos, ill. csak szélgenerátoros rendszereknél 2, ill. 3 kW felett lehetséges a hálózatra kapcsolás, vagyis az interaktív módon való vételezés, ill. visszatáplálás (amennyiben azt a helyi áramszolgáltató engedélyezi).

Természetesen az energiaellátás biztonságának (szünetmentességének), a hálózatról érkező tranziens jelenségek, feszültségingadozás és egyéb zavarjelleg (22. ábra) kivédése céljából on-line üzemmódot célszerű alkalmaznunk. Itt az esetek többségében a vezeték elektromos energia csak biztonsági tartalék.

Az ilyen hálózatra visszatápláló nap- és szélenergiát hasznosító rendszert egy vagy több napi áramtartalék akkumulátorbankkal is el kell látni. Így a közüzemi áramellátás kimaradásakor sem maradunk elektromos energia nélkül (szünetmentes áramellátás).

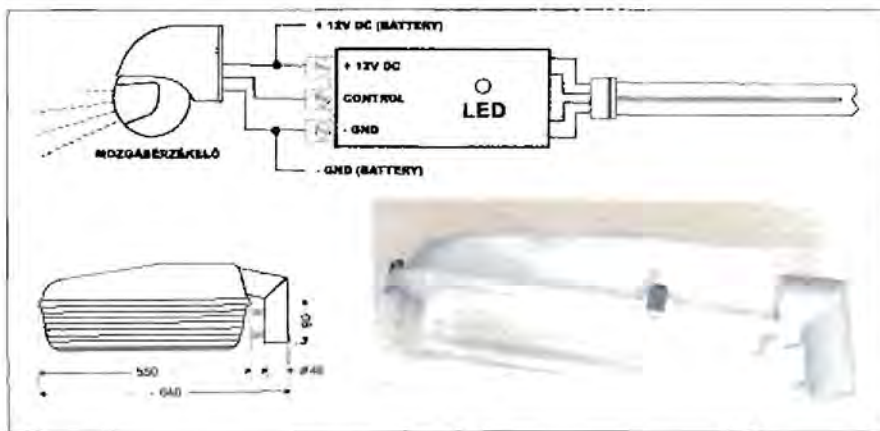
A legkorszerűbb, legmegbízhatóbb szünetmentes rendszereknél a betáplálás prioritása:

1. egyenáram napelemmodulokról,
2. egyen (ill. váltakozó áram) szélgenerátorról,
3. váltakozó áram az áramszolgáltató hálózatról,
4. váltakozó áram vésettartalék áramforrásról (aggregátor).

A kimenet:

1. szünetmentes áramellátás.
2. tiszta, zavarmentes szinuszos feszültség.
3. mentesség a hálózatról érkező zavarok ellen.





19. ábra



20. ábra

delkezzünk külterületen vagy kertés ház övezetben,

4. magas tartóoszlop telepíthető a helyszínen (12 m-nél magasabb, 16...30 m az ideális, legalább 9 m-rel magasabb a 100 m-es körön belül levő legmagasabb létesítménynél),

5. az ingatlanak a közüzemi elektromos hálózathoz való csatlakozása annyiba vagy többbe kerülne, mint a megújuló energia rendszerrel való áramellátása,

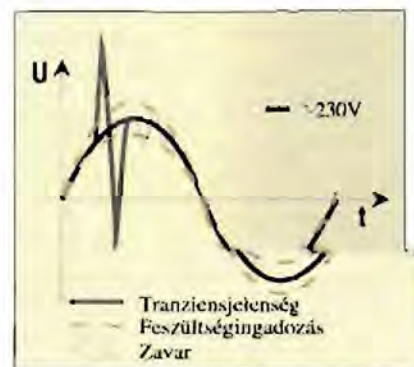
6. a meglévő hálózati áramellátás nem tökéletes: gyakori áramszünet és feszültségingadozás miatt szünetmentes áramellátást akarunk,

7. jövőbeli felhasználóként már tanulmányoztuk és értjük a szél- és napenergiás rendszerek alapvető működését és el tudjuk dönteni, hogy mennyi elektronos energiára van szükségünk (kWh/hó) és mennyit óhajtunk a nap- és szélenergiás rendszerrel megtermelni,

#### További szempontok

1. az energiatakarékosság lehetőségeinek vizsgálata, vagyis az energia-takarékos fogyasztók lehetséges használatának felmérése,

2. a jelenlegi és a várható energiafelhasználási igényt számítsuk ki a szükséges szélgenerátor-, ill. napelemodul-méret eldöntéséhez,



22. ábra

4. az áthidalási idő az alkalmazott akkumulátorbank tároló képességétől függ,

5. a napelemodulok és a szélgenerátor által megtermelt energia teljes mértékben hasznosul.

#### Telepítési megfontolások, energiahozam

#### Szélmotoros áramfejlesztők telepítési megfontolásai

Hol célszerű szélgenerátort felállítani? Mik a feltételei? Mennyi energiát nyerhetünk velük, és miért a szelet válasszuk?

A kis teljesítményű (50 W...5 kW) szélgenerátorok az egyik leggazdaságosabb, önállóan működő, kis szervizigényű, háztartásban is használható megújuló energia rendszerek, melyek

hozzájárulhatnak a hazánkban levő háztartások áramigényének ellátásához környezetbarát módon. Jelenteg egy milliónál több magyar háztartás rendelkezik megfelelő nagyságú külterületi telekkel, s azok közel felénél az éves átlag szélesség megfelelő lenne szélgenerátor használatához.

#### Megvalósíthatjuk-e és melyek a gátló tényezők egy szélgenerátoros rendszer kialakításánál?

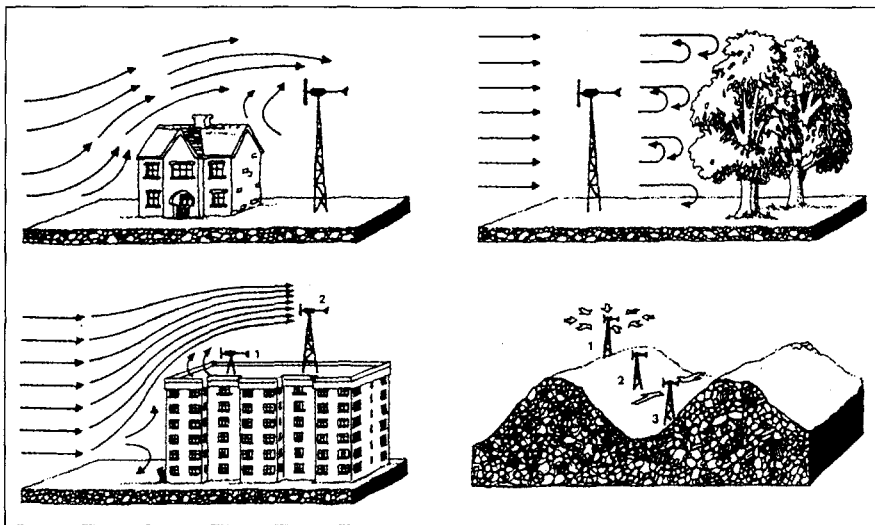
Igen, megvalósíthatjuk az ilyen kisteljesítményű szélgenerátoros rendszert, ha:

1. a hatóságok nem tiltják a szélgenerátor telepítését a helyszínen,
2. megfelelően szeles a helyszín (4 m/s éves átlagos szélesség, 10...15 m magasan),
3. megfelelő hely áll rendelkezésünkre, vagyis elég nagy területtel ren-



21. ábra





23. ábra

3. meg kell határoznunk az igényelt csúcsteljesítményt (kW), a max. terhelőáramot (A), a napi energiaigényt (kWh/nap), s a havi energiaigényt maximumát (kWh/hó).

Ez utóbbi köznapiabban: tudnunk kell mennyi kb. egy nyári és téli hónap fogyasztása, vagy legalább annyit, hogy milyen fogyasztók vannak/lesznek és azokat mennyi időtartamra használjuk. Egy időben mennyi lehet a maximális fogyasztás, pl. egyszerre szeretnénk-e tv-t nézni és mosni stb. Ezek az adatok azért fontosak, mert egy túlméretezett rendszer telepítése sokkal költségsőbb, az alulméretezett pedig kevésbé

működőképes. Felteendő kérdéseink a szigetüzemű hibrid rendszer telepítési lehetőségeinek a felméréséhez az alábbiak:

1. milyen a háztető (lapos, nyereg-tetű), mekkora a beépíthető hasznos felület a napelemtáblák elhelyezésére, megfelelő tájolású-e a nyeregtetű? Ha nem, akkor hol helyezhetők el, pl. állványon, egyéb helyen a napelemmodul(ok)?

2. a telek, saját területnagysága, 100 m-en belüli magas létesítmények (távolság, magasság),

3. a szélgenerátor tartóoszlop elhelyezése hol lehetséges?

*A lehetséges jogi akadályokat zárjuk ki!*

Mielőtt időt és pénzt áldozunk, derítsük ki, lehet-e jogi vagy környezeti akadálya a (400 W feletti) szélgenerátor telepítésének.

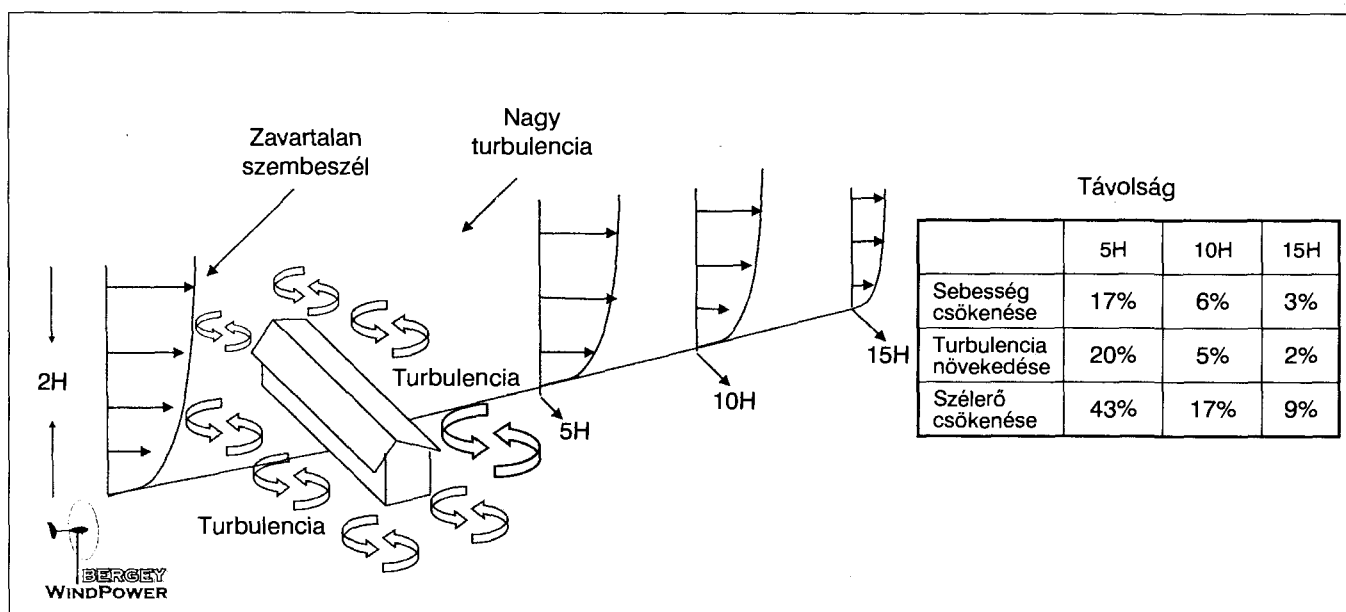
Ilyen lehet például az építési hatóság magassági korlátozása, vagy valamelyik szomszéd nem óhajtja látni és/vagy hallani a mozgó szélgenerátort (pedig az a szél háttérzajától mindössze csak 3...10 dB-lel zajosabb). Előfordulhat, hogy esetleg faültetvényt vagy magas épületet terveznek a közeli jövőben a szomszédban létesíteni.

Ha hálózatra visszatápláló rendszert óhajtunk, tudakoljuk meg a szolgáltatótól a csatlakozás feltételeit, költségvonzatát és az áram kWh-kénti átvételi árát.

Jelenleg hazánkban az állam nem támogatja a visszavásárlást, ha igen, azt nagyon kedvezőtlen áron.

*Kérdés, megfelelően szeles-e a helyszínünk?*

A telepítés megfontolásához iránymutatóak lehetnek a környéken működő nagy szélgenerátorok széladatai és a meteorológiai szolgálaté (szélenergia térképek) vagy a közeli reptéré, továbbá a szélgenerátorokat forgalmazók tapasztalatai, iránymutatásai. Az egy év időtartamú tudományos szélméres kis teljesítményű rendszereknél nem gazdaságos.



24. ábra

Felszólítjuk kedves Olvasóinkat,

# akadályozzanak meg bennünket a lapáremelésben!

Hogyaan???

Egyszerűen!!!

Legyen 😊 n is, 😊 n is, 😊 n is...,  
legyen elegendően sok előfizetőnk,

és akkor nem kell emelnünk a lapárat!

Íme, a 2006-os, szabadon (el)viselhető lapárellenes csodafegyverünk ajánlata,

## a RÁDIÓTECHNIKA »árfelezős előfizető« akciója!

Ön **2006-ra** is az **idei áron**, azaz 9480 Ft-ért fizetheti elő **1 évre** a lapot,  
és ezt most **2 részletben**, 2 x 4740 Ft-ért is megteheti!

Mi aztán 2006 novemberében majd **féláron** megküldjük Önnek a legújabb,  
a **2007-es RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYV**-et!

## Rendeljen, és küldjük a csak 4740 Ft-os csekket!

(Kérjük jelezze, ha számlát is kér az előfizetésről.)

Az előfizetéseket akár személyesen a szerkesztőségben (H-P. 9-14 óra), akár a  
239-4932, 239-4933 tel./fax számokon, akár levélben a 1374 Budapest, Pf. 603  
címen, akár drótpostán a [hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu) címen lehet elintézni!

**HAJRÁ, ELŐFIZETŐK!**

**LE A NÖVEKVŐ LAPÁRAKKAL!**

Mindig csak a virtuális valóság?! És a készülékeket ki építi majd meg?!

Általános iskolák, közép- és felsőfokú oktatási intézmények, figyelem!  
itt a RIA, a RÁDIÓTECHNIKA Iskola Akciója!

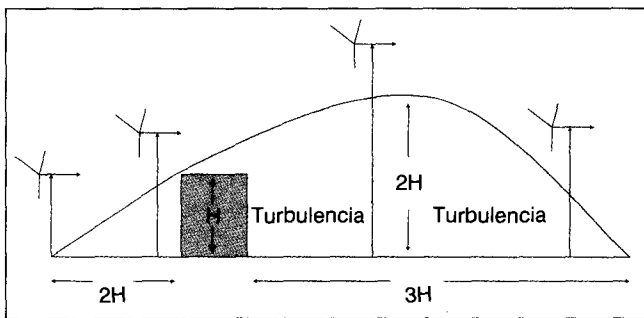
Célunk a gyakorlati oktatás, a szakköri munka segítése, a kezdő elektronika-barátok gyakorlati készségének fejlesztése.  
A RIA keretében bármely oktatási intézmény 1 éves\* RÁDIÓTECHNIKA előfizetéssel a következő kedvezményeket nyeri el:

- tanáraink, tanulóink (diákigazolvánnyal) 10%-os árengedménnyel vásárolhatnak a HAM-bazárban,
- a soron következő RT évkönyvet ingyen megküldjük az iskolának,
- régebbi lapjainkból és évkönyveinkből alkalmanként díjmentesen vihetnek az iskolák.

\*bármely folyamatos, 12 hónapos

A RIA lényege: a RÁDIÓTECHNIKA-ban a kezdők és a haladók egyaránt találhatnak kedvükre való építési leírásokat!

Tel./fax: 239-4932, 239-4933 1374 Budapest, Pf. 603 [hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu)



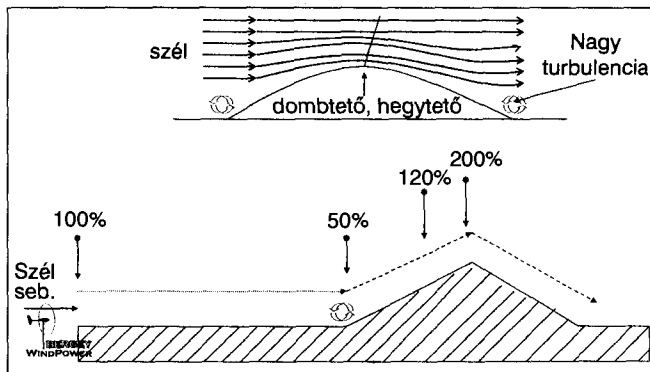
25. ábra

Egy szélgenerátor teljesítménye arányos a lapátkerék által súrolt felülettel, a szélsébség harmadik hatványával és a levegő sűrűségével. Az elérhető átlagteljesítmény, magyarországi átlagos szélsébséget feltételezve 7...80 W/m<sup>2</sup>. Tény, hogy a szél változó erősségű, s a megszakításokkal elérhető, évi 7000...7800 óra az, amivel számolhatunk.

A légáramlást a hegyek, dombok, fák, bokrok és házak akadályozzák, fékeznek. Míg a hegyek és a dombok, valamint a helyszín magassága a hasznosítható szélsébséget előnyösen befolyásolja, addig a fák és házak a talaj menti légrétegekben gyakran széllekeket és örvényeket idéznek elő, ami a szélenergia hasznosításában kifejezetten hátrányos. A legkedvezőbb teljesítmény eléréséhez igen fontos, hogy a szélgenerátor a fák és épületek örvényzónájából kiemelkedjen (lásd 23. ábra).

A 24. ábrán a létesítmények okozta szélsébség, szél erő és turbulencia változásainak az értékeit láthatjuk különböző távolságokban. Mint már említettük, a 100 m sugarú körben levő legmagasabb létesítmények figyelembe vételével határozható meg a telepítés helye és magassága (lásd 25. ábrát). Ha a létesítmény magassága H, akkor előtte 2H távolságban a tartóoszlop legalább H magas legyen. Mögötte legalább 2H távolságban az örvényzóna fölötti magasságban (lásd ábra!). A ferde tető (dombtető, hegytető) előnye, hogy felgyorsul a szél (26. ábra).

A szélgenerátor felszerelése az építmény gerincmagassága fölötti 8...9 m-es sávban ajánlható, ahol a nyeregtető esetén a tető aljához érkező szélhez képest 200%-os szélsébséget mérhetünk minimális turbulenciával (26. ábra). További lehetőségként kínálkozik a kb. 18 m-es kipányvázott, vagy az építményhez bilincselte tűzihorganyzott acélcső oszlopra történő sze-



26. ábra

relés. Minél magasabbra tesszük a szélgenerátort, annak teljesítménye a szélsébség harmadik hatványával nő (és egyben kisebb az esélye, hogy elloplják).

Példaként említjük, hogy egy 5,6 m/s éves átlagsebességű helyen kétszer annyi energiát termelhetünk, mint egy alacsonyabban telepített generátor esetében a 4,5 m/s átlag sebességű helyen.

### A termékválasztás főbb lépései

Ha nincs akadálya a szélgenerátor és a napelemodulok telepítésének, hozzáláthatunk a rendszer konfigurálásához. Azt úgy kell kezelni, mint más nagyobb beruházást. Tanulmányoznunk kell több gyártó termékeit és a jó referenciákkal rendelkező szakképzett forgalmazókat, akik képesek telepíteni, szervizelni, cserealkatrészt adni. Hasonlítsuk össze a garanciaidőket és azt, hogy mit tartalmaz maga a garancia.

Kérjünk igényünkhöz hasonló referenciát, a tulajdonosok tapasztalatait a rendszer működéséről, megbízhatóságáról, továbbá fenntartási és alkatrész-igényéről.

### Napelemodulok, szélgenerátorok energiahozama

Mielőtt a részletekbe belemerülnénk, nézzük, hogy átlagosan mekkora energiahozamra számíthatunk a hazánkban telepítésre kerülő napelemodul, ill. szélgenerátoros rendszerünk esetében!

### Napelemodulok energiahozama

1 kW csúcsteljesítményű napelemtábla mezővel évente kb. 1350 kWh elektromos energia gyűjthető be. Jelenlegi ELMŰ-ár: 28 Ft/kWh + 25% = 35 Ft/kWh. Ez évente a jelenlegi áron: 35 Ft/kWh × 1350 kWh/év = 47 250 Ft.

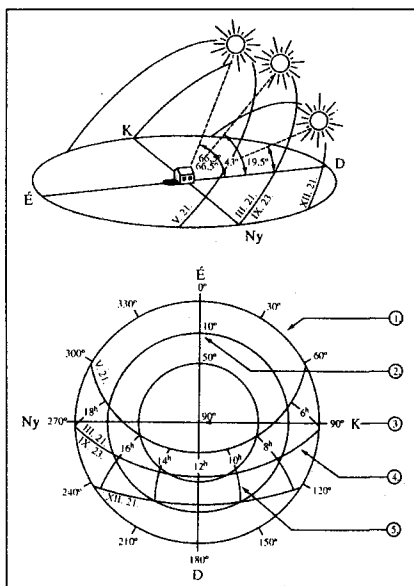
Hónap	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.	Okt.	Nov.	Dec.
Budapest	925	1750	2925	4400	5725	6050	6025	5175	3675	2100	1025	675
Kecskemét	975	1875	3150	4725	6150	6500	6450	5550	3925	2275	1100	725

Szélsébség [m/sec]	AIRX 400 W	Whisper H80 1000 W	Passaat 1,4 kW	Whisper H175 3 kW	Montana 4 kW
4,0	15	103	125	274	270
4,5	22	136	150	366	360
4,9	30	171	183	464	420
5,4	28	206	220	567	490
5,8	46	274	255	670	640
6,3	54	274	291	771	770
6,7	64	306	333	868	825
7,2	74	335	375	958	917
7,6	85	361	391	1041	1020

27. ábra





28. ábra

A 27. ábra felső részén az 1 kW teljesítményű napelemtábla mezővel egy nap alatt átlagosan begyűjthető (megtermelhető) elektromos energiamentiség (Wh/nap) látható havi bontásban. Mint látható az energiahozam a téli időszakban lényegesen kisebb.

### Szélgenerátorok energiahozama

Az 1 kW-os névleges teljesítményű szélgenerátorral évente (az adott hely szélviszonyaitól függően) kb. min 860...1000 kWh/év elektromos energia termelhető. Ez mintegy 35 000 Ft-ot jelent évente. Ez természetesen ennél sokkal több is lehet, ha a szél a 4 m/s átlagértéket meghaladja (27. ábra alsó része). Pl. egy 1 kW teljesítményű szélgenerátor 6,7 m/s szélsébségnél 306 kWh/hó energia termelésére képes.

Ez évente az igen széles helyen meghaladhatja a 3700 kWh/év értéket is. Sajnos a szélenergia hasznosításának legnagyobb problémája a szél teljesítőképességének az ingadozásában rejlik. A szél szakaszosan hasznosítható, s nyolc napos folyamatos szélségszél is előfordulhat.

### Várható energiahozam a hibrid rendszer esetén

A legkedvezőtlenebb energiatermelésnél az ilyen hibrid rendszer a jelenlegi árak mellett évente

$$47\ 250 + 35\ 000 = 82\ 250 \text{ Ft-os}$$

ELMŰ áramszámlát válthat ki. Ezek után kérdés, napelem vagy szélgenerátor? Tény, hogy csak nyári használatnál (kisebb áramigénynél) a napelemes rendszer elegendő, egyébként mindenképpen a hibrid megoldás javasolt.

Szélgenerátor kiválasztásánál a szélsébségenkénti pillanatnyi és havi energiatermelést (27. ábra alsó része) kell figyelni. Tény, hogy a háztartásban a nap- és szélenergiából nyert elektromos áram jó befektetés lehet. Természetesen a legelőnyösebb megoldás mindig a valós igények kielégítése költségtakarékos módon.

### Napelemekkel termelhető energia a gyakorlatban

A napelemek egyenáramot termelnek. A nagy teljesítményű napelemmodulok által begyűjtött elektromos energia mennyisége a napelemmodul fajtájától, típusától, annak munkafelületére eső megvilágítás erősségétől, a napfény mennyiségétől és a napelem elhelyezésétől függ.

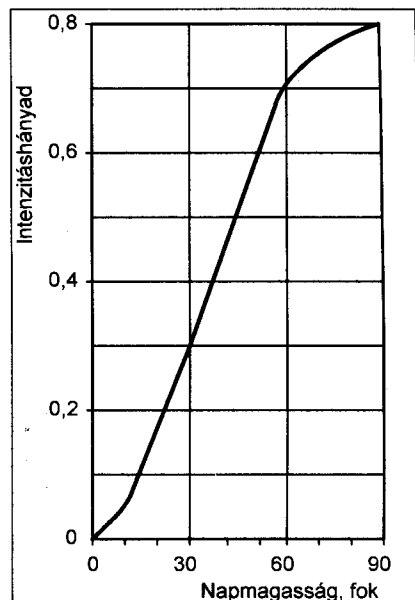
### A napelem elhelyezése

A napsugárzás a földet mind térben, mind pedig időben egyenlőtlenül éri. A maximális energiabefogás céljából igen fontos, hogy a napelem-táblák megfelelő irányban (déli irány 15 foknál kisebb eltéréssel) és a vízszinteshez képest az évszaknak megfelelő dőlésszögben álljanak. A dőlésszög és az energiatermelés összefüggése nyilvánvaló, ha belegondolunk a Nap nyári és téli járásába.

Magyarország az északi félteke 47° szélességi kör magasságában helyezkedik el. Ezen a körön a napmagasságokat láthatjuk különböző évszakokban a 28. ábra felső részén. Az ábra alsó részén látható az úgynevezett Nap-pályadiagram (1 Nap azimut, 2 a Nap magassága, 3 a megfigyelő, 4 a Nap nyomvonala és 5 az idővonal).

A ténylegesen hasznosítható napsugárzás tehát függ a napelemmodul használatának földrajzi helyzetétől, annak idejétől (évszak, napszak), ami a napsugár vízszintessel bezárt szögével magyarázható.

A 29. ábra a napsugárzás relatív erősségének eloszlását mutatja a napmagasság függvényében. Budapestre vonatkozóan a fokokban mérhető napmagasság-értékeit az idő függvényében a 30. ábra szemlélteti.

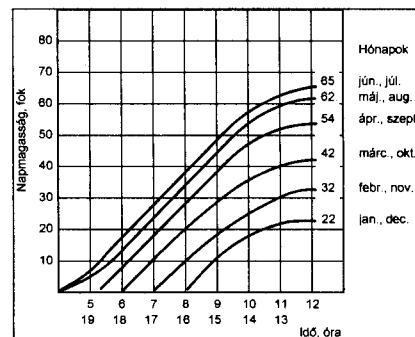


29. ábra

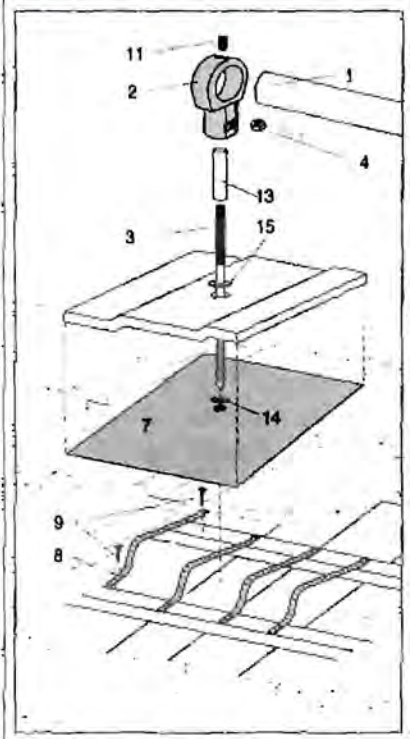
Optimális elhelyezés az lenne, ha a napsugárzás a lehető leghosszabb időtartamig és mindig merőlegesen érné a napelemt. Hazánkban a fixen szerelt napelemmodulok optimális dőlésszöge télen 50...55°, nyáron pedig 35...40°, a vízszinteshez mérve és természetesen a déli irány felé fordítva.

A napsugárzás eloszlásának e szempontból történő megközelítése természetesen csak a sugárzás geometriáját írja le, de semmit sem mond a sugárzás erősségének, a felhősödés mértékének és az ún. homályosság (ipari füst stb.), meteorológiai és időjárási viszonyok általi hely- és időbeli eloszlásáról (lásd még RTÉK 2005 188...189 old., 35. és 36. ábrát).

A fix szerelési kivitel mellett a legkedvezőbb energiabefogás céljából készíthetők olyan állványzatok is, melyek az adott évszaknak megfelelő dőlésszögre beállíthatók. A kisebb telje-



30. ábra



31.a ábra

sítményű napelem-táblák állítható dőlésszögű felerősítési lehetőségeit a 31.a ábrán láthatjuk. Kaphatók bajókra, lakókoesikra felszerelhető napelemtartók is (31.b ábra), amelyek a kialakuló hátoldali szellőzés a napelem modulból a maximális telje-

sítményt hozza ki. A két hosszprofil közbeiktatásával egy napelemmodullal bővíthető a rendszer.

Megjegyezzük, hogy a téli napálásra optimalizált fix telepítésű (vagyis egész évben működő) rendszerek nyáron a lehetséges begyűjthető energiának csak a felét termelik meg.

**A napelemtáblák energiahozamának optimalizálása**

Az adott napelemmodul által begyűjthető elektromos energia az alkalmazás helyén levő sugárzás függvénye. Hazánk területén a napból érkező sugárzási energia éves fajlagos átlagértéke 1200.1400 kW/m<sup>2</sup> tartományba esik (lásd RTEK 2005 188.189. old 38. és 39. ábrákat).

A 32. ábrán látható grafikonon egy 1 kW csúcsteljesítményű, 35°-os dőlésszögben elhelyezett napelemtábla mezővel Kecskemét környékén egy nap alatt átlagosan begyűjthető (megtermelhető) elektromos energiamennyiség (kWh/nap) látható havi bontásban.

A legnagyobb energiahozam-változás mértéke többnyire július és december hónap között jelentkezik, mely természetesen a napelemmodulok dőlésszögének is függvénye.

A július ill. december hónapban begyűjtött napenergia mennyisége között hazánkban 0...60° dőlésszög-tartományban 9/1...2/1 viszony van. Az optimalizált rendszereknél ez a viszonyszám 6/1 értékű, vagyis ez azt jelenti, hogy a télen begyűjthető energia az időjárási viszonyok miatt a nyárinak kb. 1/6-része.

A napelemmodulok segítségével begyűjthető energia a névleges teljesítményükből és a földrajzi helyszín sugárzási energia átlagértékeiből viszonylag jól megbecsülhető. A példaként mutatott 1 kW csúcsteljesítményű

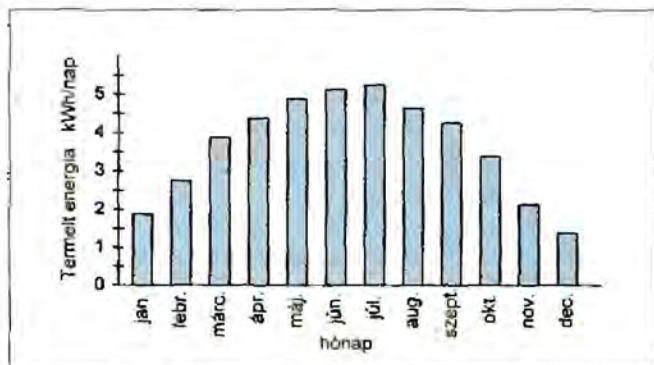


31.b ábra

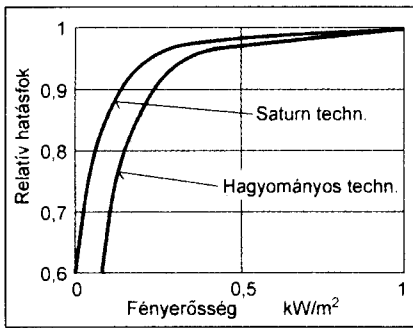
napelemmező 35°-os, ill. 60°-os dőlésszög esetén, egy évre vonatkoztatva átlagosan 1350 kWh, ill. 1270 kWh elektromos energia termelésére képes. Ezek átlagértékek, és éves szinten a kb. plusz, mínusz 15 %-os hibahatárt nem lépik túl.

**Energiahozam összehasonlítás napelem fajták szerint**

Az természetes, hogy az energiahozam értéke a napelemmodul fajtájának és annak energiaátalakítási hatásfokának is a függvénye. A napelemmodulok energiaátalakítási hatásfokát a maximálisan kivethető elektromos teljesítmény és a munkafelületre beeső



32. ábra



33. ábra

fényteljesítmény hányadosa határozza meg.

### Mono- és polikristályos napelem-modulok

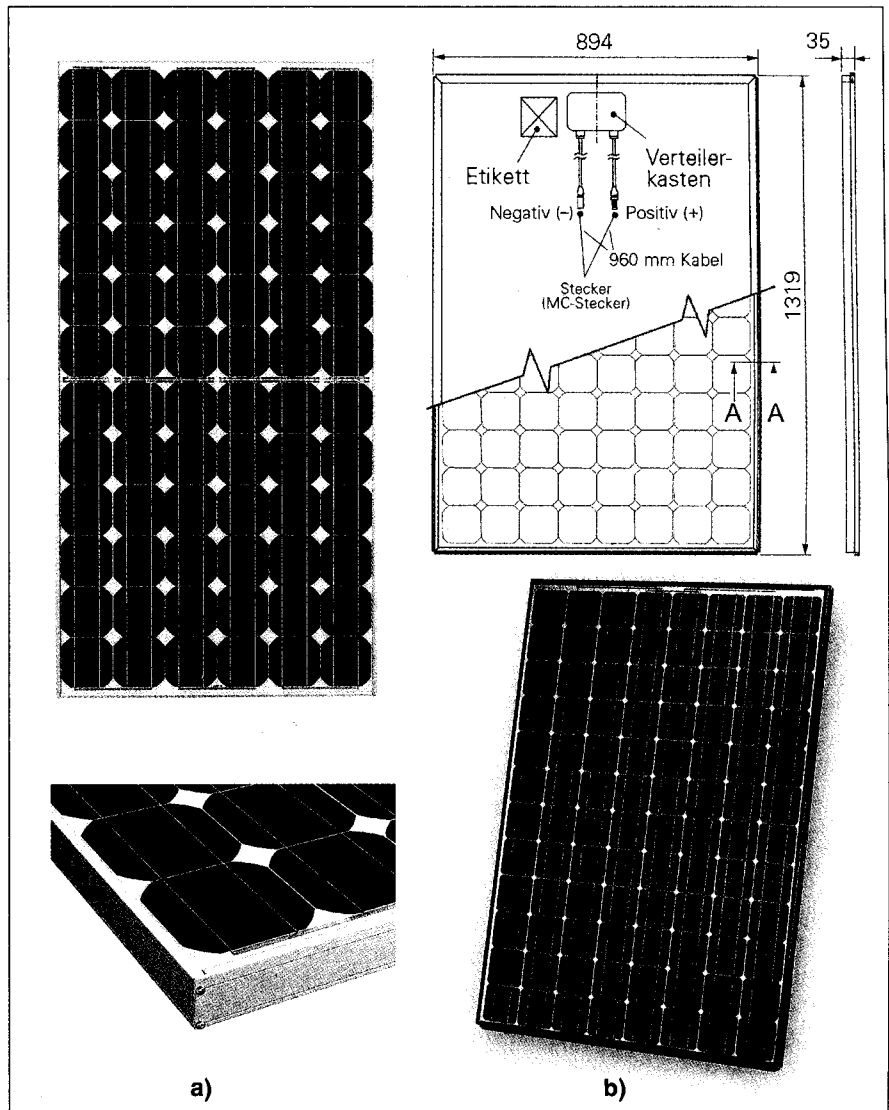
A legnagyobb fajlagos teljesítményt, a 15...19% hatásfokot elérő monokristályos technológiával előállított napelemek nyújtják. A hagyományos technológia helyett a BP-cég a 85 W-os és 175 W-os gyártmányainál a Saturn technológia alkalmazásával még nagyobb hatásfokot ért el (33. ábra), mely már sokkal kisebb megvilágításnál is képes energiagyűjtésre.

Ennél olcsóbbak a polikristályos (multikristályos) technológiával előállított változatok, de kisebb a fajlagos teljesítményük és hatásfokuk (13...15%). Mindkét változat érzékenységi tartománya (az emberi szemhez hasonlóan) a látható tartományba esik, de kissé a kék szín felé eltolódva (lásd RT 2004/4...6. sz.).

### Amorf szilícium napelemmodulok

A vékonyréteg többátmenetes amorf szilícium (a-Si) napelemmodulok alacsony gyártási költségei kedvező költség/teljesítmény arányt eredményeznek. Hatásfokuk igen kicsi: 4...6%. Ez azt jelenti, hogy ugyanakkora elektromos energia begyűjtéséhez amorf szilícium napelemtáblákból 2,5-szer, a felerősítéssel együtt esetenként közel 3-szor nagyobb telepítési felület szükséges, mint a mono-és a polikristályos napelemmodulok esetében.

Az amorf szilícium napelemek hordozóanyaga az esetek 90%-ában üveg. Pl: a 40 W csúcsteljesítményű, BSC 40 jelölésű (Bangkok Solar Company, Thaiföld) napelemmodul két, 3 mm vastagságú üveglap közé felvitt szilíciumréteget tartalmaz (lásd RT 2004/6.



34. ábra

270. o.). Ezek a napelemtáblák külsőleg egy fekete sávokat tartalmazó üveglap benyomását keltik. Tömegük 13,5 kg, felületük 0,79 m<sup>2</sup>.

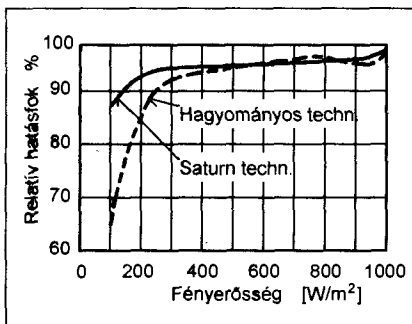
Összehasonlításképpen egy-egy 40 W-os amorf szilícium, monokristályos és polikristályos napelem modul felülete/súlya átlagosan rendre: 0,79 m<sup>2</sup>/13,5 kg ; 0,31...0,38 m<sup>2</sup>/5 kg, és 0,35...0,4 m<sup>2</sup>/4...4,9 kg. Következésképpen levonható, hogy az amorf szilícium táblák telepítésénél 2,7...3,5-ször nagyobb súlyterheléssel kell számolnunk, mint a mono- és polikristályos napelemmodulok esetében.

Az amorf szilícium napelemmodulok további hátránya, hogy teljesítmény-garancia élettartamuk rövid (többnyire 10 év), szemben a mono- és polikristályos változatok 25 éves teljesítmény-garanciájával. Ez azt jelenti,

hogy pl. egy 40 W-os típus 10 év alatt névleges teljesítményéből max. 10%-ot veszíthet. Tíz év múltán annak még min. 36 W teljesítményt le kell tudni adnia.

Vannak azonban előnyös tulajdonságaik. A kedvezőtlenebb hatásfok, rövidebb élettartam, nagyobb telepítési helyszükséglet, nagyobb súlyterhelés mellett figyelembe kell vennünk, hogy érzékenységi tartományuk az emberi szem által látható színtartományon belül a sárga színhez esik közelebb. Ez alkalmassá teszi őket műfényben vagyis alacsony megvilágítási, felhős körülmények között mintegy 8...12 % többletenergia begyűjtésére. Így kiváló energiatermeléssel rendelkezhetnek a kissé kedvezőtlenebb keleti, illetve nyugati telepítési irányokban is. Továbbá nem olyan kényesek a „benapo-





35. ábra

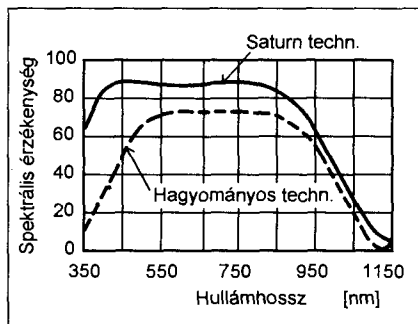
zottságra”, mint a mono- és polikristályos változatok. Ez utóbbiaknak szinte egyetlen eleme sem kerülhet árnyékba, mert már egyetlen falevél árnyéka is lebokkolhatja a teljes rendszert.

Végezetül elmondhatjuk, hogy egy teljes napelemes rendszer hatásfokát a napelem konstrukcióval (napelem fajta és típus) és a környezeti, valamint a rendszerkialakítással összefüggő tényezők egyaránt befolyásolják. A környezeti tényezők közül a hőmérséklet az egyik legfontosabb. A téli hidegben a napelemeknek kb. 15 %-kal jobb a hatásfokuk, mint a 35 °C-os nyári melegben. Természetesen nemcsak a megvilágítás erőssége, hanem a napelemtábla felületének tisztasága is döntő tényező. Igen fontos továbbá, hogy maximális teljesítményű munkapontot kereső töltésszabályozókat és nagy hatásfokú, kis önkisülésű, jól ciklizálható szolár tároló akkumulátorokat használjunk.

### Napelemtáblák termék-kiválasztási irányelvei

A napelem táblák közül a monokristályos típusok kereskedelmi készletválasztéka néhányszor tíz W teljesítményű változattól a 200 W-os típusig. Élettartamuk legalább 30 év (25 év teljesítménygarancia). Figyelemre méltó, hogy a BP Saturn technológiával gyártott változatok, pl. a BP5175S típusjelölésű 175 W csúcsteljesítményű napelemmodulja (34.a ábra.) 2 × 36 db, külsőleg szemmel jól elkülöníthető soroosan kapcsolt cellából épül fel. Munkaponti feszültsége, és -árama 36 V, ill. 4,9 A. E modulok kissé felhős időben is kielégítően működnek. Már kis megvilágításnál (35. ábra.), vagyis a reggeli és esti, valamint a nappali kissé felhős időszakokban is több energia begyűjtésére képesek, mint a hagyományos technológiával előállított monokristályos típusok. Spektrális érzékenységi tartományuk ugyanis (az emberi szemhez hasonlóan) a látható tartományba esik, de kissé a kék szín felé tolódva.

A 36. ábrán látható a 350...550 nm hullámhossztartományba eső kiemelkedő spektrális (kék szín) érzékenység. A napsugárzásból nyerhető elektromos energia ugyanis a Nap által kibocsátott sugárzás hullámhosszától jelentős mértékben függ. A 37. ábrán a napsugárzás erősségének spektrális eloszlását tüntették fel a hullámhossz függvényében.



36. ábra

A csúcsmoდეlek közül a 34.b ábrán a Sanyo HIP-190BE3 típusjelű HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin layer) napelem moduljának a képét láthatjuk. Teljesítménye: 190 W, súlya: 14 kg, mérete: 1319 × 894 × 35 mm. Igen nagy hatásfokkal rendelkezik (18,5% cellahatásfok), nagy környezeti hőmérsékletek mellett is.

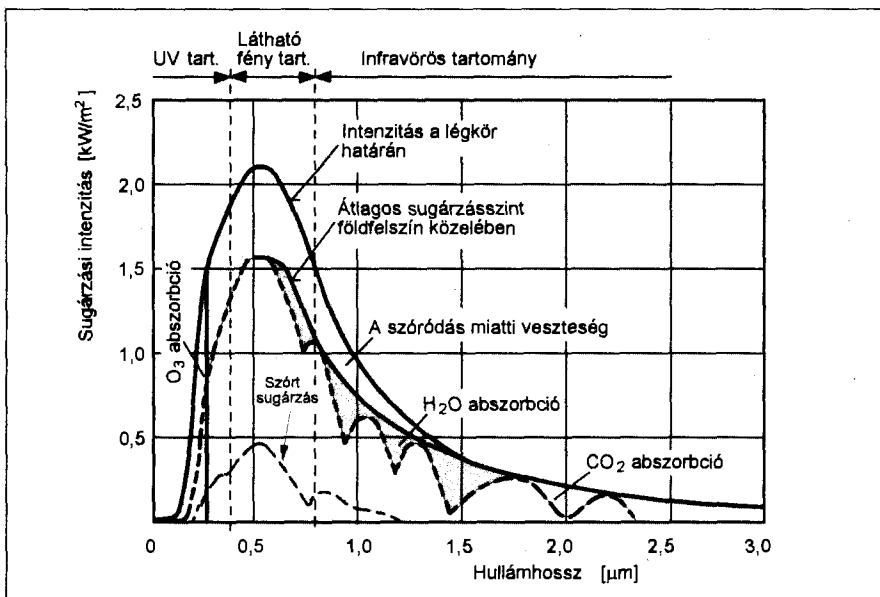
A monokristályos táblák fekete színűek, külsőleg jól elkülöníthetők. Ezek a legköltségesebb, a legnagyobb fajlagos teljesítményt adó, kiváló minőségű típusok.

A polikristályos napelemek többnyire kékeslila színűek. Hazánkban a Kyocera, ill. Mitsubishi napelemtáblák 40...180 W teljesítménytartományban kaphatók (lásd RT 2004/5. szám, 219. o.). Hatásfokuk kisebb, 13...15% a 15...19%-ot elérő monokristályos típusokhoz képest.

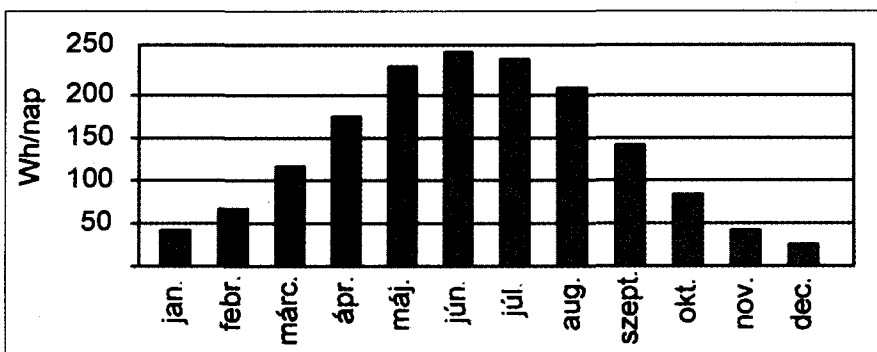
Az amorf szilícium napelemmodulok 5...60 W teljesítmény tartományban vásárolhatók. Ez a jelenleg legtöbbet alkalmazott és legolcsóbb technológia. Tudvalevő, hogy ezek érzékenysége a látható tartományon belül a melegebb sárga színhez esik közelebb. Alkalmazásuk így sok esetben előnyös lehet.

A legkedveltebb, legelterjedtebb a 40 W-os csúcsteljesítményű DS 40 típus, amely ma BSC 40 jelöléssel kapható (Bangkok Solar Company, Thaiföld). Egy modul segítségével begyűjtendő elektromos energia a nyári hónapokban 240...250 Wh/nap, télen pedig kb. 45 Wh/nap (38. ábrát). Ez nyáron egy 12 V-os akkumulátor töltésekor 20 Ah-t jelent, télen pedig csak kb. az 1/6-át.

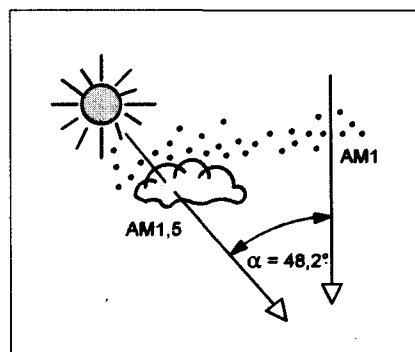
A napelemmodulok specifikált adatait többnyire 1000 W/m<sup>2</sup> AM1,5 sugárzási feltétel mellett, 25 °C környezeti hőmérsékletnél adják meg. A föld légkörén kívül az optikai légréteg O és a sugárzást AMO-val jelölik (Air Mass



37. ábra



38. ábra



39. ábra

O, AMO). A Föld felszínére a tengerszint magasságában merőlegesen, tiszta, felhőtlen időben beérkező sugárzást AM1-gyel jelölik (39. ábra). Túlzott leegyszerősítéssel az optikai légréteg a földön levő tengerszint magasságában levő megfigyelési pontban, tiszta időben:  $AM/\cos \alpha$ , ahol  $\alpha$  a megfigyelési pontban a beérkező sugárzás és a függőleges által bezárt szög (mely földrajzi hely- és időfüggő!). Az AM 1,5 érték  $48,5^\circ$ -nak felel meg.

### Beszerzési árak

A nagyteljesítményű monokristályos napelemmodulok ára 4...5 Euro/W, a polikristályos táblák 3...4 Euro/W, az amorf szilícium vékonyréteg táblák pedig 2...3 Euro/W áron vásárolhatók.

### Kisteljesítményű szélgenerátorok, s energiahozamuk

A szél kinetikai energiáját mozgási vagy elektromos energiává alakíthatjuk. A szél erőmű lényegében egy szélmotor, mely szivattyút vagy áramfejlesztő generátort hajt meg. A szélgenerátor tehát nem más, mint egy szélmotoros áramfejlesztő. A szélmotor, helyesebben a szél erőgépj funkcionális (energiatermelés) szerinti felosztását a 40. ábrán láthatjuk.

Lényegében az aggregátor sem más, mint egy meghajtómotorral (benzin- vagy dízelmotorral) meghajtott áramfejlesztő (generátor), vagyis egy közös tengelyen levő gépcsoport, a szélgenerátor pedig egy szélmotor által meghajtott generátor).

Hazánkban 110 W...10 kW kis teljesítményű változatok kaphatók. Kimeneti feszültségük: 12, 24, 36, 48 és 230 V lehet, típustól függően. Legelterjedtebbek a 400 W, 1000 W, 3000 W, 4000 W és a 6000 W elektromos energiát leadni képes változatok.

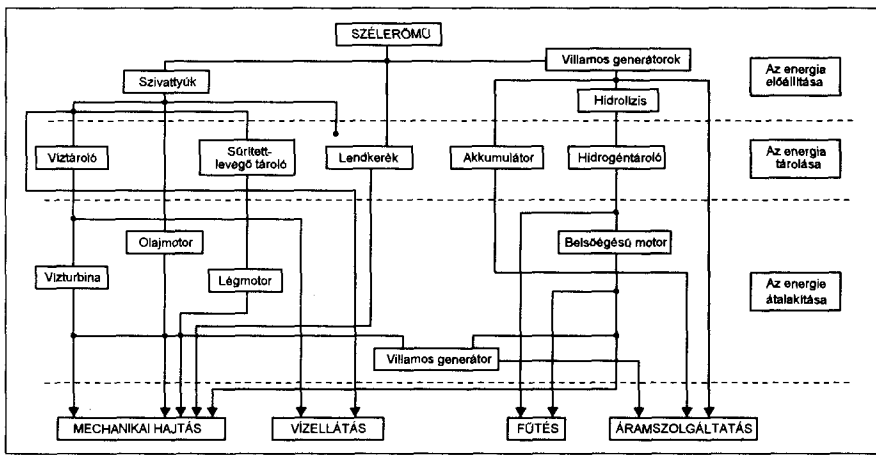
A jó szélgenerátor egyszerűen tervezett: rugalmas műanyag lapátkerékkel, közvetlen meghajtású, neodímium-boron-acél állandó mágneses, kefe nélküli generátorral, automatikus fékrendszerrel és széliránykövetéssel van ellátva. Rozsdamentes alapanyagokból és tartós bevonatokkal készülnek. Halk működésűek (a szél háttérzajától csak mintegy 3...10 dB-lel zajosabbak), kis szélsőségeknél is jó teljesítményt nyújtó termékek. Ezek viharos szélben mechanikusan és elektromosan lefékezve működő, megbízható, változó teljesítményt adó egységek.

### 1. táblázat

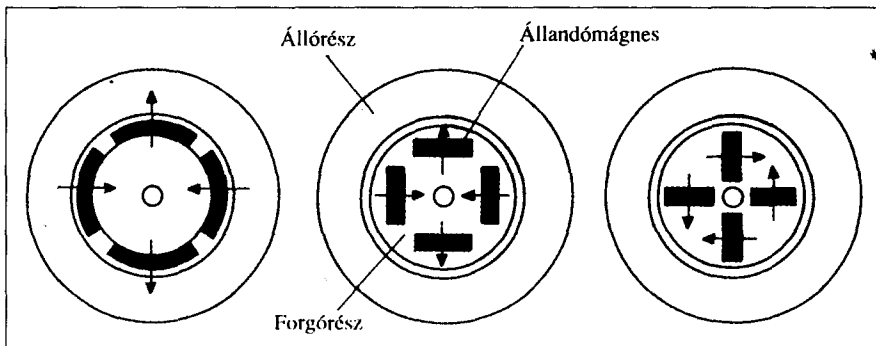
Szél erősségi osztály	Sebesség [m/s]	Megnevezés	Látható jelenségek
0	0...0,2	teljes szélcsend	a füst egyenesen száll fel
1	0,3...1,5	alig érezhető szellő	a füst jelzi a szél irányát
2	1,6...3,3	könnyű szellő	a fák leveleit megmozgatja, arcunkon érezhető
3	3,4...5,4	gyenge szél	a levelek és a vékony ágak mozognak
4	5,5...7,9	mérsékelt szél	felkavarja a port, felemeli a papírdarabokat
5	8,0...10,7	élénk szél	a kisebb fák hajladozni kezdenek, a tavakon tarajos hullámok képződnek
6	10,8...13,8	erős szél	az erősebb ágakat is megmozgatja, az esernyőt nehéz használni
7	13,9...17,1	igen erős szél	egész fatörzseket meghajlít, a járást érezhetően gátolja
8	17,2...20,7	viharos szél	fák ágait letöri, a járást jelentősen akadályozza
9	20,8...24,4	vihar	a fákon kisebb károkat okoz, a tetőcserepet lehordja
10	24,5...28,4	szélvész	a fákat gyökerestől kitépi, a házakon súlyos károkat okoz
11	28,5...32,6	orkánszerű szélvihar	jelentős viharkárok, a szárazföldön nagyon ritka
12	32,7...36,9	orkán	igen súlyos pusztítások, a szárazföldön gyakorlatilag nem fordul elő

Többségüknél az előállított változó áramot a bennük levő elektronika egyenirányítja, mely egyben túltöltés-védelemmel ellátott automata akkumulátortöltőként is szolgál. Így az ilyen szélgenerátorok kimenetéről közvetlenül a töltendő akkumulátorbankra csatlakozhatunk. A 230 V-os fogyasztókhoz a váltakozó feszültséget az akkumulátorbankhoz csatlakoztatott DC/AC inverterrel állíthatjuk elő.

A szélgenerátorok indítási szélsősége típusától függően 1,8...3,5 m/s. A kisteljesítményű szélgenerátorok legalább 3,5...4 m/s átlagos évi szélső-



40. ábra



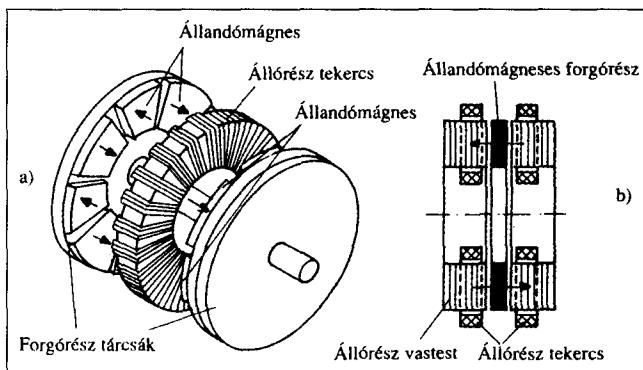
41. ábra

bességet igényelnek, ekkor már gazdaságosak. A legtöbb hazai helyszín ennek többnyire megfelel. A névleges, ill. csúcs kimeneti teljesítményüket általában 10...12, ill. 18...20 m/s szélesebségnél érik el, ekkor már valamennyire lefékeznek és kb. 50...65 m/s sebességű szélviharban, a túlélési szélesebségnél leállnak vagy kifordulnak a szélből.

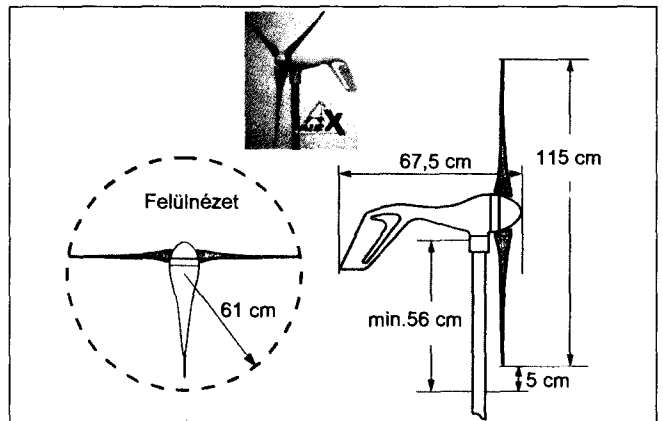
Átlagos élettartamuk több, mint 30 év feletti, s ezt követően is gazdaságos a felújításuk. Hátrányuk a relatíve nagy egyszeri befektetés. Az ilyen szélgenerátoros rendszerek könnyen telepíthe-

tők és költöztethetők. A telepítéshez építési engedély elegendő, a tetőre szerelésnél csak bejelentési kötelezettség van, s nincs szükség 17 további engedélyre, mint a 100 kW feletti generátorok telepítésénél.

A szélviszonyokról megfelelő képet ad a Beaufort-féle szélerősségskála. Az 1. táblázatban a szélerősségosztályok és a hozzájuk tartozó szélesebségek mellett a szél által okozott természeti jelenségek is láthatók. A táblázat segítségével bárki egyszerű



42. ábra



43. ábra

megfigyeléssel jól megbecsülheti a szélesebség mértékét. Jó szolgálatot tehet ez még akkor is, ha a becslések óhatatlanul pontatlanok.

Mint már említettük a szélgenerátorok állandó mágneses, kefe nélküli szerkezetek. A 41. ábrán látható, rádiális légrésű állandó mágneses gépeknél az első kép héjmágneses, míg a második és harmadik kép belsőmágneses megoldásokat mutat.

A 42. ábra képei axiális légrésű változatokat mutatnak. Az a robbantott ábra szerinti kialakításban a toroid tekercselésű állórészt két állandó mágnessel ellátott forgórész-tárcsa fogja közre. Itt az állandó mágneseket ragasztják a forgórésztárcsákra. A b részleten szemléltetett, egyszerűsített metstet olyan megoldást ábrázol, amikor két állórész fogja közre az állandó mágneses, tárcsa alakú forgórészt. Az állórésztekercs az állórész vastest sugárirányú hornyában helyezkedik el.

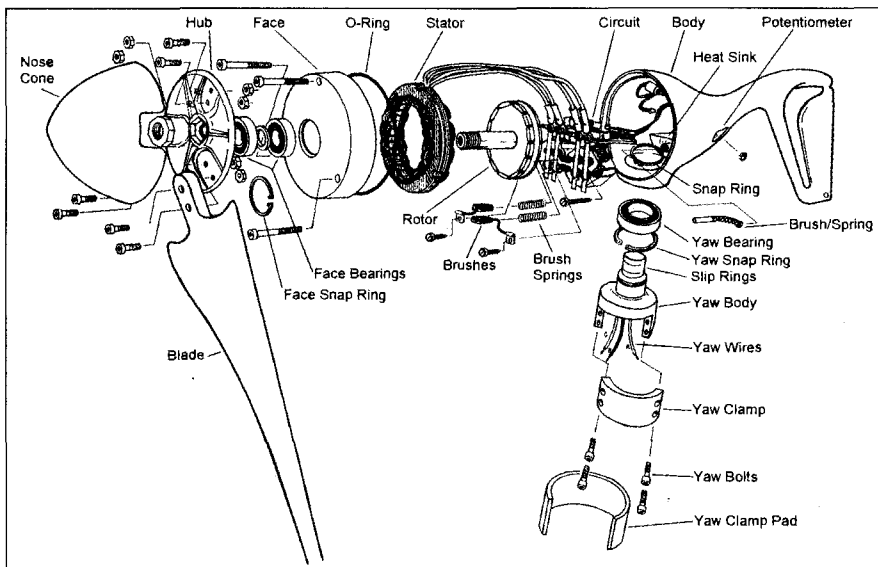
*Hazánkban kapható főbb szélgenerátor típusok:*

A leggyakrabban alkalmazott 12, 24, 36, 48 V egyenfeszültségű Air X (400 W), Whisper H 40 (900 W), Whisper H 80 (1000 W) és Whisper 175 (3000 W) szélgenerátorok főbb adatai sorrendben a következők:

1. Rotorátmérő: 1,15; 2,1; 3 és 4,5 méter
2. Súly: 5,85; 21; 30 és 70 kg
3. Indítási szélesebség: 3; 3,4; 3,1 és 3,1 m/s
4. Névleges teljesítményhez tartozó szélesebség: 11,5; 12,5; 11,6 és 10,5 m/s

A H 80-as és a 175-ös típusnak 230 V-os AC változatai is vannak.

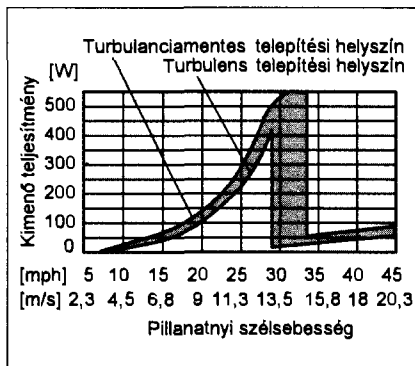




44. ábra

Könnyen költöztethető, házilag felszerelhető, kézben kis csomagként elvihető, mobilizálható esetekre (lakóköcsi, hajó, hétvégi ház, horgászlak stb.) kínál az Atys-Co Irányítástechnikai Kft. 60...250 W teljesítménytartományba eső kis szélgenerátorokat. Ezek a kis „pörgettyűk” (lásd a 3. ábrát) telepíthetők lakókocsira, hajóra, tavak melletti kis tartórúdra, háztetőre, erkélyre, tartórúddal házfalra, magas fára stb. Ezek a hatlapátos rotorral ellátott Marlec gyártmányú (Anglia) szélgenerátorok az alacsonyabb szélebségek kihasználását teszik lehetővé a kevesebb lapáttal épített berendezésekhez képest. Ezek igen alkalmasak lehetnek pl. világítási, mérés-adatgyűjtési, s biztonságtechnikai (pl. riasztó, GSM interaktív távjelző stb.) rendszerek minimális energiaigényű tápfeszültség-elátásának biztosítására.

A 43. ábrán az AIR X 400 W névleges teljesítményű szélgenerátor képe és főbb méretei láthatók.



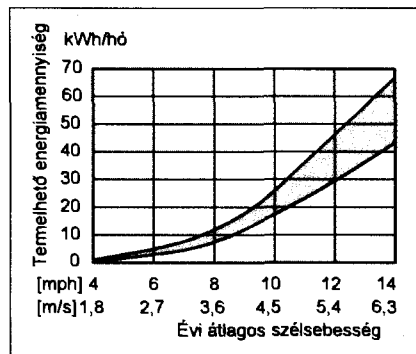
45. ábra

A 44. ábrán e szélgenerátor robbantott rajzát is bemutatjuk. E termék neodímium-vas-boron állandómágneses forgórészsel (Rotor), aerolasztikus karbon szárnylapátokkal (Blade), alumíniumötvözet gépházban helyezkedik el. Csak két mozgó alkatrésze van! A mikroprocesszoros szabályozó elektronika (amely magában a generátorházban helyezkedik el) optimalizálja az akkumulátorok feltöltését, s megakadályozza, hogy nagy szélben hangoz legyen a szélkerék. Az akkumulátorbank feltöltődésekor az elektronika lecsökkenti a töltőáramot, megvédve az akkumulátort a túltöltéstől és lelassítja a szárnylapátot egy csendes forgású üzemmódrá. Az akkumulátorcsatlakozás megszakadásakor a szabályozó úgy érzi, hogy az akkumulátor maximális feszültségre van feltöltődve és el sem indul vagy üres járásban forog, mert nem tud töltőáramot leadni.

Mint említettük a szárnylapát anyaga rugalmas karbonszál, amely csavarodik, amikor a generátor eléri a max. teljesítményhatárát. Ez túlhúzást okoz, a generátor fordulatszámát csökkenti és védi az egységet a sérüléstől erős szél esetén.

Ez az automatikus fékezésű széliránykövető generátor egyszerűen a tetőre (vagy a ház oldalfalához) szerelhető, kipányvázott tartóoszlop nem szükséges. Napelemmodulokkal hibrid rendszert alkothat.

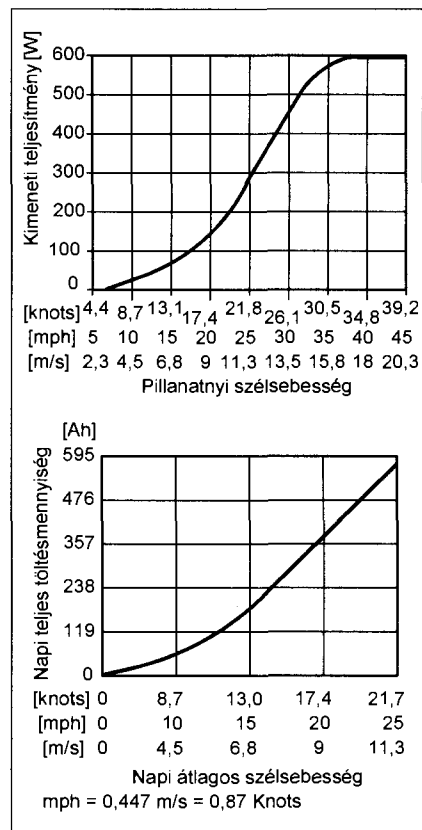
A robbantott rajzon látható főbb alkatórészek a következők: orrkúp vagyis a forgórész fej (Nose Cone), szárnyrotor, ill. légcsavarlapát (Blade),



46. ábra

szárnylapát a gy (Hub), csapágyak (Face Bearings), seger gyűrű, vagyis bepattintós rögzítőgyűrű (Face Snap Ring), O gyűrű (O-Ring), állórésztekerccs (Stator), permanens mágneses forgórész (Rotor), szabályozó elektronika (Body), generátor gépház (Body), hűtőfelület (Heat Sink), árboc/oszlopcsapágy (Yaw Bearing), árboc forgórészfej (Yaw Body), kimeneti vezetékek (Yaw Wires), kefe/rugó (Brush/Spring) stb.

A 45. és a 46. ábrán ezen AIR X 400 W-os szélgenerátor főbb jelleggörbéit tüntettük fel. Ennek a típusnak van egy AIR X Marine típusváltozata is, mely hermetikusan szigetelt, védőfesz-



47. ábra



48. ábra

téssel bevont kivitel. Ezt hajók energiaellátására (az azon levő akkumulátorok töltésére) alkalmazzák (lásd a 18. ábrát!). Jelleggörbéjüket a 47. ábrán tüntettük fel.

A 48. ábrán a Whisper H 40 és H 80, 900, ill. 1000 W teljesítményt leadni képes szélgenerátorok képe látható. E típusok főbb jelleggörbéit a 49. és az 50. ábrán szemléltetjük. Mind a négy generátortípus kiegészíthető nap-

elemmodulokkal hibrid rendszerre. Az ilyen hibrid rendszer esetén termelhető energia mennyiségre mutatnak például az 51. ábrán látható görbék.

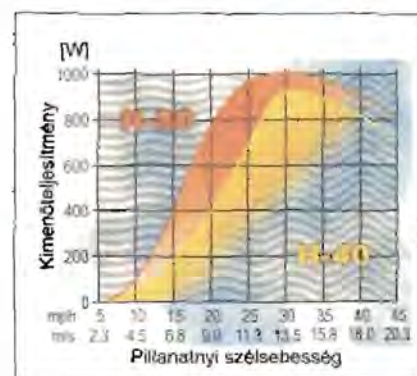
A három legelterjedtebben alkalmazott generátortípussal naponta (kWh/nap), ill. havonta (kWh/hó) termelhető átlagos energia mennyiséget a szélsősebesség függvényében a 2., illetve a 3. táblázatban tüntettük fel.

2. táblázat

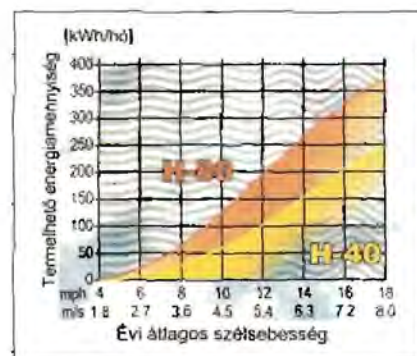
Szélsebesség [m/s]	Napí átlagteljesítmény [kWh/nap]		
	AIR X 400 W	Whisper-H80 1000W	Whisper-175 3000 W
4,0	0,5	3,4	9,1
4,5	0,7	4,5	12,2
4,9	1,0	5,7	15,5
5,4	1,3	6,9	18,9
5,8	1,5	8,0	22,3
6,3	1,8	9,1	25,7
6,7	2,1	10,2	28,9
7,2	2,5	11,2	31,9
7,6	2,8	12,0	34,7
8,1	3,2	12,8	37,2
8,5	3,6	13,5	39,4

3. táblázat

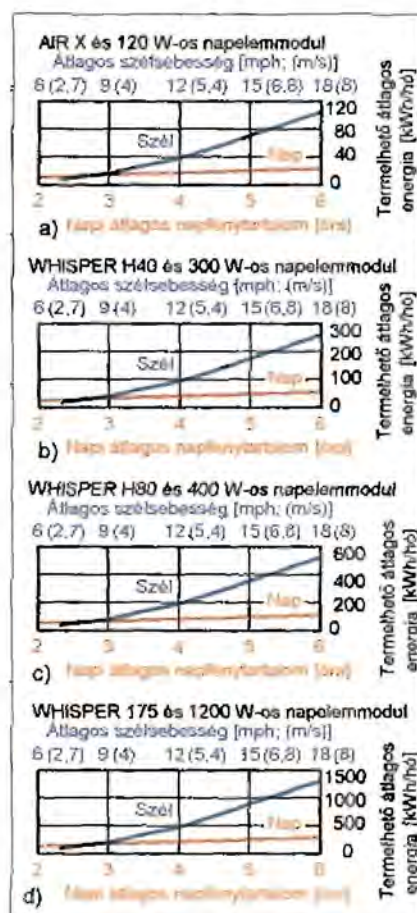
Szélsebesség [m/s]	Havi átlag teljesítmény [kWh/hó]		
	AIR X 400 W	Whisper-H80 1000W	Whisper-175 3000 W
4,0	15	103	274
4,5	22	136	366
4,9	30	171	464
5,4	38	206	567
5,8	46	241	670
6,3	55	274	771
6,7	64	306	868
7,2	74	335	958
7,6	85	361	1041
8,1	96	385	1116
8,5	107	406	1182



49. ábra



50. ábra



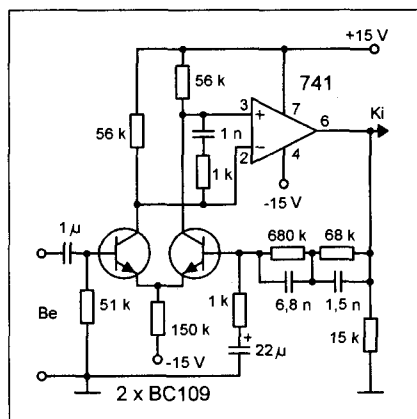
51. ábra

# Sok kis kapcsolás

Hobby Elektronika című folyóiratunk első (1990. júniusi) számától igen nagy népszerűségnek örvendett az abban rendszeresen jelentkező „skk – sok kis kapcsolás” rovat. Napjainkban ezen régebbi számok gyakorlatilag beszerezhetetlenek és a közismert mottó – Egy újszülöttnék minden vicc új! – elektronikai variánsa is igaz.

Évkönyvünkben most továbbfolytatjuk a régebbi Hobby Elektronika évfolyamok skk-tallózását.

## Csökkenett zajú RIAA-korrektor



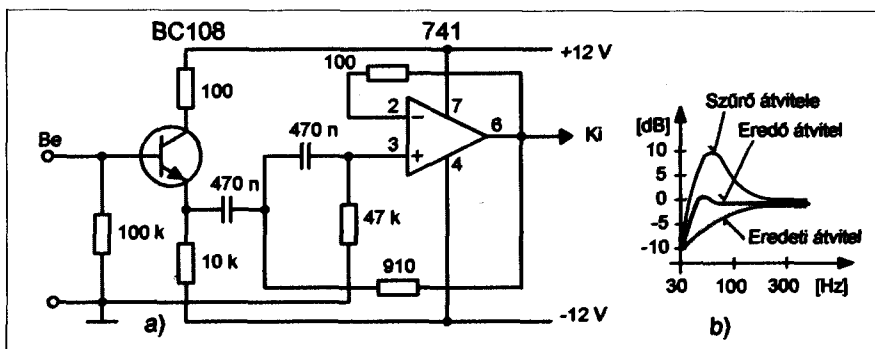
1. ábra

A 741 típusú műveleti erősítő IC zajszáma jó néhány feladathoz túlságosan nagy. Ezen a helyzeten egyszerűen javíthatunk. A nagy zaj úgy csökkenthető, hogy az IC elé egy kiszájú bemeneti differenciálerősítő fokozatot iktatunk be az 1. ábrán látható módon. Az eredő kimeneti zajt ekkor – a láncbakapcsolt erősítő zajsámítása értelmében – az „új” fokozat saját zaja határozza meg. A visszacsatolás a RIAA szabványnak megfelelő frekvenciaátviteli görbét eredményez (egyben csökken a kimeneti impedancia is), így az áramkör lemezjátszó-korrektorként használható.

Az alkalmazott tranzisztorok minél kisebb zajúak legyenek (BC184C, BC413C, BC549C).

## Mélyemelő HIFI-hez

A manapság használatos otthoni HIFI-hangrendszerekben – a lakások mére-

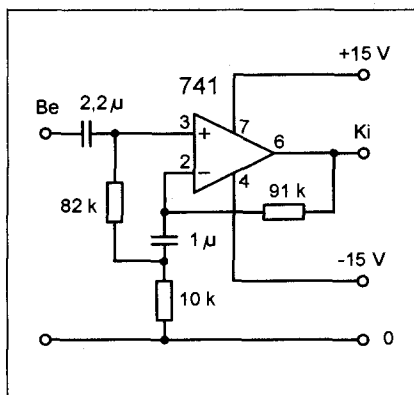


2. ábra

teiből is adódóan – általában kisméretű hangdobozokat alkalmaznak. Ezek kellemetlen jellegzetessége, hogy az igen lágy, rugalmas membránfelfüggesztésű hangszórókkal sem teszik lehetővé a legmélyebb hangok megfelelő lesugárzását, azaz a nagyobb dobozba épített nagyobb hangszórókhoz viszonyítva rossz a mélyhangátvitelük.

A 2. ábrán egy mélyhangkiemelő áramkör kapcsolási rajza látható, amelyet a végerősítő előtt használhatunk a hangsugárzók mélyvágásának kompenzálására. A b) ábrarészlet az áramkör eredő átvitelre gyakorolt hatását mutatja: a korrekciós szűrő 55 Hz-en kb. 9 dB-es kiemelést hoz létre, mivel a szűrő jósági tényezője alacsony, így hatása 300 Hz felett már elhanyagolható.

Figyelem! Az áramkör sajátossága, hogy rendkívüli mértékben megnövekszik a hangszóró mechanikai igénybevétele, ezért csak „visszafogott” hang-erő mellett használjuk.



3. ábra

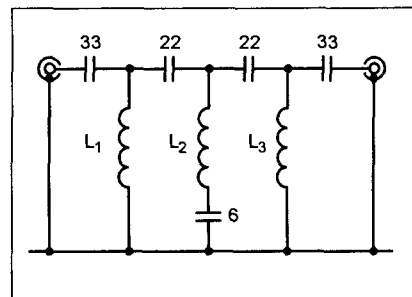
## Impedanciaillesztő kristályhangszedőhöz

A régi, de még használatos lemezjátszó-kristályhangszedők, kristálymikrofonok csak nagy, több száz kiloohm, még inkább néhány megaohm impedanciával terhelhetők. Ellenkező esetben jelentősen csökken a leadott hasznos jel szintje, valamint torzul a frekvenciamenet.

A 3. ábra áramköre nagyimpedanciás bemenetet biztosít (mivel a 82 kΩ ellenálláson keresztül azonos fázisú jelet csatolunk a bemenetre) és a feszültség-erősítési tényezője 10,1.

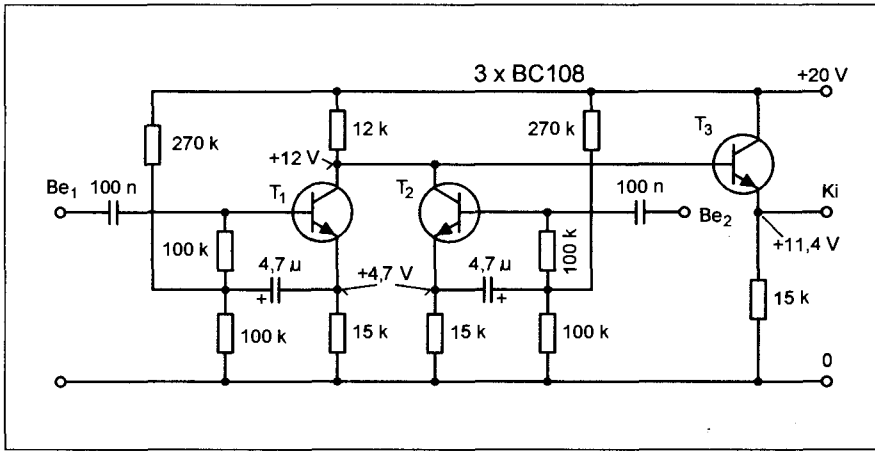
## Felüláteresztő szűrő tv-hez

Koaxiális antennakábelrel táplált III. sávú (OIRT 6...12. csatorna, CCIR 5...12. csatorna) és IV/V. sávú (UHF) tv-vevők bemenete elé lehet iktatni a 4. ábrán látható felüláteresztő szűrőt. A szűrő megszünteti a közelben működő amatőr, CB, rádiótelefon stb. adók által okozott nagyfrekvenciás zavarokat. Elsősorban azokat a zavarokat

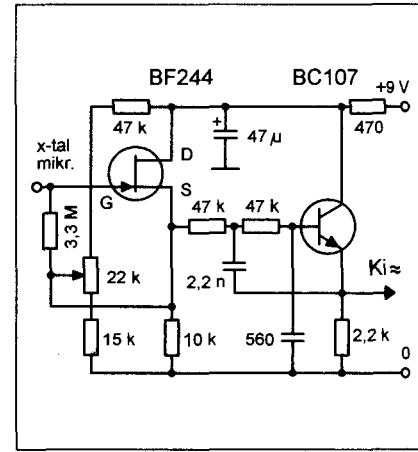


4. ábra





5. ábra



6. ábra

nyomja el, amelyek alulfrekvencián vagy legfeljebb a 2., ill. a 3. harmonikus érzékenek a tv-vevőkészülékbe.

Az önhordó tekercek méretdatái a következők: átmérő 0,8 mm-es CuAg (ezüstözött réz-)huzalból 10 mm-es tekerceslési átmérőre  $L_1$  és  $L_3$  4 menet 10 mm hosszon,  $L_2$  pedig 7 menet 15 mm hosszon.

A szűrőt nyomtatott áramköri lapra szerelve, zárt fémbodozba kell építeni. A megadott adatok betartása után különböző behangolást nem igényel, s jól ellátja feladatát a „nemzetközi” 75 Ω-os, valamint a régebbi német 60 Ω-os csatlakozási impedanciák között egyaránt.

### Kétbemenetű hangkeverő

Egyszerű felépítésű, kettő bemenettel rendelkező hangfrekvenciás keverő kapcsolását mutatja az 5. ábra. A keverés a  $T_1$  és a  $T_2$  tranzisztor közös kollektor-ellenállásán jön létre.

Az áramkör bemenő ellenállása megaohm nagyságrendű, ami az egy-

egy elektrolit kondenzátoron át létrehozott ellenszatolásnak köszönhető. A  $T_3$ -mal felépített emitterkövető 100 Ω alatti kimenő-ellenállást biztosít. A feszültségerősítés közel egységnyi, 2 V effektív értékű kimenőfeszültség esetén a torzítás kisebb, mint 0,5 %.

### Előerősítő kristálymikrofonhoz I.

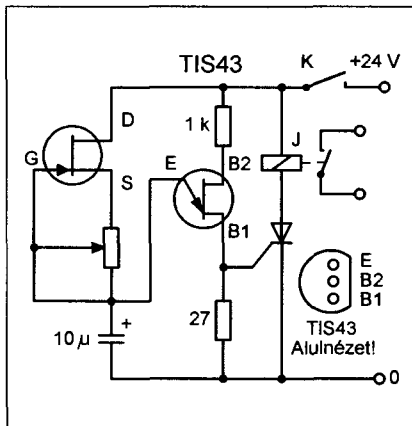
Alacsony impedanciás hangfrekvenciás bemeneteket kristálymikrofonról nem célszerű közvetlenül meghajtani, mert a fellépő nagy csillapítás miatt az erősítés elégtelennek bizonyul, valamint a frekvencia-átvitel is torzul. Ilyen esetben a kristálymikrofon és a meglévő erősítő bemenete közé egy illesztőfokozatot kell beiktatni.

A korábbiakban bemutatott IC-s változat után a 6. ábra tranzisztoros megoldást mutat, melynek erősítése

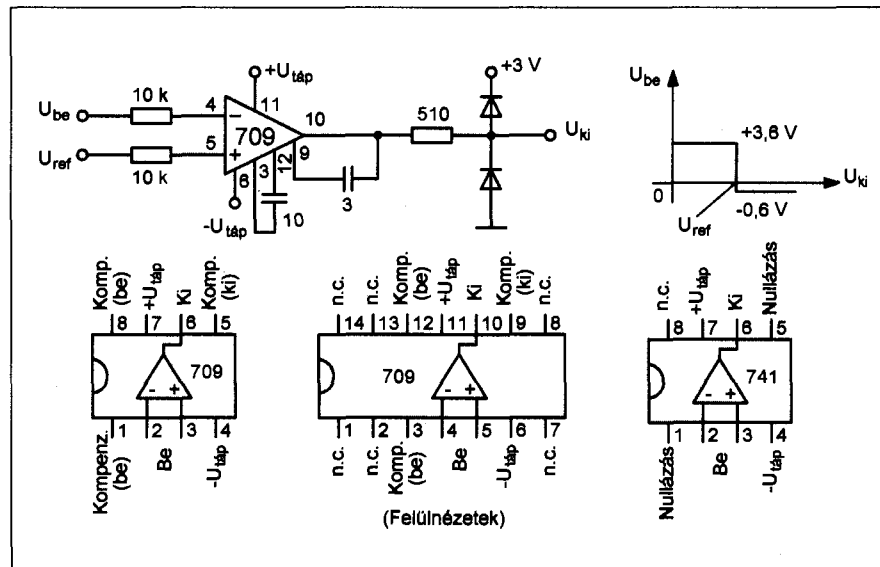
közel egységnyi. A bemeneti impedanciája kb. 30 MΩ, amely érték bőségesen elegendő bármely kristálymikrofon számára.

Kimeneti impedanciája a második tranzisztor emitterkövető kapcsolása következtében néhányszor 10 Ω nagyságrendű, amely alacsony impedanciával gyakorlatilag bármely erősítő bemenete jól meghajtható. Ez az alacsony impedancia egyben a nemkívánatos brummjelek „felszedése” ellen is jól véd.

Az első tranzisztor (FET) sourcekövető kapcsolásban dolgozik, így aránylag alacsony impedancián hajtja meg a második tranzisztorral felépített aktív szűrő-kapcsolást. Ez utóbbi hatására a frekvenciamenet kb. 3 kHz-től felfelé esni kezd. Ez a vágás pl. a beszédátvitelt szolgáló adókészülékek számára előnyös.



7. ábra



8. ábra

# MAXWELL digitális multiméterek

## MX-25 104

3 1/2 digités kijelzés



**Hangnyomásszintmérés:**  
35...100 dB (30 Hz...10 kHz)  
0,1 db felbontás  
±3,5 dB pontosság

**Megvilágításmérés:**  
0,1 lx...20 000 lx  
±5% + 10 digit  
hőm-1 kar: ±0,1%/°C

**Páratartalom mérés:**  
25%...95% rel. páratart.  
0,1% felbontás  
±6% pontosság

**Hőmérséklet mérés:**  
-20...+1300 °C  
0,1 °C, 1 °C felbontás  
±3,5% ±5 digit pont.

**Multiméter:**  
U DC: max. 600 V  
U AC: max. 600 V  
I DC: max. 10 A  
R: max. 2 MΩ

dióda-, tranzisztorteszt  
szakadásvizsgálat

mérőzsinór és hőmérőfej,  
műanyag védőpapucs

csak bruttó  
**13.990 Ft**

## MX-25 201

3 1/2 digités kijelzés



DC: 1000 V,  
20 A  
AC: 750 V,  
20 A  
R: 20 MΩ  
C: 200 μF  
T: -40...  
+1000 °C

dióda-,  
tranzisztorteszt,

szakadás-  
vizsgálat

mérőzsinór,  
hőmérőfej,  
műanyag  
védőpapucs

csak bruttó  
**4.990 Ft**

## MX-25 303

3 3/4 digités kijelzés



automatikus  
mérésátér-  
váltás

DC: 1000 V,  
10 A  
AC: 750 V,  
10 A

R: 40 MΩ  
C: 100 μF

f: 10 MHz  
T: -40...  
+1000 °C

dióda-,  
tranzisztorteszt,  
szakadás-  
vizsgálat

mérőzsinór,  
hőmérőfej,  
+250 °C-ig,  
műanyag  
védőpapucs

csak bruttó  
**8.990 Ft**

Megvásárolhatók a szerkesztőség HAM-bazárjában: Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em., H-P 9-14 óra.  
Utánvétellel is megrendelhetők, a postai és csomagolási költségek felszámításával.  
Postacím: 1374 Budapest, Pf. 603. Tel./fax: 239-4932, 239-4933.  
E-mail: hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu

## MX-25 304

3 1/2 digités kijelzés



DC: 1000 V,  
20 A  
AC: 750 V,  
20 A  
R: 2000 MΩ  
C: 200 μF  
L: 20 H  
f: 10 MHz  
T: -40...  
+1000 °C

dióda-,  
tranzisztorteszt,  
szakadás-  
vizsgálat

mérőzsinór  
és hőmérőfej  
+250 °C-ig,  
műanyag  
védőpapucs

csak bruttó  
**12.990 Ft**

## MX-25 501

5 + 5 digités kijelzés és  
23 szektoros sávkijelző



Alap DC  
pontosság: 0,05%  
Bemenőellenállás mV-  
mérésnél: >1000 MΩ  
Több, mint 50  
mérésfunkció!

U DC: 0,1 μV...1000 V  
I DC: 0,1 μA...10 A  
U AC: 0,1 μV...750 V  
I AC: 0,1 μA...10 A  
R: 0,1 Ω...8000 MΩ  
C: 200 pF...100 μF  
f: 0,5 Hz...8 MHz  
adapterrel: 1 GHz  
T: -50...+1300 °C  
dBm: -80...+80  
20 féle impedancián  
automatikus/kézi  
mérésátérváltás  
számítógépes kapcsolat  
(RS232)  
háttérvilágításos kijelző  
automata kikapcsolás

mérőzsinór  
RS232 kábel  
szoftver  
műanyag védőpapucs

csak bruttó  
**34.990 Ft**

## MX-25 701

3 1/2 digités kijelzés



LCR-mérő

Induktivitás

mérés-  
határok:

1.) 20 μH ...

8.) 200 H

Kapacitás

mérés-  
határok:

1.) 200 pF ...

9.) 20 mF

Ellenállás

mérés-  
határok:

1.) 2 Ω ...

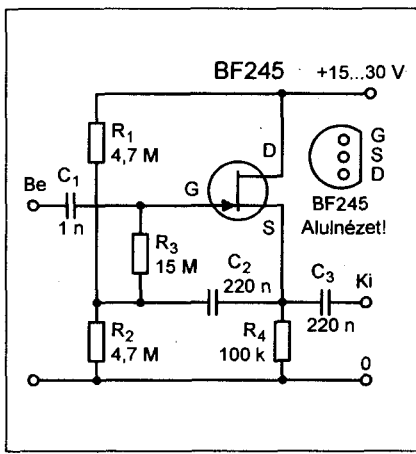
8.) 20 MΩ

mérőzsinór,  
műanyag  
védőpapucs

csak bruttó  
**39.990 Ft**

Tartozékok a multiméterekhez: Tapintóhőmérő (K-típ.) MX-25 201,  
MX-25 304 és MX-25 501-hez, á.: 1.800 Ft. MX-25 511 frekvenciamérő  
adapter MX-25 501-hez (0,01...1 GHz-ig, 20 mV-tól), á.: 5.990 Ft.





9. ábra

### Késleltető FET-tel és UJT-vel

Hosszú tartamú időzítést biztosít a 7. ábra alapján megépített rendkívül egyszerű áramkör. A maximális időtartam akár 10 perc is lehet, a kondenzátor és a FET minőségétől függően.

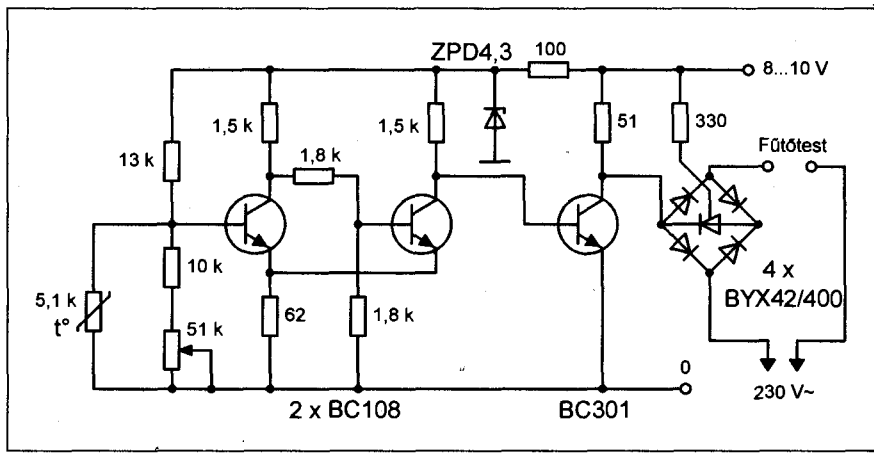
A FET áramgenerátorként működik, árama a megaohm értékű potencióméterrel szabályozható. A bekapcsolást követően a kondenzátoron a feszültség lineárisan növekszik. E feszültség egy adott értékénél az UJT nyit, s annak árama begyűjtja a tirisztor. A jelfogó meghúz és tartásban is marad. A kiindulási helyzet, azaz a jelfogó nyitása a K kapcsoló megszakításával érhető el.

A FET típusa pl. BF244, BF245, az UJT-é TIS43, a tirisztor pedig szinte tetszőleges kisteljesítményű típus.

### Komparátor műveleti erősítővel

A már kissé öregecske 709 és 741 típusú műveleti erősítők sok-sok példánya lapul az elektronikabarátok fiókjában. Komparátorként történő hasznosításukra mutatunk be egy példát a 8. ábrán.

A neminvertáló bemenetre a referenciafeszültséget csatlakoztatjuk. Ehhez viszonyítjuk az invertáló bemenetre vezetett „vizsgálendő”  $U_{be}$  jelet. Attól függően, hogy melyik a nagyobb, avagy a kisebb, az IC állapotot vált. Kimeneti szintje vagy a negatív, vagy a pozitív tápfeszültséget közelíti meg. E kimenetet a két dióda az 510  $\Omega$ -os ellenállással együtt határolja, amelynek eredménye a kapcsolat mellett ábrázolt átviteli karakterisztika. A kimeneti jellel további, például TTL-áramkörök is meghajthatók.



10. ábra

A kapcsolási rajzon az IC lábszámozása a DIL-14 típusú (plasztik, 14-lábú) tokra utal. A 741 típusú IC esetén a két kisértékű kondenzátor értelemszerűen elhagyandó.

### Előerősítő kristálymikrofonhoz II.

Igen nagy, akár néhányszor tíz megaohm bemeneti ellenállást biztosít a 9. ábra áramköre. Kapcsolásunk a 6. ábrán bemutatott előerősítő első fokozatának újabb változataként is tekinthető.

A FET záróirányban előfeszített GS-átmenete már önmagában is jelentős bemenellenállást eredményez. Ezt tovább növeli a  $C_2$  és az  $R_3$  útján biztosított azonos fázisú visszacsatolás („bootstrap”). Az áramkör feszültségerősítése közel egységnyi, kimeneti ellenállása néhány száz ohm (sourcekövető).

### Hőfokszabályozó

Mind működését, mind pedig alkatrészigényét tekintve kifejezetten egyszerű hőfokszabályozó kapcsolását mutatja a 10. ábra. Az áramkör a hőmérséklet alakulásának függvényében be-, majd pedig kikapcsolja a fűtőtestet.

A hőmérsékletet egy termisztor érzékeli, amely az első két tranzisztortal felépített Schmitt-trigger bemeneti feszültségét változtatja. (A triggernek a Z-dióda és a 100  $\Omega$ -os ellenállás kellően stabil tápfeszültséget biztosít.) A harmadik tranzisztor felerősíti a trigger kis kimeneti áramát, s gyűjtőáramot biztosít a tirisztornak. A tirisztor a hálózati Graetz-híd egyenáramú átlójában üzemel, begyűjtött állapota esetén

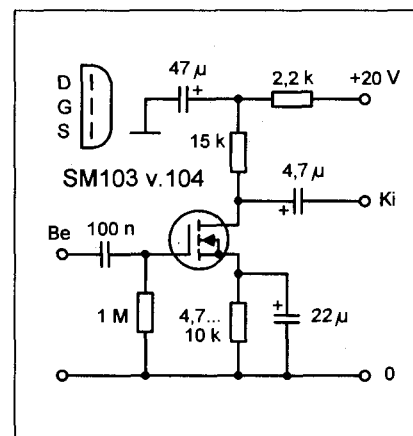
az átlót rövidre zárja. Végül is a híd a váltakozó áramú pontjai között vagy vezet, vagy nem vezet, így a fűtőtest melegít, ill. nem melegít. A potencióméterrel állíthatjuk be azt a hőmérsékletet, amelynél az átkapcsolás megtörténik.

*Figyelem! A törpefeszültségű rész is galvanikus kapcsolatban áll a hálózattal, így azt is gondosan szigetelve szereljük!*

### „Hagyományos” előerősítő FET-tel

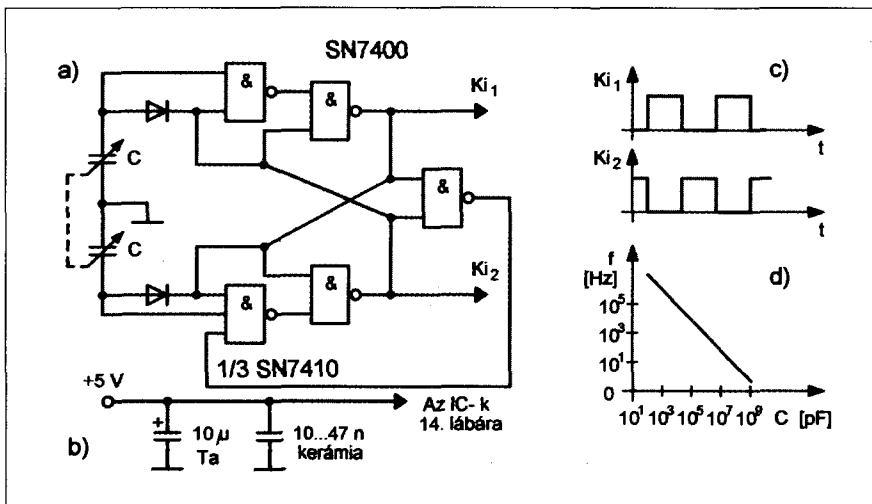
Régi, elfekvő MOSFET, a volt RFT gyártotta SM103 (104) típusok felhasználására mutatunk be egy kapcsolást a 11. ábrán.

A áramkör bemeneti ellenállása 1 M $\Omega$ , a kimeneti pedig 15 k $\Omega$ . A drainpotenciált a source-köri ellenállással (4,7...10 k $\Omega$ ) állítjuk be, közel a tápfeszültség felére. A 2,2 k $\Omega$ /47  $\mu$ F-os tag a tápágon keresztül esetlegesen fellépő káros csatolásokat nyomja el.



11. ábra





12. ábra

### Szélessávú impulzusgenerátor

Az ugyancsak szép számban elfekvő TTL IC-k felhasználásával, valamint többszörös visszacsatolással egy egyszerű négyszöggenerátort építhetünk (12. ábra). A frekvenciát C értéke határozza meg. Az IC-k 7. lába az áramköri közös (test) pontra csatlakozik, a pozitív tápfeszültséget a b) ábrarészlet szerint vezetjük az IC-khez.

Mint az a c) részletrajzból látható, a kapcsolás két kimenete ellenütemben négyszögfeszültséget szolgáltat. A d) ábrarészleten a kapacitás(ok) függvényében ábrázoltuk a kimeneti frekvenciát.

### Feszültségkimaradás-jelző

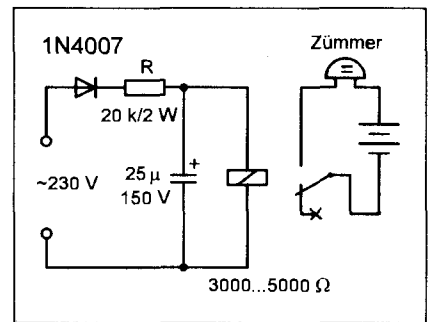
Sokszor szükség lehet egy olyan figyelő, jelző áramkörre, amely akkor ad

figyelmeztető jelzést, ha kimarad egy fontos berendezés tápfeszültsége. (Ilyen berendezés lehet például a központi fűtés keringetőszivattyúja, lakásriasztó stb.) A 13. ábra kapcsolása erre a problémára ad egy egyszerű megoldást.

Az alkalmazott jelfogó egy bontó (vagy morze) érintkezőpárral rendelkezzen. A meghúzási feszültsége a figyelni kívánt feszültségnél kisebb legyen. Az R ellenállás értékét (és terhelhetőségét) a figyelt feszültség nagysága, valamint a jelfogó adatai ismeretében számíthatjuk ki. A példában 230 V-os váltófeszültségre adtuk meg R értékét.

### „Szelektív” csengő

Hasznos dolog, ha már a csengetéskor megtudjuk, hogy a látogatónk melyik



13. ábra

bejáratnál várja a kapu kinyitását. Ehhez nem kell más, csak egy olyan jelző áramkör, amely más-más hangon jelez, ha az egyik vagy másik bejáratnál levő csengőgombot nyomják meg. Így már a jelzésnél megtudhatjuk, hogy melyik irányba induljunk beengedni a látogatót...

A 14. ábrán két 555-ös IC-vel megépíthető „kéthangú” négyszöggenerátor kapcsolást láthatunk. (A két darab 555 helyett egy 556 típusú IC-t is használhatunk, amely két timert tartalmaz egy közös tokban.) A két generátor kapcsolása csak a frekvencia-meghatározó elemekben tér el egymástól. A kívánt hangmagasságot a 100 kΩ-os, illetve az 47 kΩ-os trimmer-potenciometerekkel lehet beszabályozni. A működtető tápfeszültséget a már úgyszólván csengőreduktor váltakozó feszültsége szolgáltatja. Ezért a hagyományos csengő helyett egyszerűen alkalmazhatjuk az áramkört. Természetesen a kapcsolást egyetlen csengőgomb esetén is fel lehet használni, ilyenkor elegendő csak az egyik generátort elkészíteni.

**Híradástechnikai szaküzlet**

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.**

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

**Ω OMEGA ELEKTRONIKA Ω**

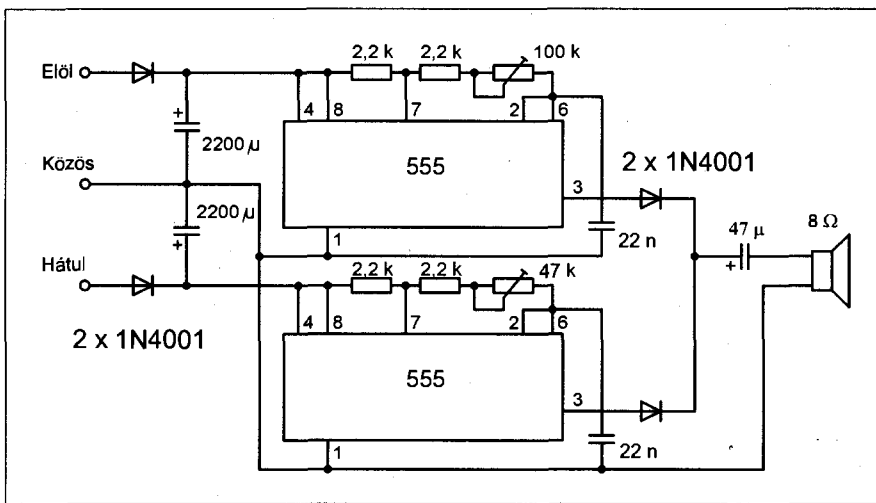
CCD-kamerák, PMR-rádiók, GPS-ek, ACCUCCELL akkuk, IC-k, ellenállások, kondenzátorok, tranzisztorok, LED-ek, passzív alkatrészek, kvarcok nagy választékban. Amatőröknek engedmény! Postai utánvételes csomagküldés!

Omega Kft.  
H-8600 Siófok, Szűcs u. 2.  
☎ (06-84) 313-673 vagy 510-558  
[www.omegakft.hu](http://www.omegakft.hu)  
omegakft@omegakft.hu

**Ferritmagos tekercsek, ferritmagos transzformátorok, hálózati transzformátorok, NF-tekercsek, csévetestek, ferritek, smd-induktivitások, Amidon porvasmagok nagy választékban kaphatók! Postai utánvétellel is szállítunk.**

**TALI Bt.**

2600 Vác, Rádi út 1-3.  
☎ 06/27/501 220 Fax: 06/27/501 221  
E-mail: tali@mail.digitel2002.hu



14. ábra

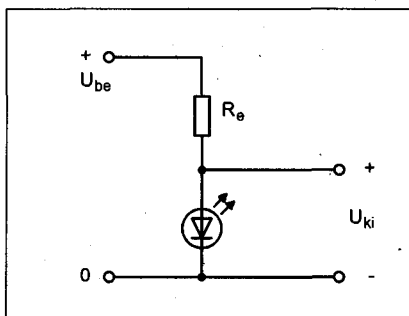
### Jó – nem jó?

A 15. ábrán tulajdonképpen nem is egy kapcsolást, hanem egy egyszerű, de sokszor hasznos módszert mutatunk be. Ha éppen nincs kéznél egy tranzistorvizsgáló, de meg kellene állapítani egy tranzistor működőképességét, akkor egyszerűen segíthetünk magunkon, ha van egy ohmmérőnk. A szokásos ellenőrzés – bázis-emitter, illetve bázis-kollektor „dióda” vizsgálat – helyett gyorsabb és többet is mond az ábrázolt módszer. A lényeg, hogy ujjunk bőrelenállásával nyitjuk a tranzisztort, mely nyitást jól lehet érzékelni az ellenállásmérőn: jó tranzisztornál a mutatott érték lecsökken.

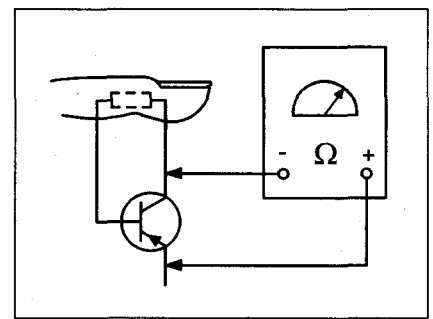
*Figyelem! A kisteljesítményű RF és a kiszajú (sérülékeny) tranzisztortípusok esetében e módszer alkalmazása nem javasolt!*

### Kis feszültség stbilizálása LED-del

A 16. ábrán látható egyszerű áramkörrel kb. 1,6...1,9 V-os, meglehetősen stabil feszültséget állíthatunk elő.



16. ábra



15. ábra

sen egy időben mindkét irányba való indítást kezdeményezni. Ilyen és hasonló célokra villamos retesz alkalmazása célszerű. A 17. ábra egyszerű megoldást mutat erre. Ha megnyomjuk az Ny<sub>1</sub> nyomógombot, akkor T<sub>1</sub> kinyit, a J<sub>1</sub> meghúz. Ilyenkor hiába nyomjuk meg az Ny<sub>2</sub> gombot, a T<sub>2</sub>-re nem juthat nyitófeszültség, mert azt megakadályozza a J<sub>1</sub> bontó érintkezője. Amennyiben először az Ny<sub>2</sub>-t nyomjuk meg, akkor a T<sub>1</sub> nyitási kísérlete hiúsul meg.

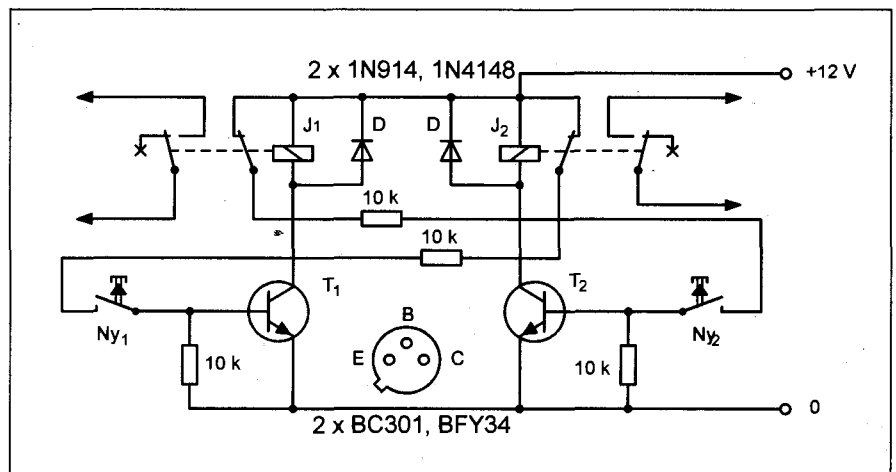
### Egyszerű biztosítékór

Néhány alkatrész felhasználásával egy hasznos kis segédáramkörhöz juthatunk. A 18. ábra kapcsolásában a glimmlámpa folyamatos fénnel világít, ha a biztosíték ép és van bejövő hálózati feszültség. Ha valamilyen oknál fogva a biztosíték kiolvad, akkor ezt a tényt a glimmlámpa villogó fénnel jelzi. Az első esetben a glimm a D<sub>2</sub>-n keresztül közvetlenül megkapja a hálózati feszültséget, így folyamatos fénnel világít.

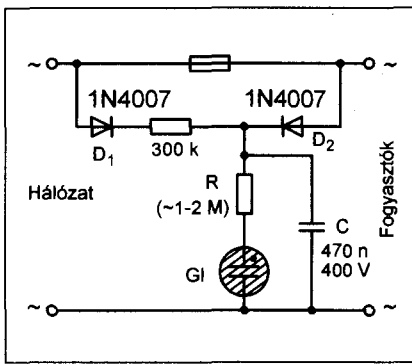
A második esetben a D<sub>1</sub>-n és a 300 kΩ-os ellenálláson keresztül kapja a glimm a táplálást. Ekkor, míg a C

### Elektronikus retesz

Írányváltós villanymotoroknál biztosítani kell, hogy még véletlenül se lehes-



17. ábra



18. ábra

kondenzátor fel nem töltődik a ködfénylámpa begyulladásí feszültségére, a glimm sötét. Mikor begyullad, akkor kisüti a C töltését és kialszik. A kondenzátor újra töltődni kezd és a folyamat periodukusan ismétlődik. Ha a glimm teljesen sötét marad, akkor nincs bejövő feszültség.

### Szabályozható stabkocka házllag

Mit tehetünk akkor, ha éppen nincs kéznél szabályozható kimenetű feszültségstabilizátor IC? A 19. ábra kapcsolása ezek helyettesítésére, elfekvő alkatrészekből történő „utánépítésére” mutat megoldást.

A jól ismert 7805 „talpponti” (2. láb) feszültségintjét egy teljes mértékben visszacsatolt műveleti erősítő kimenete vezérli. A műveleti erősítőt a kimenőfeszültség potenciométerrel (tehát változtathatóan) leosztott értékével vezéreljük. A stabilizátor eredeti kimenőfeszültsége az előbbi pont feszültség szintjének értékével – tehát

szintén változtathatóan – megnövekszik.

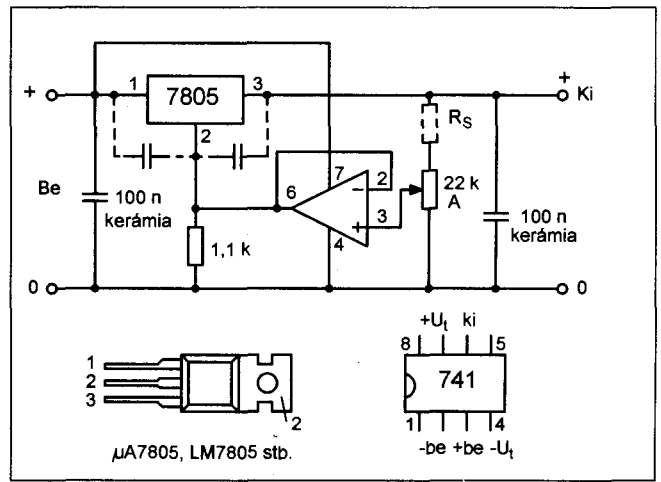
A kimenőfeszültség *minimális* értéke kb. 7 V lesz. A kimenőfeszültség maximális értékét úgy számítjuk, hogy a bemeneti értékből – amely legfeljebb 35 V lehet – levonunk kb. 3 V-ot.

Az  $R_S$  ellenállás a kapcsolás, úgymond, holt szabályozási tartományát (azt a potméterállás-tartományt, amelyben a kimenőfeszültség már nem növekszik tovább) csökkenti, ill. szünteti meg.

A műveleti erősítő pl. 741 vagy 748 típusú lehet. (Utóbbinál az 1. és a 8. lábak közé egy 30 pF-os kompenzáló kapacitás kötenőd!) A többi kondenzátor 0,1...1  $\mu$ F-os kerámia vagy csepp-tantál típus lehet (gerjedésgátlók).

### Bemeneti osztó műszerhez

A FET-es (régebben elektroncsöves) bemenetű elektronikus voltmérőkhöz



19. ábra

az átkapcsolható bemeneti feszültségosztó ellenállásainak összeválogatása körülményes feladat (pontos ellenállásérték, kis hőmérsékleti tényező és „öregedés”, még elfogadható méretek stb.). A gondot a REMIX V9113 (K9813, HPL-525) típusú, „10 M $\Omega$ -os” osztójával hidalhatjuk át. Ennek belső kapcsolása és műanyag DIL-házának küllemrajza a 20. ábrán látható.

Az integrált áramkör 1. kivezetése a mérőkészülék közös (test) pontjára, a 8. pedig a mérendő feszültséghez ( $U_{be}$ ) csatlakozzon. A 7. lábón e feszültség 1/3 része, a 10. lábón 1/10 része ... a 2. lábón pedig 1/30 000 része jelenik meg. Az 1. és a 8. láb között mérhető összellenállás 9,8999 M $\Omega$  1%, s az ide kapcsolható maximális feszültség 1 kV. A részellenállások tűrése szintén 1%, hőmérsékleti tényezője  $2,5 \cdot 10^{-4}/C$ .

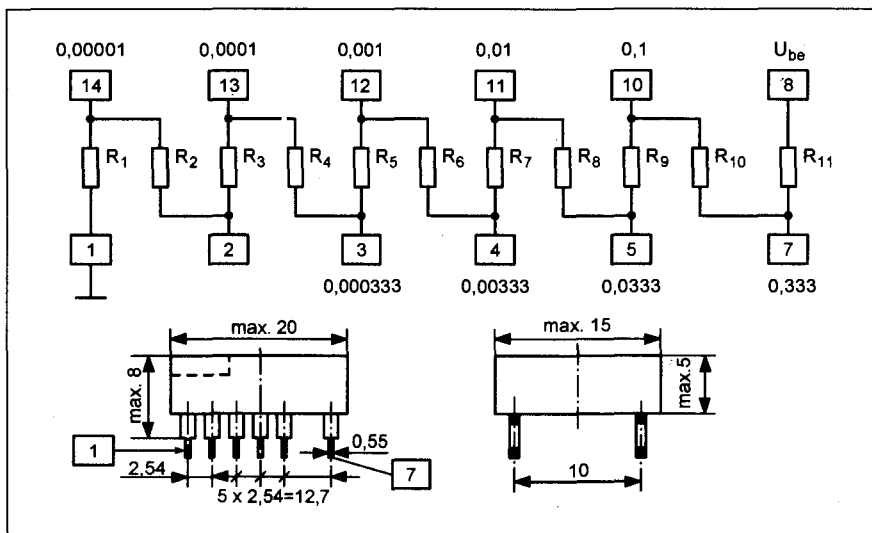
### Astabil multivibrátor

A 21. ábrán egy egyszerű, viszonylag stabil frekvenciájú, a kilohertzes tartományban meredek jeleket (fel- és lefutást) biztosító szabadonfutó multivibrátor kapcsolása látható. A kimeneti jel szimmetrikus négyszög. A rezgés periódusidejét a  $T = 2R_2C \ln(1 + 2R_1/R_4)$  összefüggésből határozhatjuk meg. Ha  $R_1 = R_4$ , akkor  $T = 2,2R_2C$ , az ábrán jelzett értékekkel kb. 1 ms.

Az  $R_2$  praktikus értéke az  $R_1$  és az  $R_4$  paralel eredője lehet. Amennyiben FET-bementű műveleti erősítőt alkalmazunk, akkor az  $R_1$ ,  $R_2$  és az  $R_4$  értéke akár a tízszeresére is megnövelhető.

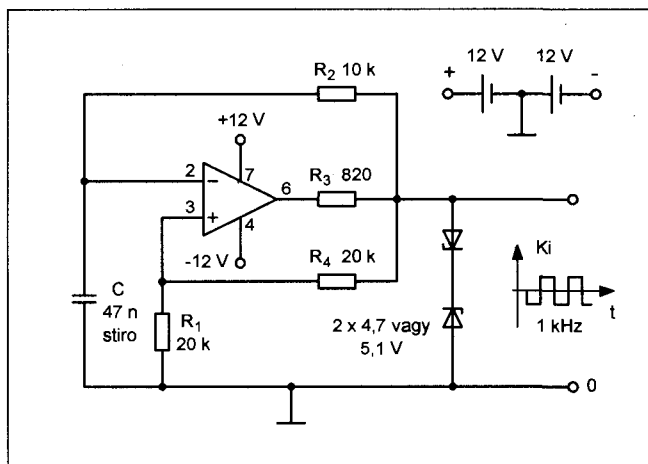
### Másodvaku indító

A másodvakuhoz a fővakutól általában nem vezethetünk hosszú zsinórt. A

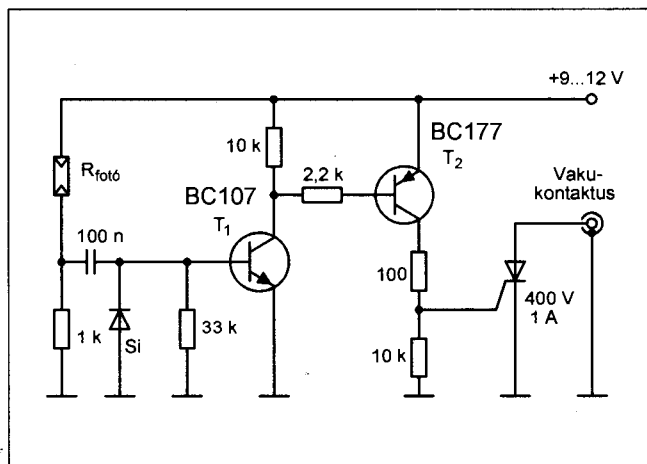


20. ábra





21. ábra



22. ábra

22. ábrán vázolt áramkör vezetékös összeköttetés nélkül működik. A megoldás lényege az, hogy kapcsolásunk érzékeli a fővaku felvillanását, s a fényimpulzus segítségével (gyakorlatilag ugyanabban az időben), még a fővaku égési idején belül villantja a másodvaku.

A fővaku villanását a fotóellenállás érzékeli, így egy pozitív impulzus jut a  $T_1$  bázisára. A kondenzátor a bázis-emitter diódával differenciáló kapcsolást képez. Ez megakadályozza, hogy a másodvaku lassú fényerőváltozásokra is reagáljon. Nyugalmi helyzetben mindkét tranzisztor zárt állapotú, így a tirisztor sem kap vezérlést. Fényimpulzus hatására a  $T_1$  nyit, ez szintén rövid időre nyitja a  $T_2$ -t, amely gyújtóáramot ad a tirisztornak. A tirisztor vezetésbe billen és zárja a másodvaku indítócsatlakozóját.

A 100  $\Omega$ -os ellenállás a tirisztor-gyújtóelektroda áramát korlátozza.

### Wien-hidas oszcillátor

A Wien-hidas rezgéskeltőkben az amplitúdóstabilizálást többnyire izzólámpával vagy FET-tel oldják meg. Ezúttal egy kissé szokatlan, igaz, nem nagy minőségi igényeket kielégítő kapcsolást mutatunk be.

A 23. ábrán látható Wien-hidas oszcillátor a nullponthoz képest szimmetrikus szinuszelet ad. A kimenőjel amplitúdójának határolására a kapcsolásban a Z-dióda szolgál, könyökfeszültségénél annak differenciális ellenállása lecsökken és söntöli az  $R_2$ -t. A kimenőfeszültség ekkor csökken, s végeredményben beáll egy egyensúlyi állapot.

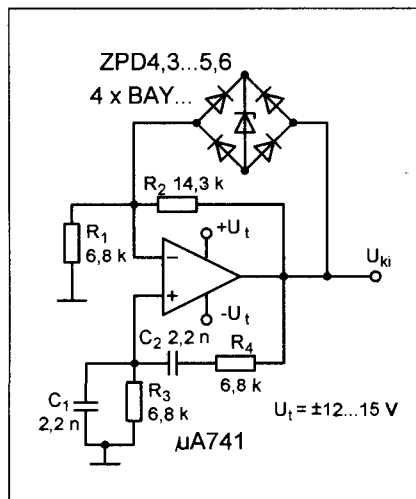
A kapcsolás rezgési frekvenciája (a rajzon megadott értékekkel) kb. 10,5 kHz. ( $C_1 = C_2 = C$ ,  $R_3 = R_4 = R$ ,  $f = 1/2\pi RC$ .) A kimenőfeszültség kb. 5 V.

### W9131 hibrid teljesítményerősítő

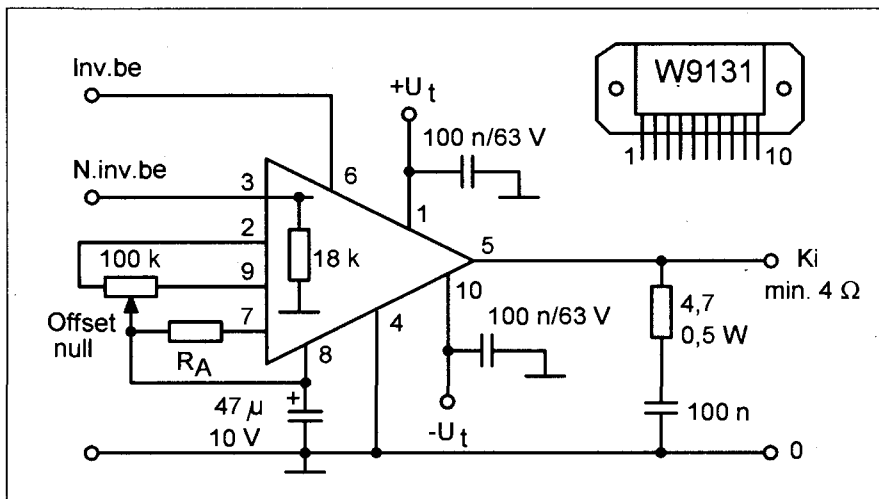
A hazai REMIX gyár fénykorából származik a W9131 típusú, hibrid technológiával készült hangfrekvenciás teljesítményerősítő IC. Az áramkört a gyártó szórakoztatóelektronikai célokra hozta forgalomba, s ehhez a 24. ábrán vázolt bekötési ajánlást publikálta.

Az erősítő túláram, túlvezérlés, rövidzár ellen beépített elektronikus védelemmel, hőkompenzációval rendelkezik. A működés közbeni hődisszipáció elvezetésére alumínium tartólap, a mechanikai védelemre műanyag ház és műgyanta kiöntés szolgál.

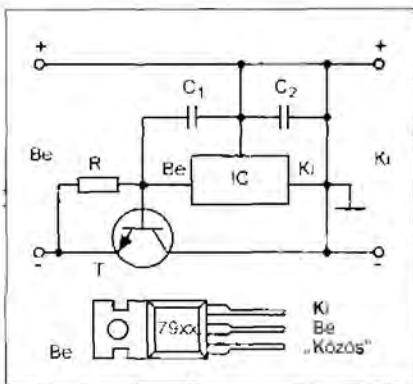
A javasolt tápfeszültség  $\pm 35$  V, ekkor a nyugalmi áramfelvétel tipikusan 90 mA, s kb. 70 W kimenőteljesítmény nyerhető 4  $\Omega$ -os terhelésen ( $\pm 20$  V, 50 mA, 20 W). A zárthurkú erősítés  $R_A$ -val változtatható, pl. 2,2 k $\Omega$  esetén



23. ábra



24. ábra



25. ábra

26 dB, 270 Ω esetén 34 dB. A 26 dB-es erősítés beállításakor a frekvenciaátvitel 20 Hz-től 25 kHz-ig terjed, a harmonikus torzítás pedig 20 kHz-en tipikusan 0,05% (max. 0,1%).

### „Megfejtelt” stabkocka

A kimeneti terhelhetőség növelése érdekében az egyszerű, kisteljesítményű feszültségstabilizátor IC-eket (egy további apró ötlelet bevetésével) párhuzamosan kapcsolhatjuk. Egy másik lehetőség az IC „megfejtése” teljesítménytranzisztorral. A szintén ismert kapcsolásban a póttranzisztor az IC kimeneti (belső) tranzisztorát tulajdonképpen

komplementer Darlington-párrá bővíti. A teljes kapcsoláson legalább 3,2...3,6 V kell, hogy essen (drop).

A 25. ábrán látható, „kiforgatott” megoldás negatív feszültségre kifejlesztett IC-vel működik. A T teljesítménytranzisztorhoz nem szükséges önálló hűtőbordát és/vagy csillám szigetelést használni, mivel hőelvezetés céljára a készülék fémháza szolgálhat, s ide fémesen, igen kis hőellenállással szerelhető fel pl. a 2N3055 vagy a BD249. A tranzisztor csak akkor nyit, ha az emittére és a bázisa közötti feszültség meghaladja a 0,6 V-ot. Az R praktikus értéke

$$R_1 = \frac{0,6 \dots 0,7 \text{ [V]}}{I_{ICmax} \text{ [A]}}$$

A nevezőben az IC maximális terhelőárama szerepel. A C<sub>1</sub> és C<sub>2</sub> pl. 100 nF-os kerámia vagy 1 μF-os tantál legyen. Az IC-t külön kis hűtőfülre vagy galvanikusan szigetelten (csillámmal) a dobozra szereljük. A szilikonsirt itt se feledjük!

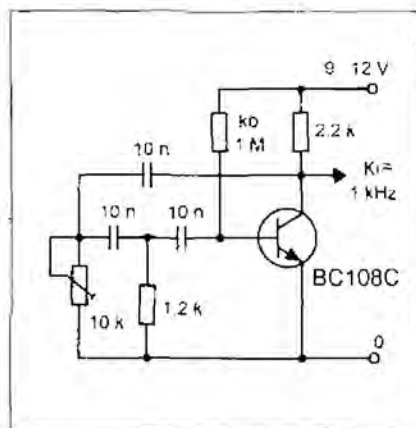
Ábránkkal csupán egy alap gondolatot szemléltetünk, a túláramvédelem és a táplált fogyasztó túlfeszültség-védelme természetesen további áramkörbővítést kíván.

### Fázistolós oszcillátor

Szinte pillanatok alatt összeállítható rezgékeltőt mutat a 26. ábra. A kb. 1 MΩ-os báziselőfeszítő ellenállástól balra ábrázolt R és C elemek kb. 1 kHz-en egy 180 fokos fázistolót alkotnak, amely a tranzisztor kollektor-bázis, szintén 180 fokos fáziseltéréssel folyamatos rezgést eredményez. A kapcsolás – a fázistoló viszonylag nagy csillapítása okán – csak kb. 300 feletti betájú tranzisztorral működik.

A szinusz kimenőjel harmonikus-tartalma (torzítása) kb. 5%, a rezgési

frekvencia néhány tíz kilohertzig a kondenzátorok értékeivel fordítottan arányos. A kimeneti impedancia kb. 2,2 kΩ.



26. ábra

**HÍRADÁSTECHNIKAI MŰSZAKI NAGYKERESKEDÉS**

8002 Székesfehérvár, Berényi út 72-100.  
Tel./fax: 06-22-325-710, 06-30-268-31-06  
Nyitva: hétfőtől-péntekig 8-15-ig

**VIDEOTON RÁDIÓ-, TV-ALKATRÉSZEK,** modulok, távvezérlők, félvezetők, kondenzátorok, ellenállások, mechanikai alkatrészek, nyáklemezek stb. eladása és szállítása utánvétel/ai.

Rendelésre (telefon, fax, levél) a szállítást rövid határidővel teljesítjük. A megrendelés mennyiségétől függően a szállítási költséghez kedvezményt adunk. Kérésre árjegyzéket küldünk.

**1 Segítsen 1% Ön is!**

**Reményi István Rádióamatőr Alapítvány**

**18226429-1-43**

Az alapítványt támogatja a

**RÁDIÓTECHNIKA Elektronika FÜZETEK**

**„AKCIÓ-255”**

**EVKÖNYVRENDELÉS**

**3300 Ft helyett CSAK 2790 Ft-ért!** (plusz postaköltség)

Már most megrendelheti és megveheti a 2007-es **RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVÉ**-t (Szállítása 2006 novemberében.)

Ajánlatunk (rendelésre/belízetésre) **2006. június 30-ig érvényes!**

Rendelek: ..... db-ot.

Név: .....

Cím: .....

Ezen OLVASHATÓAN kitöltött megrendelés beérkezése után küldjük a csekket. Címünk: Rádióvilág Kft., 1374 Budapest, Pf. 603. Akciós megrendelést csak ezen az eredeti megrendelőszelvényen fogadunk el!



# HIRDETÉSEK

Akkuvásár a HAM-bazárban	152. oldal	OPTITECH Kft.	223. oldal
ANICO Kft.	Borítólap I.	PMR adó-vevők	8. oldal
C+F Kft.	B. I., 33. oldal	PROFITECH Kft.	195. oldal
chipCAD Kft.	Borítólap II.	RAKOTRADE Kft.	3. oldal
Commed Trade Kft. (CMT)	77. oldal	Rádiós könyvek	101. oldal
Deáki Elektronika Kft.	69. oldal	RÁDIÓTECHNIKA előfizetési akció	237. oldal
ElektroArt Bt.	77. oldal	Rádiótechnika iskola akció	28., 237. oldal
ELFA – AGeta Kft.	B. I., 11. oldal	Rádiótechnika évkönyv akció	72. oldal
ELMŰ Rt.	Borítólap III.	Rádiótechnika Software Service	31. oldal
„Fémkeresők” – HEF 1. kötete	233. oldal	REFLEX Kft.	67. oldal
GIGatechnik	251. oldal	Reményi I. Rádióamatőr Alapítvány	255. oldal
GLOBAL FOCUS Kft.	23. oldal	RET elektronika (Robtron El. Trade Kft.)	B. I., B. IV.
H&M Trafo Kft.	77. oldal	Régi RT-k és HE-k beszerzése	218. oldal
HIFImix online műszaki áruház	165. oldal	SAGAX Kft.	89. oldal
INCOMP Kft.	B. I., 77. oldal	TALI Bt.	251. oldal
LOMEX Kft.	33. oldal	Szakkönyvek a HAM-bazárból	49. oldal
MAXWELL multiméterek	249. oldal	URBÁN Elektronika Kft.	129. oldal
Nemzeti Hírközlési Hatóság	193. oldal	VIDEOTON alkatrészek (Surányi J.)	255. oldal
OMEGA Elektronika	251. oldal	2007-es RT évkönyv akció	255. oldal



**Új évkönyvünkben, lapjainkban hirdetni?  
Kérjük, tájékozódjon internetes honlapunkon!**

**[www.radiovilag.hu](http://www.radiovilag.hu)**

**Rádióvilág Kiadó, tel./fax: 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 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



**Robtron Elektronik Trade Kft.**

- Elektronikai alkatrészek szállítása raktárról az ország egész területére
- A megrendelt árut már a következő munkanapon átveheti
- Több, mint 20000-féle raktáron lévő alkatrész közül válogathat
- Az általunk kiadott, több mint 700 oldalas katalógus segít Önnek a vásárlásban
- Ingyenesen küldheti rendelését a 06 80 824-610-es faxszámunkra

**ÚJ HELYEN A BUDAPESTI IRODÁNK!**

1102 BUDAPEST, Körösi Csoma S. út. 6.

Telefon: (1) 555-2450

Fax: (1) 555-2452

E-mail: budapest@ret.hu



**KÖZPONT**

6726 SZEGED

Déryné u. 24.

Telefon: (62) 554-600

Fax: (62) 554-610

Ingyenes fax:

06 80 824-610

E-mail: info@ret.hu

**ÜZLET**

6721 SZEGED

Szent Miklós u. 9/a.

Telefon: (62) 422-500

Fax: (62) 422-596

E-mail: uzlet@ret.hu

Diotec

TEKO

O. HEIL

Amphenol

VISHAY

ESKA

celduc

YAGEO

YAGEO EUROPE GMBH

Nc

LITEON

display

FUJITSU

Jauch

The pulse of progress

E-tec

the Swiss connection

RECOM

INTERNATIONAL POWER CORP.

HELMUT GERTH

TRANSFORMATOREBAU

fischer elektronik

FUTABA CORPORATION

Radiom

*Együtt a sikerért!*