

RÁDIÓ — TECHNIKA ÉVKÖNYVE 2007



GDO



70 W



iBUTTON



SM-kódok

50 éves...



R-7/a



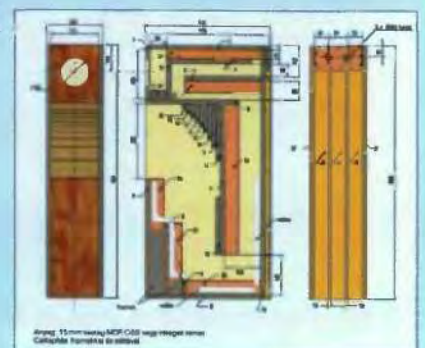
ret
elektronika
Központ: (62) 554-600
Iroda: (1) 555-2450
www.ret.hu

anico
Nyiregyháza – Budapest
Tel.: 42/507-620, Tel.: 1/329-4089
hivatalos
MOTOROLA TAIT YAESU
markakoreskedo es szakszerviz
www.anico.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
tel: 30/256-4288
AGeta
a megoldás az ELFA...

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



Propeller™

a Parallax™ új csipje

Mit érhetünk el nyolc 32 bites processzorral (COG-gal) egy csipben? Valódi, párhuzamos programfuttatást! A propellercsip nyolcéves tervezőmunka eredménye. A tervezés teljes egészében a Parallax-irodán belül történt, tranziszter-szinten, saját eszközeiket használva a prototípus elkészítéséhez! A Propellert magas szintű Spin™ és gépközei (assembly) nyelven programozhatjuk a gyártó honlapjáról ingyenesen letölthető szoftver segítségével. A Parallax által előre megírt video, egér, billentyűzet, RF, LCD, léptetőmotor és érzékelő-„objektumokkal” a Propeller-alkalmazások készítése során a munka rendkívül kényelmes, az eredmény pedig látványos lesz! A Propeller az első Parallax-tervezésű csip, mely a BasicStamp bélyegszámítógépeknél is egy jobb jövő elé néz!

Propellercsip-specifikációk

Tápfeszültség	3,3 VDC (2,7–3,6 VDC)
Külső órajel-tartomány	DC – 80 MHz (4 MHz-től 8 MHz-ig belső PLL használatával)
Belső RC-oszcillátor	12 MHz vagy 20 kHz
Rendszerórajel	DC – 80 MHz
Globális RAM/ROM	64 Kbyte; 32K RAM / 32K ROM
Processzor RAM	2 Kbyte processzoronként (512 duplaszó)
RAM/ROM szervezés	32 bites (4 byte vagy 1 szó)
I/O lábak száma	32
I/O láb terhelhetősége	50 mA
Fogyasztás	0,5 µA ... 80 mA

Számos Propeller-felhasználó készített saját objektumot, melyet a Propeller Object Exchange mozgalom keretében ingyenesen megoszthatnak mindenkivel! A következő címen csatlakozhat Ön is a mozgalomhoz, vagy a fórumhoz: www.parallax.com/propeller. Magyar nyelvű hírekért és információkért kérem látogassa meg honlapunkat (www.chipcad.hu) és fórumunkat (forum.chipcad.hu)!

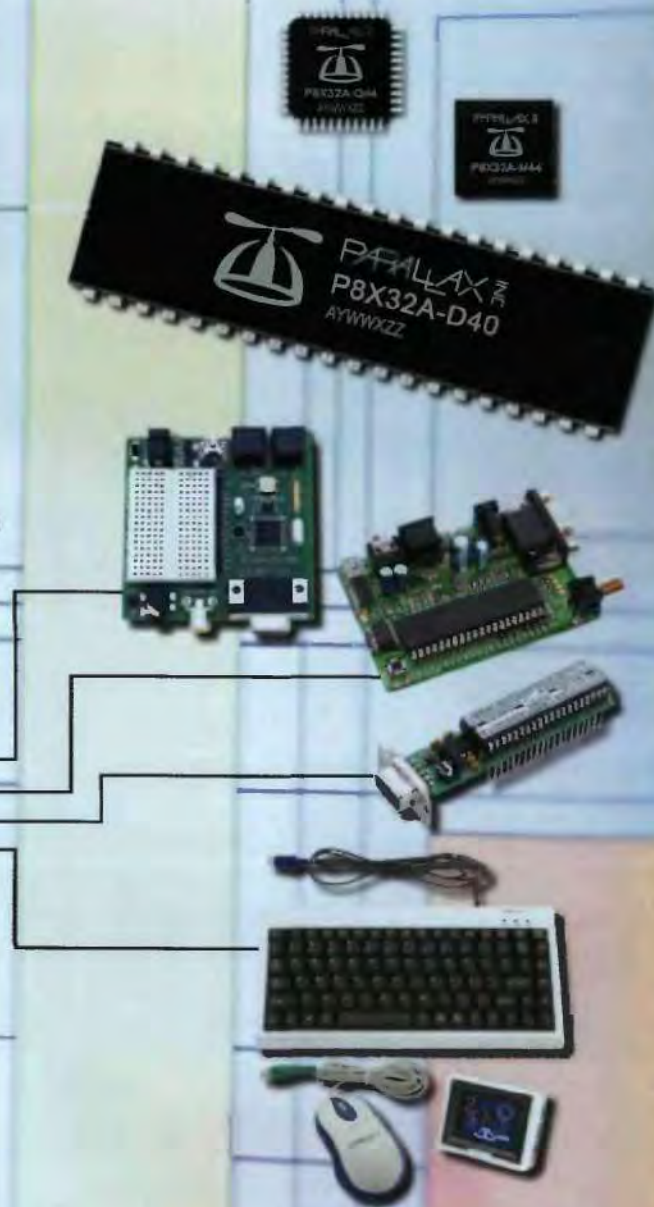
Propellercsipek	Click kód	Ár
P8X32A-D40 (40-Pin DIP) Chip	P8X32A-D40	2999 Ft+áfa
P8X32A-Q44 (44-Pin QFP) Chip	P8X32A-Q44	2999 Ft+áfa
P8X32A-M44 (44-Pin QFN) Chip	P8X32A-M44	2999 Ft+áfa
Propellerfejlesztők	Click kód	Ár
Propeller Demo Board	#32100	31 300 Ft+áfa
Propeller DIP demo BOX	P8X32DIPdemo	24 900 Ft+áfa
PropSTICK Kit	#32310	19 300 Ft+áfa
Propeller kiegészítő kit	#32311	24 100 Ft+áfa

Propeller és Spin a Parallax, Inc. védjegyei

chipCAD
DISTRIBUTION

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

PARALLAX
www.parallax.com



A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE 2007

KU-2007-007-2007

Szerkesztette:

Békei Ferenc főszerkesztő

okl. vill. üzem mérnök, HA5KU

Írták:

Balás B. Dénes távközlési technikus

Békei Ferenc okl. vill. üzem mérnök, HA5KU

Bus László okl. villamosmérnök

Chrenkó Ferenc villamosmérnök

Dósa György okl. villamosmérnök

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ/7

Dr. Fábíán Tibor okl. villamosmérnök

Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

Horváth Lajos rádióbemondó, HG5TZ

Kóger László híradásipari technikus

Dr. Kónya László okl. villamosmérnök

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök

Mednyánszky László villamosmérnök, HA7VC

Nagy Gyula villamosmérnök, HA8ET

Nagy Sándor okl. villamosmérnök

Nagymáté Csaba villamosmérnök

Pálinkás Tibor gépészmérnök

Plachtovics György műszeripari technikus

Dr. Simoncsics László okl. villamosmérnök

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök

Stefánik Pál okl. villamosmérnök, HA5BT

Vörös Tamás tanár

Zavaczki Andrea

Tartalomjegyzék

Előszó	3
Ötven éves a VT-rádió gyártás	4
A magyar R-7/a (és R-4) katonai rádióállomás vevőkészüléke	11
IButton és egyvezetékes kommunikáció A-tól Z-ig	15
Propeller - egy forradalmian új mikrovezérlő	34
Tölcséres hangsugárzók építése	36
70 W-os hibrid végerősítő	66
Elektroncsöves felhallgató-erősítő	80
Technikatörténet - évszámokban	88
Moduláris felépítésű csömérő	95
Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása (9.) Mérések és mérőműszerek	106
Hullámdetektorok	120
Moduláris felépítésű 8 digitális frekvenciamérő (2.)	125
A szuperregeneratív vevő	135
A megszakítások kialakítása és szerepe a mikrovezérlőknél	152
Emlékezés a Székesfehérvár-Öreghegyi Rádióállomásra	168
Akusztiikus kijelzésű GDO	171
HF-vegerősítő TDA7236-tal	176
Alternatív felépítésű, kábeles teljesítményelosztók a 2 m-es amatőrsávra	177
Az a „csodálatos” Triple leg antenna	184
Nagyfrekvenciás mérőpanelek	189
Katonai rádiók amatőrkézben (5.) - R-130 (2.)	193
CQ de HA... CQ de HG... 2006	215
A rádió és az űrhajózás	219
Áramellátás saját „mini” erőművekkel (2.)	223
Sok kis kapcsolás	230
SM-félvezetők kódjelölései	239
Akciós 2008-as évkönyv-rendelés	255
Hirdetések	256

© A könyvvel kapcsolatos
minden jog fenntartva!

A könyvben szereplő cik-
kek, ábrák, illusztrációk,
ill. azok részei szerzői jo-
gi védelem alatt állnak.
Azokat részben vagy
egészben bármilyen
módon reprodukálni,
adatrögzítő rendszerek-
ben rögzíteni és/vagy tá-
rolni, nyilvánosságra
hozni (az iskolai oktatás-
ban történő felhasználás
kivételeivel) a kiadó
egyéltelmű engedélye
nélkül tilos!

Kiadja:

Rádióvilág Kft.

A kiadásért felel: Békei Ferenc ügyvezető igazgató

Szedés: Sipos DTP-stúdió, Budapest

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

Nyomás: Szikra Lapnyomda Zrt., 0602976, Budapest, 2006

Felelős vezető: Máthé Sándor vezérigazgató

HU-ISSN 0557-6229

Előszó

A „Rádiótechnika” évkönyveinek immáron XL. 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.

Jelen számával negyvenedik kötetéhez érkezett a „Rádiótechnika” évkönyveinek folyama. Ezen alkalomból, a már két éve szebb kivitelben megjelenő kiadványainkhoz hasonlóan, évkönyvünknek is csinosabb megjelenést terveztünk. Az élet azonban közbeszólt! Be kellett látnunk, hogy a mostani, konvergencia-programtól zajos időszak, az erős gazdasági megszorításaival, nem kifejezetten a szebb kivitelű és drágább termékek vásárlására ösztönzi a kedves olvasóinkat... Maradtunk azért a „full color” kivitelnél, de egy szerényebb minőségű papíron. Azt reméljük, hogy negyvenedik évkönyvünknek legalább a tartalma lesz csillogó – a jubileumhoz méltón.

Lassan már csak a szakma öregjei emlékeznek a „Vidire”. Hogy ez ne így legyen, évkönyvindító cikkünkkel az 50 éves VT-rádió gyártásra emlékezünk. Székesfehérvár a rádió adóállomásairól is híres volt egykoron, erről is hozunk egy emlékező írást. De nemcsak az emlékezés, a legújabb technikák rövidebb-hosszabb bemutatása is jellemzi mostani kiadványunkat. Példa erre az „iButton” és az egyvezetékes kommunikációról, illetve a „Propeller” mikrovezérlőcsaládról szóló cikkünk. Jubileumi évkönyvünk kiváló szerzőinek sorából ki kell emelnünk Nagymáté Csaba villamosmérnök urat, aki több anyagunknál is társszerzőként jeleskedett. Ezek közül is kiemelendő – a manapság „újra felfedezett” – szuperregeneratív vevőkről közölt nagylélegzetű, hiánypótló, összefoglaló írás.

Legújabb évkönyvünkben – egyebek mellett – ismét jelentkeznek a szokásos állandó rovatok: az alkatrész-alkalmazás, a hangtechnika, a számítástechnika, a háztáji elektronika és az amatőr rádiózás. Bizton állítjuk: széles témaválasztékhoz kívánhatunk kellemesen hasznos évkönyvlelapozgatást.

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 hálózati okhoz
- Informatikai és kommunikációs csatlakozók



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, sugárvédő tartó bilincsek
- Tömítő és vízmentesítő garnitúrák



Antennen - Electronic

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

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

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



SWR-One
antenna SWR analízátor
20-2700 MHz -lg



MSK 25
SAT-TV-FM mérőmű
47-2150 MHz -lg

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
http://www.rakotrade.hu

Ötven éves a VT-rádió gyártás

Kóger László és Simoncsics László*

Sokan emlékeznek még a Videoton rádiókra és televíziókra, de kevesen tudják, hogy honnan indult és hová jutott ez a „szocialista nagyüzem”. A két szerző megismerli röviden bemutatni ezt a többszöri név- és profilváltással járó pályát, amely egyedülálló volt a híradástechnikai vállalatok történetében. Az elektroncsöves AM-vevőktől az integrált áramkörös HIFI-berendezésekig bezárólag ismertjük a közszükségleti vevőkészülékek fejlesztésének és gyártásának főbb lépéseit, sok képanyaggal illusztrálva. Ezek közül a csöves vevőkészülékek már a gyűjtők kedvenceivé váltak, a későbbi gyártásúak pedig még ma is használatban vannak.

Vadásztölténygyár

Az alapítás (1936–1938)

Az ismertetést egy, a kereskedelmi forgalomba nem került gyári kiadvány alapján állítottuk össze [1].

A harmincas évek második felében, a háborús felkészülés során, hazánkban új gyárak épültek. Ennek jegyében Vadásztöltény, Csappantyú, Gyutacs- és Fémárugvár Rt. néven új gyárat alapítottak Székesfehérváron.

A báró Weiss Manfréd és Brázay Kálmán tulajdonában levő részvénytársaságnak Magyarországon ekkor már három gyára működött: Magyaróváron, Nagytétényben és Budapesten. Ezekben nagyrészt hadianyagok gyártása folyt, és a székesfehérvári gyártelepnek is ez volt a tervezett profilja. A helyszín kiválasztása a védelmi céloknak megfelelt, a központ pedig Budapesten székelt.

Az építési területet a város északi részén jelölték ki. A gyár telepítésénél figyelembe vették a légi megfigyelés és támadás elleni előírásokat. Kis üzemegeket építettek egymástól távol, hogy légítámadás esetén a keletkező

kár minél kisebb legyen. A kazánház kéményét a szokottnál alacsonyabbra építették és álcázták, az utakat és az épületeket terepszínűre festették. Az éjszakai fények kiszűrődése ellen az üzemek ablakai feketére voltak mázolva, világítani csak közvetlenül a munkadarabra lehetett. Éjszaka az üzemben csak irányfény használatát engedélyezték. A légi úton történő felderítés lehetőségének mértékét saját repülőink rendszeresen ellenőrizték.

A termelés elindítása (1938–1943)

1938-ban próbáizem, 1939-ben folyamatos termelés kezdődött. A betanulás a csepeli Hadianyaggyárban folyt. Az első gépek túlnyomóan használt, elavult típusúak voltak, transzmissziós szíjhajtással. Nem voltak megfelelő mérőeszközök, az anyag és a szén szállítása – a vasút és gyár között – lovas kocsikkal történt.

1942 után a kapacitás bővítése érdekében gyors ütemben folyt az építkezés, a régi gépek nagy részét kicserélték, a gépcsarnokot precíziós szerzőgépekkel szerelték fel. Katonai parancsnok biztosította a megfelelő anyagellátást és az alkalmazottak behívás alóli felmentését, a gyárnak saját lőtere is fogdája volt.

Az éjjel-nappali munkához a munkaerőt csak nemzetiségiek és munkaszolgálatosok alkalmazásával lehetett biztosítani. Az általános éhínség ellen-súlyozására üzemi konyhát állítottak fel, ahol a dolgozók naponta ingyen „egyáltalét” kaptak.

A német megszállás (1944–1945)

1944. március 19-én a gyár német vezetés alá került. Ezután német megrendelésre, német rajzok és előírások szerint kellett termelni. A gyártás műszaki feltétele, a feldolgozandó anyagok, a megmunkáló és forgácsolószerszámok minősége egyre romlott. A gyakori légiriadók miatt mind sűrűbben szakadt meg a termelés.

A Székesfehérvárt ért első bombatámadás (1944. szeptember 19.) után a

katonai parancsnokság utasítást adott a gyár decentralizálására, majd a teljes leszerelésére. A berendezések, eszközök zömét és a dolgozókat családostul nyugatra szállították. A gyárat Ausztriában újból felállították és üzembe helyezték. Az ostrom során a város és a gyár is súlyos károkat szenvedett, az épületek 90%-a megsemmisült.

Háború után (1945–1948)

A város hivatalosan március 23-án szabadult fel a megszállás alól. Néhány nappal utána a részvénytársaság igazgatósága megtekintette a gyárat és elhatározta annak teljes lebontását, majd az itthon maradt dolgozók tiltakozása miatt elállt ettől a tervétől.

Szovjet katonai segítséggel mentesítették a gyár területét az aknáktól és bombáktól. A dolgozók önkéntes munkával az épületek egy részét és a közműveket helyreállították, a széthordott és a környéken elrejtett gépeket felkukták, visszaszállították.

1946 elején megindulhatott a termelés. A mezőgazdaság részére és a mindennapi élethez szükséges eszközöket gyártottak, ezeket élelmiszerre cserélték a környékbeli falvakban. Az új pénz – a forint – megjelenése (augusztus 1.) után a részvénytársaság igazgatósága újból megkezdte működését és konkrét megrendeléseket adott a vállalatnak.

1947-ben már a profiljának jobban megfelelő cikkeket gyártottak. „Alba Chemia” néven új gyárat is alapítottak. Ez főként gyógyszereket és fontos vegyi alapanyagokat készített (utóbbiakat pl. a VT részére), ám az államosítással megszűnt.

Az államosítás után (1948–1953)

Az államosítást (1948 áprilisát) követően nagyarányú beruházás és korszerűsítés történt. Szovjet megrendelésre, szovjet szakemberek irányításával folyt a munka, a kapcsolatok megromlásáig jelentős jugoszláv exportra.

A nehéz időszak tipikus eseménye volt, hogy 1951-ben, az egyik raktár

* A szerzők: Kóger László a VT Rádiógyár (Speciális Üzem), Simoncsics László a VT Fejlesztési Intézet (Bp.) dolgozói voltak.

felrobbanása után, a vezetőket őrizetbe vették és a vállalat élére egy tapasztalattal nem rendelkező kormánybiztost állítottak.

A nemzetközi helyzet enyhülése után új igazgatót neveztek ki, és célul tűzték ki a lakosság jobb ellátása érdekében közszükségleti cikkek gyártását. Ennek az időszaknak a főbb gyártmányai a „Dongó” kerékpár-segédmotor, a „Berva” és „Panni” kismotorok voltak.

Híradástechnikai alkatrészek és termékek gyártása (1954–1960)

A hadiipari gyártáshoz kapcsolódó finommechanikai tapasztalatok tették lehetővé, hogy 1954-ben elkezdődjék a híradástechnikai alkatrészek (forgókondenzátorok, potenciométerek) tömeggyártása. Ezek addig, az államosítás előtt, az egyes rádiógyárak saját termékei voltak. Ekkortól használja a gyár a VT emblémát.

A vevőkészülékek sorozatgyártása 1955-ben indult, az első rádió az R 545 típusjelzésű vevő volt, amelyhez a Telefunkon „Jubilate” szolgált mintaként.

Ebből és változataiból (R 545 A, B 545) összesen 100 000 db készült.

Az első rádiótípus kifejlesztése után gyors egymásutánban jelentek meg a továbbiak és ezeknek a kereskedelmi követelményeket kielégítő különféle változatai. Az első 15 évben (1970-ig) 2,5 millió vevőt állított elő a gyár, 39 alaptípus 162 változatában. Jelentős részük, kb. 40%-uk exportra került. Ezek a készülékek (lásd a következő fejezetben) ma már a gyűjtők kedvenceivé váltak.

1959-ben kezdődött a televízió-készülékek sorozatgyártása. A T 5391 típusú „Munkácsy” volt az első nagyképcsöves fekete-fehér tévé hazánkban, melyből 121 000 db készült, 50%-uk exportra.

Villamossági Televízió és Rádió-készülékek Gyára (VTRGY)

Névváltoztatás és ipartelepítés (1961–62)

1961-ben a vállalat az új profiljának megfelelően a korábbi Vadásztölténygyár (VT Gyár) nevet megváltoztatta. Már 1958-ban Veszprémfajszon kágyár létesült, majd 1961-ben az Újpesti Rádiószekrény Gyárat is a VTRGY-hez csatolták. 1962-ben Ajkán gyártelep



A „Jubilate”

épült a híradástechnikai anyagok és szerelvények gyártására.

Katonai célokra az ún. Rádiógyárban 1962-ben indult a speciális adó-vevő berendezések gyártása, szovjet dokumentáció alapján a Varsói Szerződés tagállamai igényeinek kielégítésére.

Tranzisztoros rádiók, színes-televízió (1964–68)

1964-ben lett a fehérvári gyár a rádiókészülékek „profilgazdája”. Ekkor szüntette be az Orion és a Telefongyár a készülékek gyártását és adta át a „Pacsirta” és az „Orion” tranzisztoros rádiók gyártását a VTRGY-nek. Ebben az időben kezdtek meg az áttérést a nyomtatott huzalozású technológiára. Az első saját fejlesztésű zsebrádió a „Madison” volt.

1967-ben mutatták be az első, még kísérleti színes-televíziót, az „Albacort” és a „Minivizor” elnevezésű hordozható fekete-fehér tévét. Ugyancsak ekkor kezdték a hangdobozok gyártását és a televízió-készülékek tranzisztorizálását [2]. A színes-tévék sorozatgyártása 1974-ben indult.

A Villamossági Rádió és Televízió Gyár megnevezés (1961–1967) túlságosan nehézkes volt, és a gyár önálló exportjoga is indokolta a névváltoztatást 1968-ban. Olyan nevet kellett választani, hogy az előzőleg használt VT-embléma megmaradjon.

VIDEOTON Rádió és Televíziógyár

1980. január 1-jétől

Videoton Elektronikai Vállalat

Abból az alkalomból, hogy 25 éves volt a VT-ben a híradástechnikai alkatrészek és rádió-vevőkészülékek gyártása, a Rádiótechnika folyóirat is több cikket közölt a vállalat történetéről és termékeiről [3].

HIFI-berendezések és számítástechnikai termékek (1968–90)

A vállalat vezetősége a termelés eddigi robbanásszerű bővülését továbbra is fenn akarta tartani. Ez csak egy új profil felvételével volt lehetséges, mert a KGST-ben a rádiógyártást Bulgáriára szakosították. Az „új gazdasági mechanizmus” (1968) szellemében az Orionnál nem lehetett a tévékészülékek és hangdobozok gyártását megszüntetni, a drága HIFI-berendezésekre pedig még nem volt kellő, fizetőképesség kereslet. Az új terület a számítástechnikai eszközök gyártása lett, amelynek voltak már különféle kezdeményei egyes intézményeknél (SZTAKI, KFKI, EMG). 1969-ben a KGST Egyesített Számítástechnikai Rendszerén (ESZR) belül a legkisebb, R-10 típusú gépet Magyarország kapta. Ennek fejlesztéséhez és gyártásához a Videotonnak voltak meg a legjobb feltételei, és a téma megszerzéséhez a legjobb kapcsolatai. A szakembergárdát csak Budapesten lehetett biztosítani, ezért az Elektronikai és Finommechanikai Kutatóintézetet Videoton Fejlesztési Intézet néven a Videoton Számítástechnikai Gyárhoz csatolták.

Hatalmas ütemben, a tanulással egyidejűleg folyt a fejlesztés és a gyártás, így 1972-ben megtörténhetett az R-10-es számítógérendszer jóváhagyása. A központi egységben még TTL digitális integrált áramköröket és 4 kbyte kapacitású ferritgyűrűs memóriamodulokat alkalmaztak. A forgódobos sornymotatókat Data Products licenc alapján gyártották. Ebben az időben még használatosak voltak a lyukszalagos és a lyukkártyás perifériák, a mágnesszalagos háttértárolók. A me-revlemezés tárolót bolgár importból szerezték be.

A fő probléma az volt, hogy az R-10-et folyamatirányító számítógépnek tervezték, de ebben az időben nálunk még nem volt igény az ipari folyamatok számítógépes irányítására. Annak ellenére, hogy mai szemmel ezeknek a rendszereknek a teljesítménye, szoftver-ellátottsága alacsony volt, és felépítése is eléggé komikusnak tűnik, gondoljunk arra, hogy ez volt a hőskor.

Sokkal sikeresebb volt az évtized végére kifejlesztett, IBM-kompatibilis VT-20 kisszámítógép rendszer, amelyet ügyviteli feladatok ellátására terveztek. A konzol-displayel egybeépített mikroprocesszoros központi egység mellett már kettős floppy-meghajtót



A Videoton ma



Az irodaépület ma

tartalmazott, és VT-20 BASIC nyelven volt programozható [4].

A sok nehézség ellenére mondhatjuk, hogy az 1975–1985 közötti időszak volt a Videoton fénykora. Megbízható táskarádiókat, kellemes hangzású HIFI-berendezéseket és hangdobozókat gyártottak, és itt volt a hazai számítástechnika bölcsője, ahol több ezer fiatal mérnök tanulta meg az új szakmát. Az olcsó IBM PC-k megjelenése és elterjedése vetett véget ennek az időszaknak.

1980-ban 19 000 foglalkoztatottja volt a Videotonnak és termékeit csaknem 50 országban ismerték. A számítástechnikai termékek alkalmazását mintegy 10 országban több, mint 500 szakember segítette.

Közszükségleti vevőkészülékek

A „Kádár-könyvek”-ben szinte hiánytalanul megtalálhatók a VT-féle vevőkészülékek képei és kapcsolási rajzai. Ezért nem törekedtünk még táblázatosan sem a teljes felsorolásra, hanem csak időrendi sorrendben néhány jellegzetes típust ismertettünk. (Terjedelmi okokból pedig ebben a cikkben nem tudunk két nagy területtel, a televízió-vevőkészülékekkel és a számítástechnikai eszközökkel foglalkozni.)

R 545: A gyár első típusa, amelyet a Telefunken „Jubilate” készülékéről „másoltak”. Az eredetit a Telefunken 50 éves fennállásának idején tervezték, ezért lett a neve Jubilate, és már az URH-sáv vételére is alkalmas volt. Az egykori történés szerint (amelyet „Mohai Pali bácsi” mesélt, aki akkor fiatal emberként a vevőkészülék fejlesztésén dolgozott) 3 db Jubilate vevő került a gyárhoz, és feladatuk a készülékekben levő modern technika adaptálását tűz-

ték ki. Mivel nálunk ekkor még URH-adás nem volt, ezért helyette rövidhullámú sávnyújtót építettek be. Ez a típus műanyag rácsos és hangszóró-selymes változatban is készült.

B 545: Több éven át telepes kivitelben is gyártották az 545-ös készüléket (kis fogyasztású, miniatűr telepes csövekkel). Mintegy 25 000 db készült ezekből.

B 545 A: Az eredeti Telefunken-készüléket is ellátták kapcsolóórával; így az 545-öt is készítették óras változatban. Az óraszerkezetet a MOM gyártotta. Csak a bekapcsolás idejét lehetett rajta beállítani, a készülék 1 óra elteltével automatikusan kikapcsolt. Ebből a változatból kb. 12 000 db-ot készítettek.

R 636 „Velece”: A 636-os volt az alaptípus, a gyár első saját fejlesztése. Nagy számban, többféle kivitelben készült –, csak a 636-os típusból több, mint 50 000-et gyártottak.

R 656 „Balaton”: A gyár első nagyobb készüléke. Noha csak középszernek számított, ám a „halász-sáv” (2–6 MHz) vételére is alkalmas volt. Ebből a külsőre is szép formájú, izléses rádióból 30 000 db-ot gyártottak.

R 736 „Fehérvár”: Csak középhullám vételére volt alkalmas ez az olcsó vevőberendezés. Többféle kivitelben, több éven át volt megvásárolható.

R 856 „Diadal”: Varázsszem nélkül R 846-os típusjellel is gyártották. Kisebb középszer készüléknek számított a mai szemmel nézve is izléses, szép rádió.

8668 típusjelzés alatt URH-s kivitel is volt. Ez volt a gyár első URH-s vevője. A 846-osból keveset, kb. ötezret, a 856-osból mintegy tízezret, míg a 8668 típusból már öt- vanezretet gyártottak.

R 926 „Badacsony”: Mint olcsó, egyhullámsávú készülék, a „Fehérvár” váltotta le. Színes (kék, zöld, piros) kalapácslakkal lefestett dobozában „vidám” készülékként jelent meg az üzletek polcain. Sok éven át több, mint százezer darab készült belőle.

R 946 „Szimfónia”: Kis, közepkategóriás készülék, olcsóbb típus, varázsszemmel és anélkül is készült. Öt év alatt több, mint százezer darab került a piacra.

EA 53 (F): Ez a készülék már modern külsejű, korszerű URH-s középszer. Az „F” kivitel, mint a többi típusnál is, ferritantennával is felszerelt változatot jelent. Mintegy húsz ezer készült ebből.

BZS 51 „Madison”: A gyár első zsebrádiója. Ez már egy „igazi” zsebrádió volt, amely nemcsak egy nagyméretű kabátzsebben fért el. Különböző kivitelben gyártották a modern polystyrol dobozát. BZS 51 típuszámmal kevés készült, azonban a modern külsejű Madisonból több, mint 40 000-et adtak a kereskedelemnek.

R 926 A „Dália”: A nagy sikerű Badacsony készülék modernizált változata, a kornak megfelelő tetszetősebb készülékházban.

EA 64 F: Kevés példány készült belőle. Az EA 53 F típus továbbfejlesztett változata, érdekessége a zöld színű skálalüveg.

R 4010 „Dallam”: Kisszerű kivitelben, csak középhullámú vételre. Olcsó, jó hangú készülék volt, kb. 50 000-es darabszámmal.

R 4500: Az R 4400 egyik változata, URH-s kisszerű készülék. Csak 4000 készült ebből a változatból.

R 5700: Ez a készülék a sokak által ismert AR 612 „Pacsirta” modernizált variációja. Divatos készülékházat ka-



R 545 (1956-58)



R 545A (1956-57)



B 545 (1956-59)



R 636 „Velence” (1956-59)



R 656 „Balaton” (1957-58)



R 736 „Fehérvár” (1957-60)



R 856 „Diadal” (1958)



R 926 „Badacsony” (1959-67)



R 946 „Szimfónia” (1958-64)



EA 53 F (1962-64)



BZS 51 (1964-65)



„Madison” (1964-65)

pott. Ez volt a gyár első sztereokészüléke, de a rádióvétel csak monó üzemmódban volt lehetséges. Sztereó hangfrekvenciás erősítőt építettek bele, amelyet sztereó lemezjátszóval történő összekapcsolás esetén lehetett kihasználni. Nagyon keveset gyártottak belőle.

B 3100 „Strand”: Egyszerű, a közép- és a rövidhullámú sáv vételére alkalmas táskarádió. Nagy mennyiségben készült – több, mint 70 000.

BR 103 „Camping”: URH-vételre is alkalmas táskarádió. Az alaptípus a 103-as volt; gépkocsiban használható kivitelben is készült. Továbbfejlesztett változatai: a 113 és 114 „Camping de Luxe”, ill. „Camping szuper”. A különböző változatokkal együtt nagy mennyiségben gyártották.

R 4100 „Junior”: Jó hangú kisszuper volt a közép- és a rövidhullámú sávok vételére. 4200-es típuszámmal URH-s kivitelben, a CCIR sávra „Superla” néven forgalmazták. Mindhárom készülékből nagyon kevés, csupán néhány ezer darab jelent meg.

R 4300 „Harmónia”: Nagyobb, csupán AM-sávok vételére alkalmas készülék.

RB 1601 „Miniszuper”: Kisméretű, közkedvelt készülék volt. Polistyrol készülékháza többféle színben készült. Csak AM-vételre volt alkalmas. Nagyszorban gyártották.

RB 2601 „Teenager”: Mint a neve is mutatja, főleg fiataloknak készült, a Miniszuper nagyobb változata, nagyobb hangszóróval és nagyobb teljesítményre. Sokat gyártottak belőle.

RB 3604 „Lido”: A táskarádió-család nagyobb tagja, csak az AM-sávok vételére készült. Az alaptípus a 3601–3602. Mindössze apró eltérések voltak közöttük. Ezeket kis darabszámban gyártották.

RA 5932 S: 1970-ben ez volt a gyár legnagyobb teljesítményű készüléke. Germániumtranzistoros, 2×6 W-os teljesítményű sztereóvégfokkal gyártották. URH-vételre készült OIRT és CCIR kivitelben, sztereoadások vételére is alkalmas volt.

RA 2101 „Velence de Luxe”: A csöves sorozat későbbi változata, többféle kivitelben. Azonos az R 4360 Velence készülékkel, csak a külalakja változott.

RA 2103 „Szatmár”: Csak AM-vételre alkalmas kisszuper –, olcsó készülék.

RB 2602 „Sirály”: Egyszerű, olcsó táskarádió, színes műanyag dobozban. Nem sok készült belőle.

RA 3301 „Nápoly de Luxe”: Műszakilag érdekes megoldás: a nagyszorban gyártott autórádió belső szerkezetét tették egy nagyobb készülékházba, egy nagyméretű hangszóróval egybeépítve.

DB 3611 „Camping Record”: A Camping-sorozat utolsó tagja már az URH-sáv vételére is használható volt. Szébb, praktikusabb készülékházat kapott.

RB 4602 „Sirius”: Kivételesen jó vételkésztségű táskarádió. Az URH-része korszerű félvezetős hangolással, programozható kivitelben készült.

RM 5632 S: Nagyon jó minőségű sztereós rádió-magnó. A mai napig is sok működik ebből a típusból.

Záró gondolatok

Képes beszámolóink természetesen nem teljes, csak a rádiógyártás első időszakát fogja át a 70-es évek végéig, mert a rádiógyűjtőket főleg ezek érdeklik. Ám nyomon követhető a fejlődés vonala az egyszerű csöves AM-vevőktől, a monó FM-rádiókon át, a tranzisz-

toros asztali és hordozható készülékekig.

A teljesség kedvéért meg kell említenünk azokat a modern készülékeket, amelyek még a mai napig is használatban vannak. Ezek is bizonyítják, hogy a Videoton gyár tudott jó minőségben, korszerű készülékeket gyártani.

Asztali HIFI-bereendezések

A 70-es évek második felében elárasztották az országot az import (főleg „baráti országból” származó) készülékek. Ezért a Videotonnak váltania kellett. Megkezdtek a külsőhangszórós, sztereó asztali készülékek gyártását, amelyek a HIFI-szabványnak is eleget tettek. A készülékeket a típusjelek mellett a következő fantázianevekkel látták el: Orfeusz, Cleopátra, Aida stb. A különböző méretű hangdobozok gyártásában erre az időre a gyárnak már tízéves tapasztalata volt [5].

HIFI-torony

A kor divatjának megfelelően a Videoton választékában a nyolcvanas évek elején a HIFI-torony is szerepelt, a lemezjátszót és a kazettás magnót az AKAI cég hangdobozok ellenében szállította, a Videoton a sztereotunert és a külön erősítőt gyártotta [6].

Irodalom:

- 1 A VIDEOTON Gyár története 1938–1970 (Gyári kiadvány)
- 2 Demeter Béla: A VTRGY múltja – jelene és a jövő perspektívája (RT 1967/2.)
- 3 Szőke Miklósné: A VIDEOTON Elektronikai Vállalat története (RT 1981/1.)
- 4 Garai Géza: A VF-20 kisszámítógép rendszer (RT 1981/1.)
- 5 Gerlák István és Niedetzky Mihály: Videoton hangdobozok (RT 1981/1.)
- 6 Lórodi Attila: Hi-Fi háztudó (RT 1981/1.)



Mi csak erősödünk, az árunk meg gyengül!

Árröbbség a HAM-bazárban!

190 mAh-s	6F22- (9V-os telep-) méretű	NiMH akku	1800 Ft/db
850 mAh-s	AAA- (mikroelem-) méretű	NiMH akku	400 Ft/db
1500 mAh-s	AA-méretű, forrófűtés	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- (góliáelem-) méretű	NiCd akku	1800 Ft/db
8000 mAh-s	D- (góliáelem-) méretű	NiMH akku	2900 Ft/db

(átás árak)

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 ELEMESZEN,
INKÁBB AKKUZZON!**



R 926 A „Dália” (1964–66)



EA 64 F (1963–64)



R 4010 „Dallam” (1965–67)



R 4500 (1967)



R 5700 (1964–66)



R 4100 „Junior” (1967)



B 3100 „Strand” (1967–69)



BR 103 „Camping” (1966–68)



RB 3604 „Lido” (1969)



R 4300 „Harmónia” (1967–69)



RB 2601 „Teenager” (1967–69)



RB 1601 „Minisuper” (1967–69)



RA 2103 „Szatmár” (1970–71)



RM 5632 S (1979–84)



RA 2101 „Valence de Luxe” (1970–71)



RB 2602 „Sirály” (1970–71)



RB 3611 „Camping Record” (1970–71)



RB 4602 „Sirius” (1970–71)



RA 5932 S (1970–72)



RA 3301 „Nápoly de Luxe” (1972–75)

KEDVEZMÉNNYEL » A MAGYAR RÁDIÓZÁS HŐSKORA « c. könyvsorozat kötetait 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. I. em. 130. ● ☎ Budapest, Pf. 603. H-1374 ● ☎ 239-4932, 239-4933 ● hambazar@radiovilag.hu

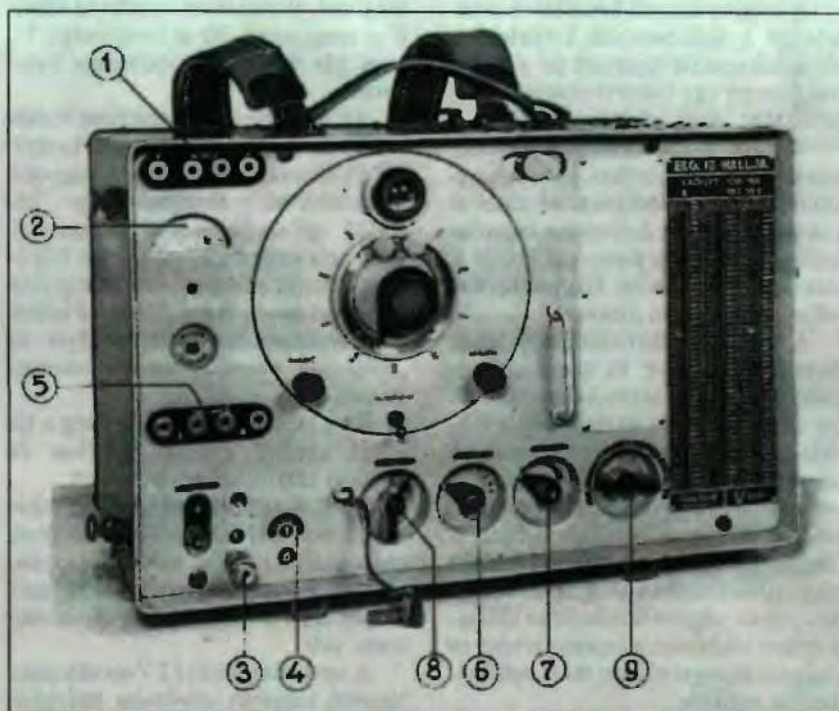
A magyar R-7/a (és R-4) katonai rádióállomás vevőkészüléke

Balás B. Dénes
távközlési technikus

A készülék történetét Kerényi István ezredes írta meg „Katonai rádiózás hőskora” című, 1995-ben kiadott könyvében. Az I. világháborús KLERÁ kisértőállomás mintájára a '20-as évek végén, az Egyesült Izzóban fejlesztettek ki egy 10 W-os adókészüléket. Az elkészült rádióállomás vevője azonban már nem egyenes, hanem korszerű, szuperrendszertű lett és a Standard kapta meg a gyártását.

A Haditechnikai Intézet szervezésében 1930-ban próbálták ki a Standard Rt. által legyártott készüléket. Később az adón és a vevőn is változtatásokat hajtottak végre, a módosított készülék lett az R-7/a. A „sima” R-7 és az R-7/a között az áramellátásban volt különbség, utóbbinál az adó teljesítményét akkumulátoros üzemnél duplájára növelték, 20 W-ra, szükség-áramellátás céljára pedig egy lábbal hajtható generátort alkalmaztak.

A Magyar királyi Honvédség hivatalosan 1939-ben rendszeresítette az R-7/a rádióállomást, a megmaradt „Műszaki leírás kivonat”-át 1942-ben adták ki. Ebben az az érdekes, hogy sem a kapcsolási rajz (1. ábra) nem egyezik a megvalósult készülékkel, sem alkatrészjegyzék nem adott hozzá. Javító-műhelyek részére nyilván léteztek részletes rajzok, ebben a kivonatban azonban még a csövek típusát is titkosították:



A vevőkészülék előnézetben. 1. Antennacsatlakozó hüvelyek, 2. Tápfeszültség-ellenőrző műszer, 3. Földelés-csatlakozó csavar, 4. Hétélesítő trimmer, 5. Fejhallgató-csatlakozó hüvelyek, 6. Kereső, 7. Hangerőszabályzó, 8. Húllámkörzet-kapcsoló (II. állásban), 9. Üzemmódkapcsoló („KI” állásban)

ták: fedőszámot kaptak, 32, 33 és 34 jelű csöveket kellett beleszerelni.

A vevőkészülék nagyfrekvenciás előerősítő, keverő, KF-erősítő, demodulátor és hangfrekvenciás erősítőfokozatokból épült fel, EBF2 típusú csövekkel. Csak keverőcsőnek alkalmazták EF8-as októdát. Ez nem lehetett túl sikeres megoldás, mert az 1942 körül kiadott (R-7/a) példányban már gyárilag bekötött ECH3 keverőcsövet találtam. Az anódfeszültséget EZ2/3 egyenirányító szolgáltatta. Középfrekvenciának a Standard más vevőiben is használt 456 kHz-et választották. Ugyancsak átvettek megoldásokat Standard gyártmányú polgári készülékekből. Például a hangerőszabályzást úgy oldották meg, hogy lényegében az érzékenységet is változtatták vele, a három nagyfrekvenciás fokozat előfeszültségét egyszerre állítva egy potenciométerrel, mely a csövek közös katódkörébe van bekötve. Ehhez hasonló megoldás látható a Standard Kis szuper (1941), Elit szuper U és Extra szuper (1942) készülékek rajzaiban.

A készüléket fejhallgatós vételre tervezték, frekvenciatarományja a középhullám felső és a rövidhullám alsó sávjára terjedt 357 m-től 132 m-ig (840 kHz-től 2270 kHz-ig), két sávban megosztva. (A '60-as években ezek a sávok katonai hírközlésre már használhatatlannak bizonyultak. Az esti órákban a műsorszórók zavartak, a nappali órákban pedig annyira beajosodtak, hogy a hatótávolság néhány kilométerre csökkent. A '30-as évek végén viszont még úgy gondolták, hogy ezekben lehet a legmegbízhatóbb kapcsolatot létrehozni. A holtzónajelenség miatt féltek a rövidhullámoktól, az URH-tól pedig még jobban...)

A készüléket fejhallgatós vételre tervezték, frekvenciatarományja a középhullám felső és a rövidhullám alsó sávjára terjedt 357 m-től 132 m-ig (840 kHz-től 2270 kHz-ig), két sávban megosztva. (A '60-as években ezek a sávok katonai hírközlésre már használhatatlannak bizonyultak. Az esti órákban a műsorszórók zavartak, a nappali órákban pedig annyira beajosodtak, hogy a hatótávolság néhány kilométerre csökkent. A '30-as évek végén viszont még úgy gondolták, hogy ezekben lehet a legmegbízhatóbb kapcsolatot létrehozni. A holtzónajelenség miatt féltek a rövidhullámoktól, az URH-tól pedig még jobban...)



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



haupa
Létező vállalat



BELZER
Készítők



Erem
Fogó cégek



Weller
Márkaszaküzlet

A magyar katonai készülékek érdekessége a skálabeosztás kivitelezése. Nem frekvenciát tüntettek fel a skálákon, hanem egy lineáris számozást alkalmaztak, amit „folyószámnak” neveztek. Az R-7/a vevő skáláján egy osztás 10 kHz-es értéket jelent. A készülék előlapján táblázatot helyeztek el a skálaosztás és a frekvencia összehasonlítására. Még a tapasztalt rádiós is csak körülbelül tudta, hogy állomása milyen frekvencián működik.

A vevőkészüléket alkalmassá tették távirójelek vételére: az üzemmódkapcsoló „távíró” állásában bekapcsolódik egy ún. táviró-oszcillátor, mely a KF-frekvenciával közel azonos rezgéseket ad. A frekvenciaeltérés fütty formájában hallható. Ugyancsak a táviróvételt lehetett javítani a beépített hangfrekvenciás szűrőkörrel. A távirász éjszaka vagy rádióskocsiban sötét, rossz világítású helyen végzett munkáját az előlapra épített kihúzható lámpaszerviz és a nagyítóüveggel ellátott skála belső világítása segítette.

A vevő érzékenysége olyan, hogy antennaként néhány méteres huzal már

megfelel. Hivatalosan az adóval közös 9 m magasságú, 30 m hosszúságú T-, vagy pár méteres kocsiantennát használtak.

Az oszcillátorkör hangolása összesen 3 db forgókonduktáttal történt: az állomásválasztó (kereső) nagyobb kapacitásával, továbbá egy kb. 45–55 pF-os hitelesítő trimmerrel, mely arra szolgált, hogy a vevőt folyószám szerint pontosan összehangolják az adóval és végül egy 15–25 pF körüli kis forgókonduktáttal, mellyel az „elmászott” ellenállomást lehetett megkeresni.

Ez a kereső-konduktátor még a tíz évvel később gyártott R-20-as és R-30-as készülékeknél is létezett...

Az R-4 rádióállomás vevője teljesen azonos volt ezzel az R-7/a vevővel, csak alkalmazásában volt eltérés: páncélautóba szerelték, antennája az autó tetején levő korlátantenna vagy botantenna volt.

A vevőkészüléket 12 V-os akkumulátorról, beépített vibrátoros átalakítóval táplálták. A csövek fűtését közvetlenül az akku biztosította úgy, hogy a

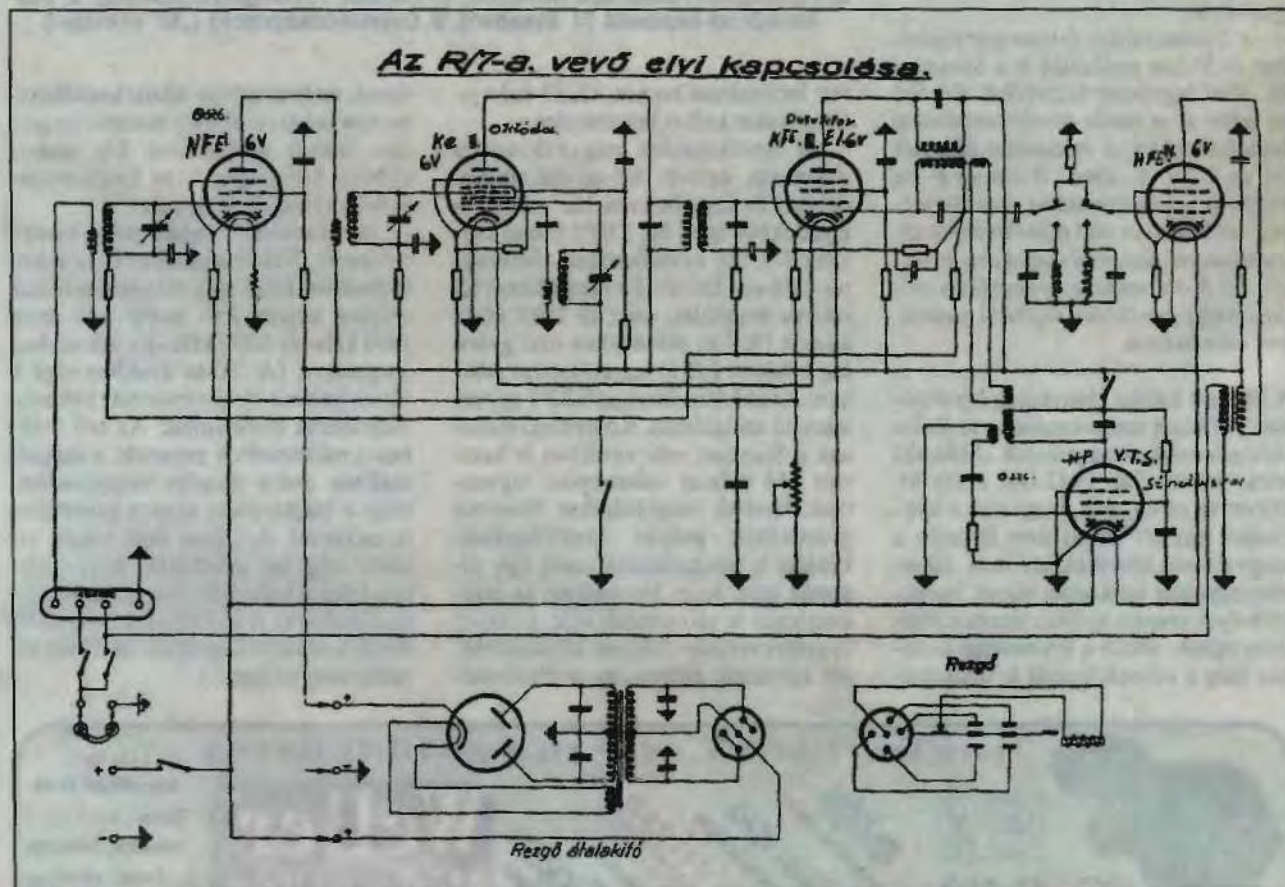


csöveket kettesével sorba kötötték. Az előlapon egy műszer mutatta a fűtő- és az anódfeszültség értékét.

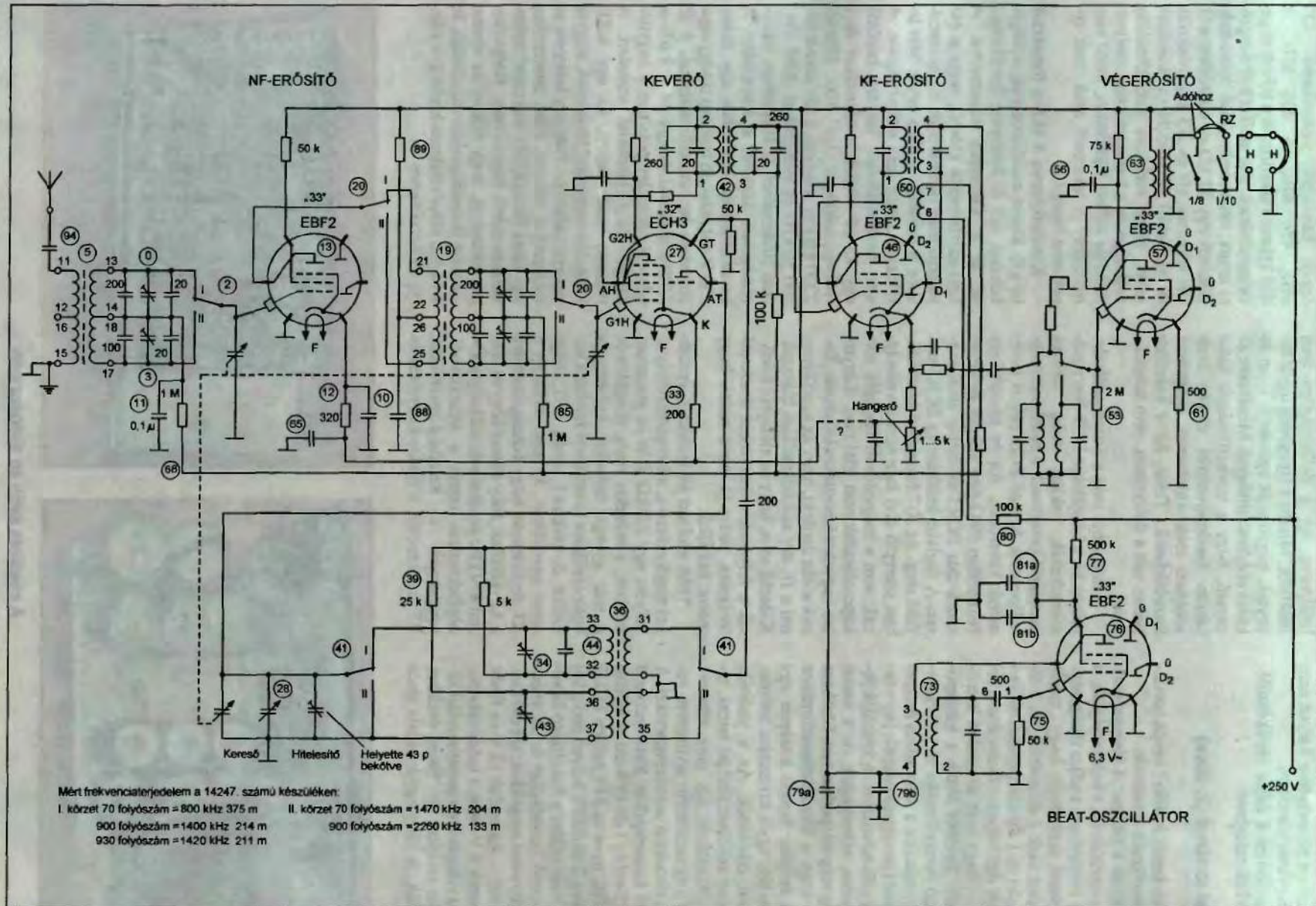
A birtokomban levő példányt már korábban átalakították 6,3 V-os fűtésre, az anódfeszültséget az általam beépített transzformátoros, 4 × SiEK4 diódás anódpótló biztosítja.

Az R-7/a vevők az adójukkal együtt beváltak és jelentős számban túléltek a II. világháborút. A megalakult Magyar Néphadseregben néhány évig (az R-3-mal együtt) még használták ezeket.

A rádió csövezése annyira rugalmas, hogy az EBF2 helyett EF6, EF9, EBC8 csövekkel is működőképes. Ter-



1. ábra. Az R-7/a vevő kapcsolási rajza, a műszaki leírás szerint



2. ábra. Az R-7/a vevő tényleges kapcsolási rajza, tápegység nélkül

mészetesen a demodulátor helyett nem lehet EF-csővet használni.

A javításhoz a teljes vevőkészülék le kellett rajzolni.

Javítási történet (2. ábra)

A hozzám került R-4/R-7 vevőkészülékben a következők látszanak:

Hiányzik a műszer, a lámpaszervevény, a nagyítóüveg, a belső világítás, a vibrátor és majdnem a teljes tápegység. Ez utóbbiról azért írom, hogy „majdnem”, mert csak 1 db szűrőfójtó, 1 db csőfoglat és 1 db szűrőellenállás van belőle, de úgy vélem – és majdnem bizonyos –, hogy nem az eredeti konstrukcióból. További hiány a hangerőszabályzó potencióméter és a forgatógombja, valamint a saját adóra hangoló, beállító (jusztírozó) szerelvény – talán a forgókondenzátor. A készülék felülről poros, elhanyagolt, de a sasszi alatt elég szép állapotban van. Elsőként feltűnt, hogy a kimenőtranszformátor nincs a helyén, hanem középen egy csavaron lóg; egyik kivezetése letörött, vezetékeit elkötötték. Az a vezeték, amelyik az anódfeszültséget hozza, hiányzik. Anódfesz. így nem lehetett. Először a kimenőtrafót javítottam, valamint a leszakadt antennavezetékét. A csővezetés katasztrofális. Rajz szerint 4 db EBF2-vel és 1 db EF8-cal működött a készülék, most az EF8 helyett ECH3 van betéve, 2 db EBF2 helyett pedig két EBC8. Nem találni a fejhallgató-hüvelyekre menő vezetékeket és az anódfesz-ellátás sem megoldott; két cső kap, három nem ... Az eredeti 12 V-os fűtést átalakították 6 V-osra, a módosítás huzalozása világos drap acetáthuzállal készült, ezt utoljára az '50-es években használták. A fűtés egyik oldala sincs

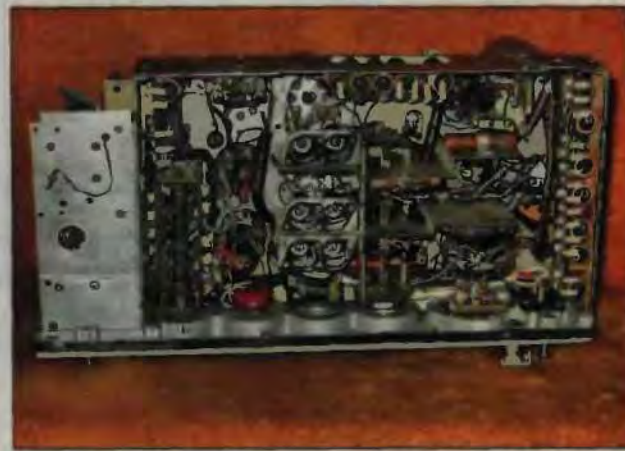
leföldelve, így a skálavilágítás nem működik. Miután a tápegység úgyis hiányzik, hagyom az egészet 6 V-on és külső anódfeszültséggel. Mindössze az zavaró, hogy a tápfeszültségek hátul három banánhüvelyről élnek, ezek azonban csak kidobozolt állapotban hozzáférhetők. Tehát, ha a készülék benne van a dobozában, nem használható!

Néhány hét után a következők derülnek ki: a készüléket 1939-ben rendszerezítették, akkor még EF8-as pentagrid keveréssel. Később ezt megváltoztatták és már ECH csövet használtak keverőnek. Az én készülékem feltehetően 1942-ben készült és keverőnek már ECH3-as csövet alkalmaztak. A foglatat bekötése az ECH3-nak felel meg. Az R-7 használati utasításában szereplő elvi rajz sem a valóság, sem a megvalósult készülék elvi kapcsolásának nem felel meg. Kénytelen vagyok a készüléket lerajzolni. Ennek során derül ki, hogy az oszcillátor-nál a II. sáv anóellenállása hiányzik. Kiderült az is, hogy az előlapról hiányzik a folyószám-frekvencia átszámító táblázata, pedig jó lenne tudni, hogy mikor, hol állók.

Több elkötést és leszakadt vezetéket megforrasztva, a hangerőszabályzó helyére egy 2,2 k Ω 2 W-os potmétert bekötve, a csöveket végig vizsgálva és a már gyenge csöveket kidobva, a beatoszcillátor kivételével feléled a készülék, de csak az I. sávon. A II. sávon nincs oszcilláció. Ki kell találnom a KF-frekvenciát, hogy behangolhassam a KF-köröket. Jáky József könyve szerint 450 kHz az ideális és szükséges középfrekvencia ennél a készüléknél. Megnézem a Standard-készülékek KF-frekvenciáit a Kádár-könyvben és

éppen háromból választhatok: 127 kHz, 456 kHz és 465 kHz. A 456 kHz-et választom és a KF-ek engedelmeskednek, alig picikét kell hangolni rajtuk, tehát tényleg ezen működtek. Bekötök egy 22 k Ω -os ellenállást a II. sáv tekercsei elé és 2/3 amplitúdóval, de megindul az oszcilláció. Kérdéses tehát, hogy mekkora anóellenállás szükséges és a beatoszcillátor, melynél többféle csövet kipróbálok, mitől nem működik? A tekercsek épek, csak éppen nem rezeg be.

Kísérletképpen 5 k Ω -ot forrasztok be a II. körzet oszcillátorának, a rezgés beindul, 4/5 (0,8-szoros) feszültséget ad az I. körzethez viszonyítva. A beatoszcillátorról kiderül, hogy a cső katódja nem volt bekötve. Ez az oszcillátor is beindul. A fűtés egyik felét leföldelem, ettől lesz skálavilágítás. A volt hitelesítőforgó helyére bekötök egy 43 pF értékű kondenzátort és a frekvenciaátfogás így 800 kHz-től 2200 kHz-ig mérhető, a két körzet között 50 kHz-es kihagyással. 2005. február 20-án ebben az állapotban, működőképesen hagyom a készüléket. A használhatóság érdekében egy belső, 230 V-ról működő hálózati tápegységet építettem be, transzformátorral, 4 db SiEK4 diódával és egy 16 + 8 μ F-os elkóval, valamint pótoltam a nagyítóüveget és a hitelesítő trimmert. A trimmer nem eredeti, az egy URH hangolótrimmer az '50-es évek magyar katonai rádióiból. Nagyon hiányzik az előlapról a műszer, ezért átmenetileg egy olasz készülékből származó antennáram-mérőt használtam. Beépítésekor jöttem rá, hogy bizony az eredeti műszert is amatőr módon tuszkolták be a vázba, nincs rendesen kialakítva a helye az öntvényben.



A készülék felül- és alulnézetben

iButton és egyvezetékes kommunikáció A-tól Z-ig

Vörös Tamás tanár, adlerson@freemail.hu

Egy beléptető-azonosítórendszer fejlesztése során, körülbelül egy évvel ezelőtt, előtérbe került egy nem sokak által ismert és használt technológia. A fő cél – a biztonságosság – mellett fontos szempont volt a modulrendszerű felépítés és a könnyű, szakértelemmentes használhatóság. Technológiai szempontból a legegyszerűbb megoldást az egyvezetékes felépítés nyújtotta. Az infra és rádiós rendszerek a kulcsoldali tápfeszültség szükségessége miatt szóba sem jöhettek. Azóta kibontakoztak az egyvezetékes technológia előnyei más területeken is, mint pl. a mérés-technika és a rögzítés, illetve a tárolás-technika. E témában végzett kísérletező és fejlesztőmunkámat adom közre az alábbiakban.

A következőkben tekintsük át röviden a legalapvetőbb kommunikációtípusok hardveroldali szükségleteit. Hardveres tekintetben a legpazarlóbb a párhuzamos kommunikáció. Minden adatbit-hez külön vezeték tartozik, meg persze plusz egy GND. Egy bájt szélességű csatorna tehát 9 vezetékkel igényel. Kétségtelen, hogy gyorsasága messzemenően a legnagyobb a soros jellegűekkel összehasonlítva. Sebességét gyakorlatilag a DMA-n keresztül (direct memory access – közvetlen memória hozzáférés) az alkalmazott processzor-órakezelés nagysága határozza meg. Használata rendkívül egyszerű, bár PC-s körökben adódhatnak néha csekélyke inkompatibilitási problémák. A soros adatátvitel alapvetően bonyolultabb

adatstruktúrát igényel, viszont a felhasználandó vezetékeket a legegyszerűbb teljes duplex esetben 3-ra csökkentheti – az adat és átviteli biztonság növelése érdekében még ún. modemvezérlő jeleket is alkalmaznak. Létezik szinkron és aszinkron változata. A szinkron változat könnyen kezelhető, mert külön órajel és kétirányú adatvezetékkel rendelkezik. Egyesek I²C-nek (I²C-nek) nevezik. A busz néhány száz kilohertzes, esetleg 1 MHz-es órajellel működik, így nagy sebességekre nem alkalmas. Gondoljunk csak arra, hogy bájt átvitele esetén ezt még 8-cal osztani kell. Kezelése viszont könnyű, mert a fix órajel miatt adatvesztés külső zavarok hatására igen ritkán lép fel. Az aszinkron kommunikáció egyik speciális esete az RS232 protokoll, amely Tx, Rx és GND vezetékeket igényel. Könnyen realizálható vele a duplex adatátvitel is. Külön órajelet nem igényel, viszont csak előre definiált sebességeken történhet az információáramlás, amelyet mind az adónak, mind a vevőnek követnie kell. A legnagyobb átviteli sebesség 112 500 baud lehet, a vezérlőtől függően. A sebesség növelésére és a szabványosítás érdekében dolgozták ki az USB protokollt, amely már több Mbit/s sebességet tesz lehetővé két + két vezetéken. Az ismertetett kommunikációtípusok összehasonlítása az 1. táblázatban található.

Az előbbieket közös tulajdonsága, hogy nem tesznek eleget a felmerülő követelményeknek egy azonosítórendszer esetében. Már három vezeték ese-

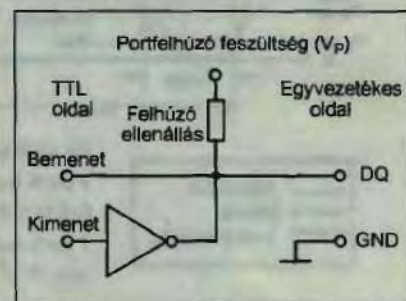
tében sem biztosítható minden körülmények között a megfelelő érintkezés és az üzembiztos adatátvitel. A megoldás kézenfekvő: használjunk egy darab adatvezetéket. Így összesen csupán egy vezeték kell. Két pólus érintkezése minden körülmények között biztonságosan megoldható, ha az egyik kis rugózásra is képes. A mechanikai követelmények ebből következően egy speciális soros kommunikációt igényelnek, amely külső órajel nélkül mindössze egy adatvezetéken valósul meg. Mondhatni az I²C és az RS232 ötvözéséről lenne szó. Mindkettő előnyös tulajdonságait felhasználva a Maxim/Dallas (USA) vállalat megalkotta az egyvezetékes – angol szóhasználatul élve az 1-wire (one-wire) – technológiát. A következőkben ennek a kommunikációtípusnak mutatjuk be először a felépítését, majd a rendszer hardveres építőelemeit, továbbá a Windows alatti és a PIC-es szoftverkörnyezetet.

Az egyvezetékes kommunikáció

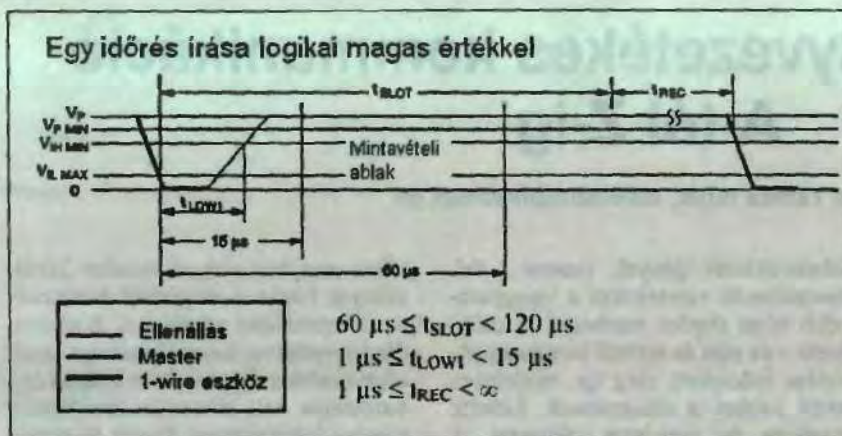
Mint az előbbiekből kiderült, az egyvezetékes technológia ötvözi az RS232 és az I²C jó tulajdonságait. Ebből azonban adódnak bizonyos működési feltételek. Az első és egyben a legfontosabb, hogy az adatvezeték kétirányú, azaz teljes duplex kapcsolat ily módon nem valósítható meg. (Az adatvezetéket a továbbiakban az angol nyelvű szakirodalommal egyetértésben DQ-val jelöljük.) A másik fontos következmény – nem lévén órajel –, hogy a kommunikáció csak előre meghatározott sebessé-

1. táblázat

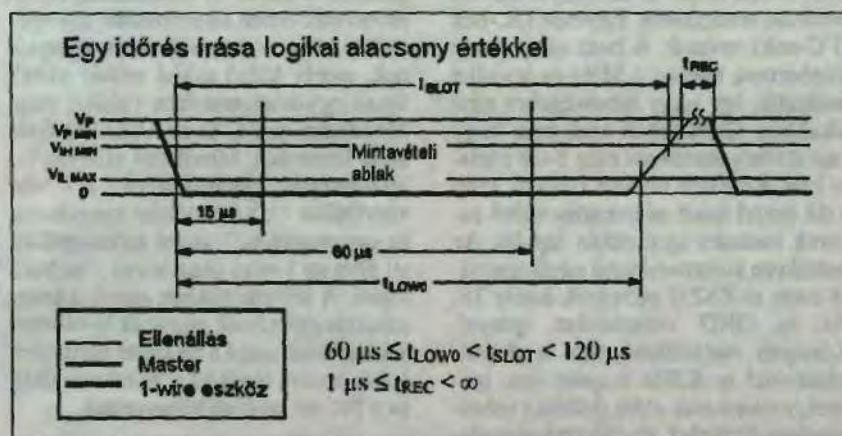
Kommunikáció típusa	Maximális sebesség	Egy bájt átviteléhez felhasznált vezetékek száma
Párhuzamos	csak a processzor órajelétől függ	9
Soros	RS232	112 500 bit/s
	I ² C	kb. 100 kbit/s
	USB	2 Mbit/s
	1-wire	kb. 15 kbit/s



1. ábra



2. ábra

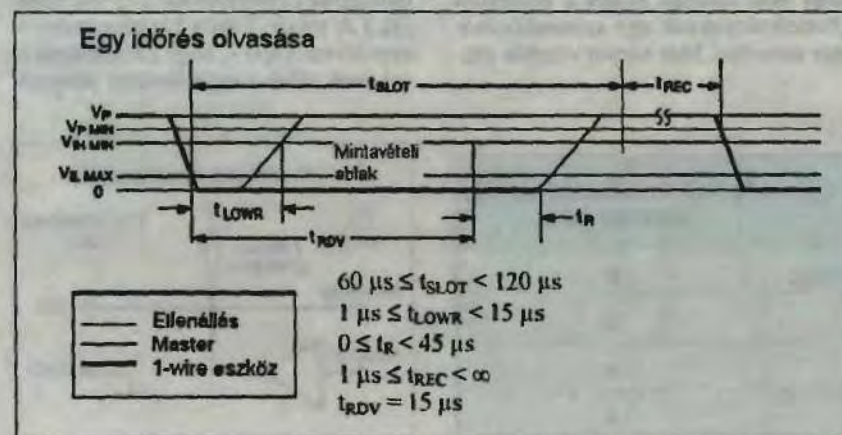


3. ábra

gen mehet végbe. Az adatátvitel ún. időréscsk (time slot) segítségével mehet végbe. Egy időrés hossza $60 \mu s$ és $120 \mu s$ közé kell, hogy essen. A kisebb értékből adódik a 15 kbit/s -os legnagyobb átviteli sebesség.

Nézzük meg először a hardveres feltételt: az 1. ábrán látható elrendezés

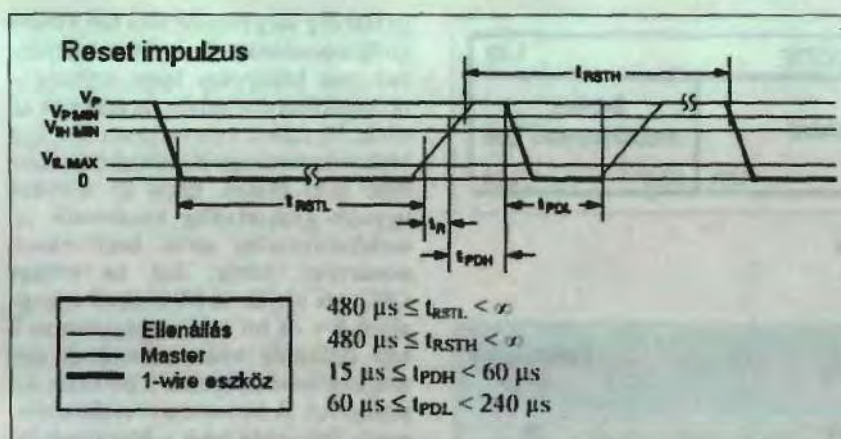
szerint képzelhető el egy TTL és az egyvezetékes rendszer összekapcsolása. A legegyszerűbb esetben az 1-wire eszköznek nincs tápfeszültség-kivezetése, így a felhúzó ellenállás kettős szerephez jut. Egyrészt az időréscsk elején biztosítja az egyvezetékes eszköz tápellátását, másrészt a kommunikáció



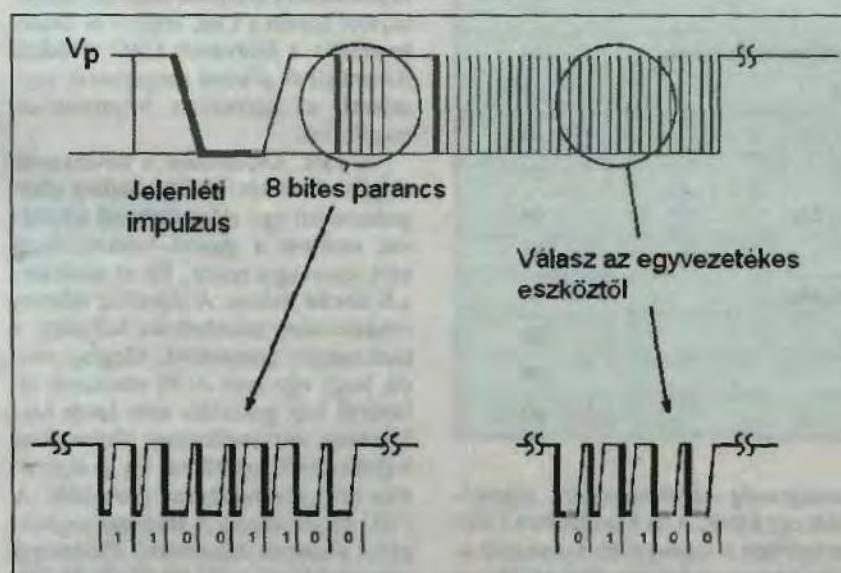
4. ábra

alatt pedig az eszköz válaszolóképeségét. Az egyvezetékes alkatrész a tápellátási sajátosságok miatt TTL szintű jelet nem képes kiadni, csupán a DQ vezeték GND-re húzását tudja egy belső nyitott kollektoros – a valóságban FET-es nyitott drain – kimenettel biztosítani. A felhúzó ellenállásnak olyan kis értékűnek kell lennie, hogy az eszköz tápellátását biztonságosan ellássa, ugyanakkor olyan nagy legyen is, hogy a belső nyitott kollektor épségét ne veszélyeztesse. Irányadó értéke 5 V -os tápfeszültség esetén $1 \text{ k}\Omega$ és $5 \text{ k}\Omega$ lehet. Általában elmondható, hogy GND-re húzott állapotban néhány milliampernél nagyobb áram nem folyjon át rajta. Arra viszont ügyeljünk, hogy a portfelhúzó feszültség ne legyen nagyobb $9\text{--}10 \text{ V}$ -nál, mert az egyvezetékes eszköz azt „nem nagyon szereti”. Bizonyos esetekben az eszköznek szüksége lehet nagyobb áramra is. Ez pl. akkor fordulhat elő, ha a belső EEPROM memóriába írunk vagy konverziós műveletet végeztetünk vele. A megnövekedett áramigényt vagy a felhúzó feszültség megnövelésével – nem ajánlott megoldás –, vagy a felhúzóellenállás értékének csökkentésével oldhatjuk meg. Ilyenkor egy FET segítségével a kilohmnyi ellenállásértéket „kicséréljük” 100Ω körüli értékűre. Ez praktikus módon úgy oldható meg, hogy az eredeti felhúzóellenállással párhuzamosan kapcsolunk egy FET + 100Ω soros komplexumot, amelyet egyszerűen egy TTL jellel vezérelhetünk.

Az írás szoftveres feltétele a 2. és a 3. ábrákon látható. Az előbbieken már láttuk, hogy egy időrés alatt egy bit átvitele lehetséges. Mivel nincs órajel, így az átvendő bitet egy szinkronizáló jel előzi meg. A szinkronizálás a következőképpen oldható meg. Kezdetképp a DQ vezeték a MASTER magas logikai szintre helyezi. Ezután a MASTER a DQ vezeték legalább 1 , de legfeljebb $15 \mu s$ -ra alacsony szintre húzza. Ezen procedúra után következhet az adatbit átvitele. Ekkor a MASTER a DQ lábát „elengedi”, azaz nagyimpedanciás állapotba vonul. Ezután egy $45 \mu s$ időtartamig tartó mintavételi ablak következik, mikor is átvitelre kerül a megfelelő adatbit. A kommunikációt a DQ láb magasra húzása zárja, amely úgy valósul meg, hogy az egyvezetékes eszköz „elengedi” a vezeték. Ekkor a felhúzóellenálláson keresztül 5 V , azaz magas logikai szint kerül a DQ vezetékre. Arra feltétlenül ügyelni kell azonban, hogy a folyama-



5. ábra



6. ábra



7. ábra

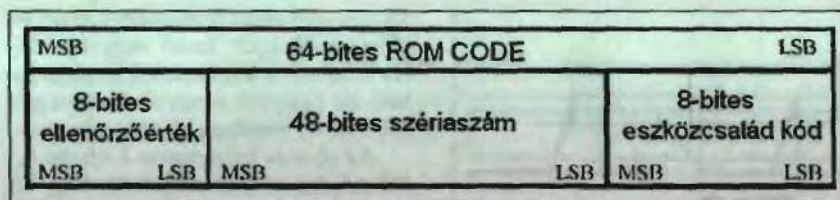
tos adatátvitelhez legfeljebb 120 μs -os időzés szükséges. Ennél nagyobb időzés esetében a kommunikáció megszakad. Ez nagyobb adatátviteli egységek (pl. bájtok) esetében lehet fontos.

Az olvasás folyamata a 4. ábrán található. Az olvasás azt jelenti, hogy az egyvezetékes eszköz adatot küld a MASTER-nek. Az átvitel természetesen most is a szinkronizálójellel indul, majd ezután a MASTER nagyimpedancia állapotba kerül, így fogadni tudja az eszköz jeleit. A mintavétel jelen esetben a MASTER részéről történik meg, majd egy újabb időzés indulhat. Az időzés itt is legfeljebb 120 μs hosszú lehet.

A kommunikáció újraindítása az ún. RESET impulzussal történik. Folyamata az 5. ábrán látható. Lényege, hogy legalább 960 μs -ot vesz igénybe, azaz relatíve meglehetősen lassú folyamat. Ebből következik, hogy csak szükséges esetben alkalmazzuk, mert a legjobb esetben ezidő alatt 16 bit, azaz 2 bájttal átvitele lehetséges. A RESET egy legalább 480 μs hosszúságú, alacsony szintű MASTER üzenettel kezdődik. Ezután következik egy 15 és 60 μs közötti hosszúságú magas szintű jel, majd egy 60 és 240 μs közötti időtartamú GND-re húzás, végül a DQ „elengedése” történik. Ez a folyamat újraindítja a kommunikációt az eszközzel. A kommunikációt és az átvendő adat szerkezetét úgy kell megtervezni, hogy a lehető legkevesebb RESET-et használjon, mindenképpen szükséges azonban a RESET folyamat, ha valamilyen ok miatt (külső zavar stb.) a busz tévesztene vagy hibás működés következne be.

Az előbbieken bemutatott lehetőségek egyszerűbb megértése érdekében a 6. ábrán egy tipikus adatátviteli folyamatot mutatunk be. A kommunikáció egy jelenléti impulzussal kezdődik az egyvezetékes eszköz irányából. Mikor a MASTER ezt a jelet érzékeli, egy 8 bites parancsot küld az eszköznek, amelynek hatására az elvégzi a parancsban kódolt műveletet. Ennek megtörténte után választ küld a MASTER-nek, amit az fogad és kiértékel. A parancs megérkezése és a válasz kiadása között eltelt idő az elvégzendő feladat típusától függ. Egyszerű művelet esetében akár mikroszekundumnyi is lehet, míg egy EEPROM írás esetén a milliszekundumos nagyságrendet is elérheti.

Mivel az egyes eszközök címzése fizikailag igen könnyen megoldható,



8. ábra

2. táblázat

Eszköz típusa	Megnevezése	Eszközcsoport kódja
DS18B20	Programozható felbontású hőmérő	28
DS18S20	Nagy pontosságú hőmérő	10
DS1920	Mozgatható hőmérőegység	10
DS1921	Mozgatható hőmérőegység automatikus mintavétellel	21
DS1977	Jelszóval védhető 32 k-s EEPROM	37
DS1904	Mozgatható valós idejű óra	24
DS1990A	Mozgatható szériaszám-azonosító	01
DS1994	Mozgatható 4 k memória + pontos óra	04
DS2404	EconRAM időmérő chip	04
DS2761	Li-ion akku töltő és feszültségmérő chip	30
DS2450	A/D konverter négyes egy chipen	20
DS1993	Mozgatható 4 k memória	06
DS2890	Digitális potenciométer	2C

így lehetséges azonos DQ vezetékre csatlakozó 20–30, akár azonos funkciójú eszköz egymástól független kezelése is. Egy komplett felhasználói rendszer felépítése látható a 7. ábrán. A különféle eszközök megkülönböztetése egy 64 bites azonosító, ún. ROM CODE segítségével történik, melynek felépítése a 8. ábrán található. Az eszközzonosító első bájtja az eszközcsoport kód, amely meghatározza, hogy az adott alkatrész az alapfunkciókon túl milyen speciális tudással rendelkezik. Az eszközcsoport kódok azonosítása a 2. táblázat alapján lehetséges. A ROM CODE következő 6 bájtja tartalmazza a tényleges szériaszámot. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy 256^6 , azaz $2,81 \cdot 10^{14}$ különböző, de egyazon eszközcsoportba tartozó eszköz létezhet. Ha meggondoljuk, hogy ez a szám csak olvasható memóriában a gyártó által kerül rögzítésre – erre utal a ROM kifejezés –, akkor rögtön látszik, hogy az egyvezetékes rendszer rendkívül biztonságosan alkalmazható a speciális tudáson kívül azonosításra, beléptető-rendszerekhez, riasztókhoz stb. A biz-

tonságosság alátámasztására számoljunk egy kicsit. A 64 bites ROM CODE átviteléhez a legnagyobb kommunikációs sebességet felhasználva 64·60 µs, azaz 3,8 ms-ra van szükség. A rendszer feltöréséhez a legrosszabb esetben $3,8 \cdot 2,81 \cdot 10^{14}$ ms-ra, azaz átszámítva több, mint 33 000 évre (nem tévedés!) lenne szükség. A realitás talaján maradvá is elmondhatjuk azonban, hogy a

gyártó cég még messze nem tart a teljes kódkihasználtságnál, így a megfejtéshez csak hónapokra lenne szükség – persze abban az esetben, ha ismerjük az eddig legyártott intervallumot. Az egy bájtnyi hosszúságú ellenőrző érték szerepe igen fontos, ezzel az értékkel ugyanis gyakorlatilag kiszűrhetők az eszközzonosítás során bekövetkező adatátviteli hibák. Ezt az értéket CRC-nek hívják. A CRC bájtot a megelőző 8 + 48 bit által meghatározott 7 bájt értékéből lehet kiszámítani egy meglehetősen bonyolult algoritmus segítségével. A biztonságos eszközfelismerés folyamata tehát a következő lehet: a MASTER kiolvassa a teljes 8 bájt ROM CODE-ot, majd az első hét bájtból képezi a CRC értéket és összehasonlítja a kiolvasott CRC értékkel. Amennyiben a kettő megegyezik egymással, az azonosítás hibamentesen megtörtént.

A CRC kiszámítása a következők alapján történhet: a folyamathoz elengedhetetlen egy előre definiált adatbázis, amelyet a gyártó természetesen nyilvánosságra hozott. Ez az adatbázis a 9. ábrán látható. A látszólag teljesen rendszertelen számhalmaz biztosítja a biztonságos azonosítást. Megjegyzendő, hogy egyszerű XOR rendszerű ellenőrző bájt generálás nem lenne biztonságos, mert esetlegesen páros számú bithiba esetén az eltűnne, így az algoritmus nem jelezne átviteli problémát. A CRC kiszámítása a 3. táblázat segítségével könnyen megérthető. Példaképp megvizsgáljuk a 02-00-00-00-01-B8-1C-A2 ROM CODE-dal jelölt eszközt. Az eljárás alapgondolata az, hogy az aktuális CRC értékéből és a bemenő adatból képezett szám fogja meghatározni az új tableindexet, majd az új CRC érték a tableindexszel meghatáro-

Table : Array[0..255] of Byte = (

0,	94,	188,	226,	97,	63,	221,	131,	194,	156,	126,	32,	163,	253,	31,	65,
157,	195,	33,	127,	252,	162,	64,	30,	95,	1,	227,	189,	62,	96,	130,	220,
35,	125,	159,	193,	66,	28,	254,	160,	225,	191,	93,	3,	128,	222,	60,	98,
190,	224,	2,	92,	223,	129,	99,	61,	124,	34,	192,	158,	29,	67,	161,	255,
70,	24,	250,	164,	39,	121,	155,	197,	132,	218,	56,	102,	229,	187,	89,	7,
219,	133,	103,	57,	186,	228,	6,	88,	25,	71,	165,	251,	120,	38,	196,	154,
101,	59,	217,	135,	4,	90,	184,	230,	167,	249,	27,	69,	198,	152,	122,	36,
248,	166,	68,	26,	153,	199,	37,	123,	58,	100,	134,	216,	91,	5,	231,	185,
140,	210,	48,	110,	237,	179,	81,	15,	78,	16,	242,	172,	47,	113,	147,	205,
17,	79,	173,	243,	112,	46,	204,	146,	211,	141,	111,	49,	178,	236,	14,	80,
175,	241,	19,	77,	206,	144,	114,	44,	109,	51,	209,	143,	12,	82,	176,	238,
50,	108,	142,	208,	83,	13,	239,	177,	240,	174,	76,	18,	145,	207,	45,	115,
202,	148,	118,	40,	171,	245,	21,	73,	8,	86,	180,	234,	105,	55,	213,	139,
87,	9,	235,	181,	54,	104,	138,	212,	149,	203,	41,	119,	244,	170,	72,	22,
233,	183,	85,	11,	136,	214,	52,	106,	43,	117,	151,	201,	74,	20,	246,	168,
116,	42,	200,	150,	21,	75,	169,	247,	182,	232,	10,	84,	215,	137,	107,	53,

9. ábra

3. táblázat.

Aktuális CRC érték (=aktuális Table index)	Bemenő adat	Új index (=aktuális CRC érték xor bemenő adat)	Table(új index) (=új CRC érték)
0000 0000 = 00 Hex	0000 0010 = 02 Hex	00 Hex xor 02 Hex = 02 Hex = 2 Dec	Table[2] = 1011 1100 = BC Hex = 188 Dec
1011 1100 = BC Hex	0001 1100 = 1C Hex	BC Hex xor 1C Hex = A0 Hex = 160 Dec	Table[160] = 1010 1111 = AF Hex = 175 Dec
1010 1111 = AF Hex	1011 1000 = B8 Hex	AF Hex xor B8 Hex = 17 Hex = 23 Dec	Table[23] = 0001 1110 = 1E Hex = 30 Dec
0001 1110 = 1E Hex	0000 0001 = 01 Hex	1E Hex xor 01 Hex = 1F Hex = 31 Dec	Table[31] = 1101 1100 = DC Hex = 220 Dec
1101 1100 = DC Hex	0000 0000 = 00 Hex	DC Hex xor 00 Hex = DC Hex = 220 Dec	Table[220] = 1111 0100 = F4 Hex = 244 Dec
1111 0100 = F4 Hex	0000 0000 = 00 Hex	F4 Hex xor 00 Hex = F4 Hex = 244 Dec	Table[244] = 0001 0101 = 15 Hex = 21 Dec
0001 0101 = 15 Hex	0000 0000 = 00 Hex	15 Hex xor 00 Hex = 15 Hex = 21 Dec	Table[21] = 1010 0010 = A2 Hex = 162 Dec
1010 0010 = A2 Hex	1010 0010 = A2 Hex	A2 Hex xor A2 Hex = 00 Hex = 0 Dec	Table[0] = 0000 0000 = 00 Hex = 0 Dec

zott érték lesz és a folyamat kezdődik előlről. A rekurzív folyamat a CRC = 0 értékkel indul. A bemenő adat az eszközcsládkód, amely jelen esetben a 02 hexadecimális szám. Ezt a két értéket „összexorolva” az új index a 02, azaz a 2. A table második eleme pedig a 188 (a table sorszámozása 0-ról indul). Az új CRC a 188 lett. A 188 hexadecimális alakja a BC, ezt kell a következőkben „xorolni” a szérszám hatodik bájtyával, azaz az 1C-vel. Az eredmény az A0, azaz a 160-as decimális érték. A table 160-dik eleme a 175-ös decimális érték. Ez az új CRC, a folyamat pedig megy tovább. Amikor elfogytak a felhasználható azonosítóbájtok (7 db), eredményképp pont a valódi CRC bájtot kapjuk meg. Ha erre is alkalmazzuk az előbbieken ismertetett módszert, egy lépésben a kezdeti 0-át kapjuk vissza. Látható tehát, hogy a table látszólag rendezetlen értékei mégis szigorú rendet követnek.

A CRC számítása egy Windows alatt futó programmal is nagyon egyszer-

rűen szimulálható. A program egyetlen ablaka a 10. ábrán látható. Alaphelyzetben az első szerkesztőmezőbe nem tudunk adatot bevinni, a „CRC generálása” feliratú gombra kattintás után itt jelenik meg a kiszámított ellenőrző érték. A másodiktól kezdődően kell beírni a szérszám hat bájtyát, majd végül az eszközcsládkód definiáló kódot. A program ingyenesen letölthető a szerző webhelyéről, a <http://winsoft.ini.hu> internetcímről. A „Letöltések” menüpontra kattintva ki kell választani az „RTÉK2007” lehetőséget. Azok kedvéért, akik a Pascal nyelvben jártasak, a 11. ábrán közzétesszük a Borland Delphi6 alatt írt kódot is. A program működése a következő: az implementációs rész előtt deklaráljuk a felhasználandó változókat és a table bájti típusú tömböt. Ezután a tényleges kód csupán két eseménykezelőt tartalmaz. Az egyik a program indításakor – pontosabban az ablak „elkészülésekor” – aktiválódik, míg a másik a gomb megnyomásakor fut le. Számunkra érdekesebb

ez a bizonyos második eseménykezelő. Ténykedése azzal kezdődik, hogy a felhasznált változókat nullázza (értéküket törli), így minden egyes gombnyomás lehetőséget ad egy újabb, előző adatoktól független CRC számításra. A következő hét (egyenként háromsoros) blokkban történik a bevitt adatok kiértékelése és a CRC algoritmus lefutása. A blokk végére a „current” változóban megkapjuk az aktuális bevitt adatoknak megfelelő CRC értéket. Ez a szám ekkor még a 0 és 255 mindkét oldalt zárt intervallumba tartozik. Illendő lenne ezt átváltani hexadecimális formába is, mivel az egyvezetékű eszközök oldalán általában ilyen formátumban olvasható. Ezért a „current” értékét át kell váltani két hexa digitre, amelyek a „kesz1” és a „kesz2” változóknak jelennek meg. A következő dupla if-then blokk pedig a speciális (A-B-C-D-E-F) értékek átváltására hivatott. A programrészlet végén egymásután kiirattuk az első szerkesztőmezőbe a két hexa digitet. Mivel a program működése rendkívül egyszerű, nagyon könnyen átváltható más nyelvekre is (pl.: Visual Basic, Borland C++ Builder), ügyelve persze a megfelelő deklarációkra és a programnyelv sajátosságaira.

Az egyvezetékű eszközök

A következőkben röviden áttekintjük, hogy milyen egyvezetékű eszközök terjedtek el széles körben, melyek használata jöhet szóba otthoni alkalmazásainkhoz, esetleg fejlesztőmunkáink során. Kiindulásképp érdemes megjegyezni, hogy az egyvezetékű eszközök



10. ábra


```

unit Unit1;

interface

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

type
  TForm1 = class(TForm)
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    Edit3: TEdit;
    Edit4: TEdit;
    Edit5: TEdit;
    Edit6: TEdit;
    Edit7: TEdit;
    Edit8: TEdit;
    GroupBox1: TGroupBox;
    Button1: TButton;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    StatusBar1: TStatusBar;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;
  current, input, index, kasm1, kasm2: Byte;
  hexo1, hexo2: string;
  const
    table: array[0..255] of Byte = (
      0, 44, 188, 228, 67, 63, 221, 131, 158, 156, 136, 32, 163, 253, 31, 63,
      157, 193, 33, 127, 232, 162, 64, 30, 93, 1, 227, 189, 62, 96, 130, 220,
      38, 125, 159, 193, 66, 28, 234, 160, 225, 181, 93, 3, 128, 222, 60, 90,
      190, 274, 2, 72, 223, 129, 99, 61, 124, 34, 192, 138, 28, 67, 161, 253,
      70, 74, 230, 166, 38, 121, 135, 197, 132, 218, 36, 162, 229, 187, 69, 7,
      219, 133, 107, 57, 186, 228, 4, 88, 25, 71, 165, 231, 120, 38, 196, 156,
      101, 59, 217, 135, 4, 90, 184, 230, 167, 249, 27, 69, 198, 152, 122, 36,
      248, 166, 68, 26, 153, 199, 37, 123, 58, 100, 134, 216, 51, 5, 231, 185,
      160, 210, 69, 116, 237, 179, 81, 15, 78, 16, 242, 192, 67, 113, 167, 203,
      17, 79, 172, 243, 112, 46, 204, 146, 211, 145, 111, 49, 178, 236, 14, 80,
      175, 261, 19, 77, 206, 148, 114, 44, 109, 31, 289, 143, 12, 82, 176, 230,
      30, 108, 162, 208, 83, 13, 239, 177, 246, 174, 76, 10, 145, 207, 45, 115,
      202, 148, 118, 40, 171, 245, 73, 75, 8, 86, 180, 234, 183, 55, 213, 139,
      87, 8, 235, 181, 34, 104, 136, 212, 149, 203, 41, 119, 244, 170, 72, 22,
      233, 183, 85, 11, 136, 214, 52, 186, 43, 117, 151, 201, 74, 30, 244, 168,
      116, 42, 200, 150, 21, 75, 169, 247, 182, 232, 18, 84, 215, 137, 187, 53);

implementation

{$R *.drc}

```

11.a ábra

```

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  current:=0; input:=0; index:=0;

  input:=strtoint('5'+edit8.text);
  index:=input xor current;
  current:=table[index];

  input:=strtoint('6'+edit7.text);
  index:=input xor current;
  current:=table[index];

  input:=strtoint('5'+edit6.text);
  index:=input xor current;
  current:=table[index];

  input:=strtoint('5'+edit5.text);
  index:=input xor current;
  current:=table[index];

  input:=strtoint('5'+edit4.text);
  index:=input xor current;
  current:=table[index];

  input:=strtoint('6'+edit3.text);
  index:=input xor current;
  current:=table[index];

  input:=strtoint('6'+edit2.text);
  index:=input xor current;
  current:=table[index];

  kasm1:=current div 16;
  kasm2:=current-kasm1*16;

  if kasm1<10 then hexo1:=inttostr(kasm1)
  else
    begin
      if kasm1=10 then hexo1:='A';
      if kasm1=11 then hexo1:='B';
      if kasm1=12 then hexo1:='C';
      if kasm1=13 then hexo1:='D';
      if kasm1=14 then hexo1:='E';
      if kasm1=15 then hexo1:='F';
    end;
  if kasm2<10 then hexo2:=inttostr(kasm2)
  else
    begin
      if kasm2=10 then hexo2:='A';
      if kasm2=11 then hexo2:='B';
      if kasm2=12 then hexo2:='C';
      if kasm2=13 then hexo2:='D';
      if kasm2=14 then hexo2:='E';
      if kasm2=15 then hexo2:='F';
    end;
  edit1.Text:=hexo1+hexo2;
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  current:=0; input:=0; index:=0;
end;
end.

```

11.b ábra

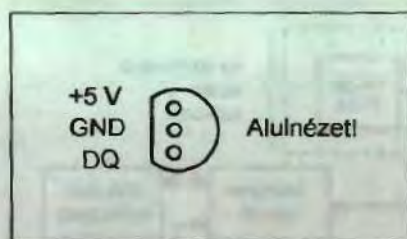
ket alapvetően kétféle kiviteli formában gyártják. Az egyik a szokásos IC vagy kisebb lábszám esetén a TO-92-es tranzisztortokozás. A mozgatható, mobil használatra is alkalmas eszközöket *iButton* (ejtsd: ájbátton) fantáziánév jelöli. Ezen kiviteli forma jellegzetes képviselői a 12. ábrán kaptak helyet. Szépen látszik, hogy ez a forma a legkényelmesebb, a külső behatásoknak rendkívüli mértékben ellenálló tokozás szinte elnyúlhatatlanná teszi ezeket az eszközöket. Az erős fémburkolat ellenáll az ütésnek, a víznek, nem hajlamos a rozsdásodásra sem. Az ábra jobb alsó sarkában lévő eszköz azonosító adatai könnyen leolvashatók. Látható, hogy a teljes ROM CODE a burkolat felső részén olvasható. Emellett körvonalban megtalálható az eszköz típuszáma is, továbbá egy bekarikázott „i” betű, amely az iButton megnevezésre utal.

Az ismertetendő egyvezetékes alkatrészek alapvetően három fő csoportba sorolhatók. A legegyszerűbben hőmérséklet mérésre alkalmasak, ennek feltétele a beépített A/D konverter. Ezek az átalakítók csak 8–10 bites pontosságúak, meg persze nem túl nagy a mintavételi frekvenciájuk sem, viszont



12. ábra

lassan változó feszültség digitalizálására kiválóan alkalmasak. A másik fő csoportot az időmérésre alkalmas áramkörök alkotják. Ezekkel akár még valós idejű órát is készíthetünk, pontosságuk néhány perc/hónap nagyságrendbe esik. A harmadik csoport az adattároló eszközöket tömöríti, ide sorolhatóak a különféle EEPROM memóriával rendelkező típusok. A típusjelben található „DS” a Dallas cégneve utal. Az ezután következő két számjegy a tapasztalatok alapján a terméktípust határozza meg. A 19-es az iButton kiviteli formát, a 18-as a TO-92-es tranzisztortokozást, míg a 28-as többek között az IC tokot jelöli. Egyes esetekben a következő karakter egy betű, amely valamely speciális funkcióra utalhat. Például: az S a nagy pontosságú, a B pedig a programozható alkatrészre utal. A most ismertetésre kerülő alkatrészek



13. ábra

adatlapjai ingyenesen letölthetők a <http://winsoft.ini.hu> címről, szerző weblapjáról, a. A 2. táblázat sorrendjében az eszközök a következők:

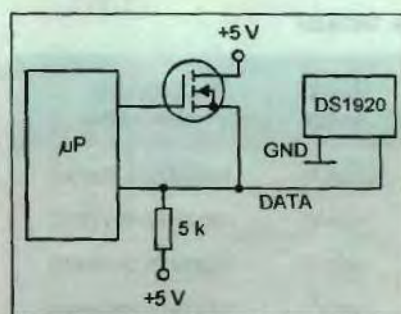
DS1820. A TO-92-es tokozás egy precíziós hőmérsékletmérőt rejt magában. A lábkiosztása a 13. ábrán látható. Bár egyvezetékes eszköz, a kényelem és a könnyű kezelhetőség kedvéért rendelkezik külön tápfeszültség-lábbal. Fentebb már láttuk, hogy az EEPROM íráshoz, konverziós műveletekhez a busz áramtartalékának megnövelése szükséges, ebben az esetben viszont ilyenre nincs szükség. Természetesen nem szükséges a táplálás használata, ebben az esetben viszont be kell építeni a buszfelhúzó FET-et és ellenállást.

Kétféle altípusa létezik: az egyik a nagypontosságú, a másik pedig a programozható változat. Általánosságban elmondható, hogy -55 és 100 °C között képes mérni, $0,5$ °C felbontással. A műanyag tokozásnak köszönhetően nemcsak a levegő vagy szilárd anyagok hőmérsékletének mérésére alkalmas, hanem – a burkolatot nem oldó – folyadékok esetében is sikerrel használható. Az egyvezetékes kommunikációs parancsok közül ez a típus kétféle fajtát ismer. Az egyik a ROM funkció parancs, a másik pedig az ún. scratchpad parancs. A scratchpad egy olyan ideiglenes memóriaterület, amely írható és olvasható. Ezen a területen keresztül lehetséges a memóriaműveletek végre-

hajtása. Például EEPROM módosítás esetén a beírandó adat először erre az ideiglenes területre kerül, majd innen töltődik be az EEPROM-ba. A scratchpad (ejtsd: szkrepsed) tulajdonképpen egyfajta RAM blokk funkciót tölt be az egyvezetékes eszközben. Mivel nem sikerült rövid magyar elnevezést találni, így ezután az angol kifejezést fogjuk használni.

DS1920. Funkcióját tekintve megegyezik a DS1820-as típusával, viszont kivitele iButton tokozású. Ebből következően nincs külön táplálása, a működéshez szükséges áramot az egyvezetékes buszról nyeri. Üzemi tartománya szintén -55 és 100 °C közé esik. A konverziós idő tipikusan $0,2$ s, azaz másodpercenként $3-4$ kiolvasásra van idő (persze bele kell kalkulálni a kommunikációs időt is). Felbontása $0,5$ °C, amit szoftveresen, az A/D konverter maradék értékének felhasználásával tovább felezhetünk. A $0,25$ °C-os felbontás szokványos körülmények között igen jónak mondható. Tartalmaz ún. trigger bájtokat is, amelyek értékadásával elérhető, hogy a tényleges hőmérsékletérték kiolvasása nélkül is eldönthető, hogy a hőmérséklet egy megadott tartományban van-e. Ez rendkívül praktikus egy termosztát kialakításakor. A button belső felépítése a 14. ábrán található. A DQ vezetékre csatlakozó dióda-kondenzátor páros a tápfeszültség előállítására érdekében szükséges. A DQ közvetlenül a ROM memóriához és az egyvezetékes dekóderhez kapcsolódik. Az eszköz legfontosabb része a memória és a vezérlő logika. Ehhez közvetlenül csatlakozik a scratchpad, ahhoz pedig a hőmérséklet érzékelő.

Az eszköz áramkörbe kapcsolása a 15. ábra szerint történhet. A hőmérsékleti konverzió időtartamára a busz terhelhetőségének megnövelését az alkalmazott FET biztosítja. Általában azon-

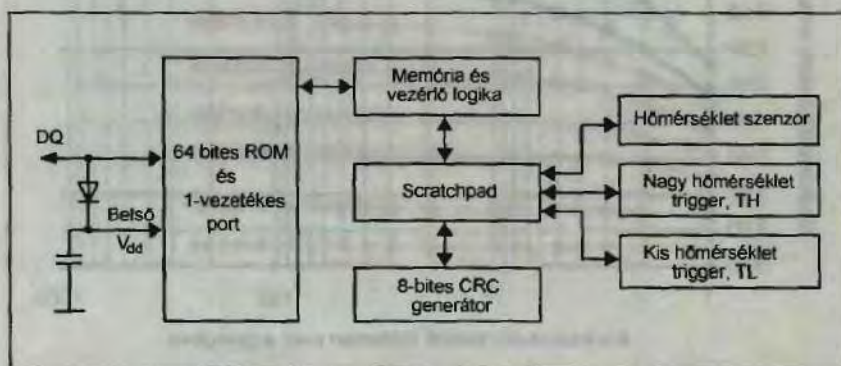


15. ábra

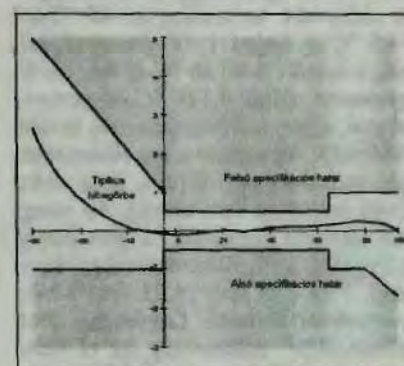
ban elegendőnek bizonyul egy tipikusan 5 kΩ értékű ellenállás. Több, egyformának tűnő alkatrész kipróbálva elmondható, hogy az üzembiztos kommunikáció eléréséhez néha akár a felére is le kell csökkenteni az ellenállás értékét.

A pontos hőmérsékletméréshez ismerni kell az eszköz hibakarakterisztikáját. A 16. ábra alapján elmondható, hogy a -10 és 50 °C közötti tartományban a pontosság $0,25$ °C körüli, ez meg is felel a szoftveres pontosságnak. E tartomány felett és alatt azonban a hiba – főleg a „hideg” tartományban – meglehetősen nagyvá válik. A grafikon vízszintes tengelyén ábrázoltuk a mérendő hőmérsékletet, a függőlegesen pedig a várható hibaértéket szintén Celsius-fok egységben.

A -35 °C alatti tartományban a hiba már igen nagy, a több Celsius-fokot is elérheti. Általában igaz, hogy a button kicsit magasabb értékeket ad vissza, mint a valóság. A grafikon alapján ez azt jelenti, hogy pl. -55 °C-os valós adat esetén már csak -52 °C körüli értéket olvashatunk ki. Nagyon kedvező azonban az, hogy a víz nevezetes pontjainál (fagyás és forrás) a pontosság több, mint megfelelő. A mért adatok két bájtos alakban kerülnek a scratchpadre. A hőmérsékleti adatok



14. ábra



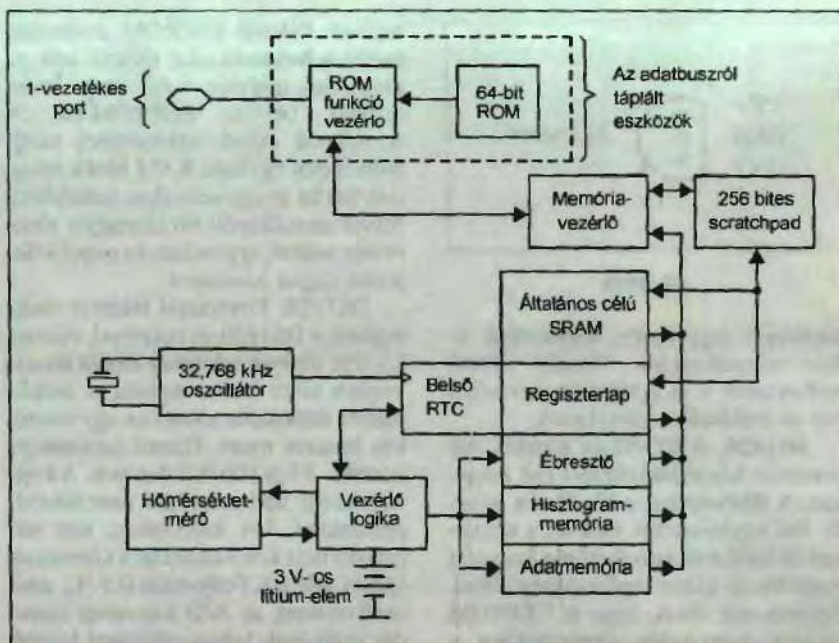
16. ábra

4. táblázat

Hőmérséklet	Megfelelő bináris érték
+100 °C	00000000 11001000
+25 °C	00000000 00110010
+0,5 °C	00000000 00000001
+0 °C	00000000 00000000
-0,5 °C	11111111 11111111
-25 °C	11111111 11001110
-55 °C	11111111 10010010

kiértékeléséhez a 4. táblázat nyújthat segítséget. Az első bájt az előjelet határozza meg, bár kissé pazarló módon. Látható, hogy a 0 °C-hoz mindkét bájt 00h értéke tartozik. A hőmérséklet 0,5 °C-os emelkedése a pozitív tartományban a második bájt inkrementálását eredményezi. A 100 °C-hoz így az 11001000, azaz a 200-as decimális szám tartozik. A negatív tartomány megjelenítése már kissé érdekesebb. Itt ugyanis a 255-ös decimális szám jelenti a -0,5 °C-t, majd a hőmérséklet további csökkenése során az érték szintén egysevel csökken. Így a -55 °C-nak a második bájt 10010010, azaz 146-os értéke tartozik.

DS1921. Ez a típus az egyik leghatékonyabb iButtonok közé tartozik. Mint ahogyan neve is elárulja (thermochron), a beépített lítium-elemnek köszönhetően képes külső tápfeszültség nélkül előre programozott időintervallumokként a hőmérsékletet megmérni, majd belső memóriablokkjában eltárolni. Kétféle altípusát sikerült kipróbálni. Az egyik szélesebb tartományban mér kisebb pontossággal, a másik pedig viszonylag szűk intervallumban, de igen nagy pontossággal. A szélesebb tartomány a -40 °C-tól +85 °C-ig terjed 1 °C pontossággal, míg a másik -5-től 26 °C-ig mér, de figyelemre méltó 0,125 °C-os pontossággal, amely szoftveresen még tovább felezhető. Az eszköz a log elkészítéséhez tartalmaz egy RTC-t, azaz valós idejű órát (real-time-clock). Az integrált időmérő pontossága 2 perc/hónap környékén szór. A mintavétel gyakorisága 1 és 255 perc (4,25 óra) közötti percnként állítható. Legfeljebb 2048 hőmérsékleti adatsomag fér el belső memóriablokkjában, ami 1,4 nap és majdnem egy teljes év közötti munka-

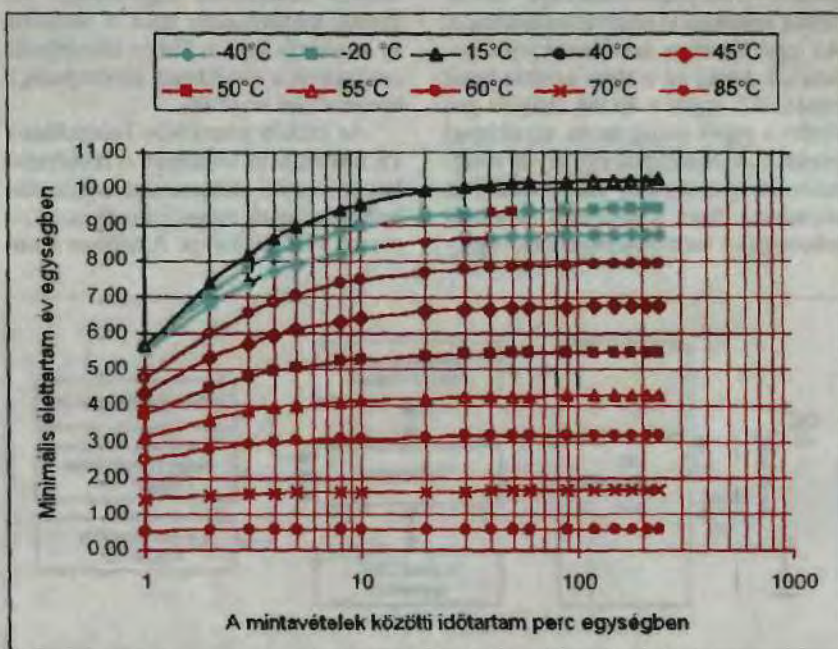


17. ábra

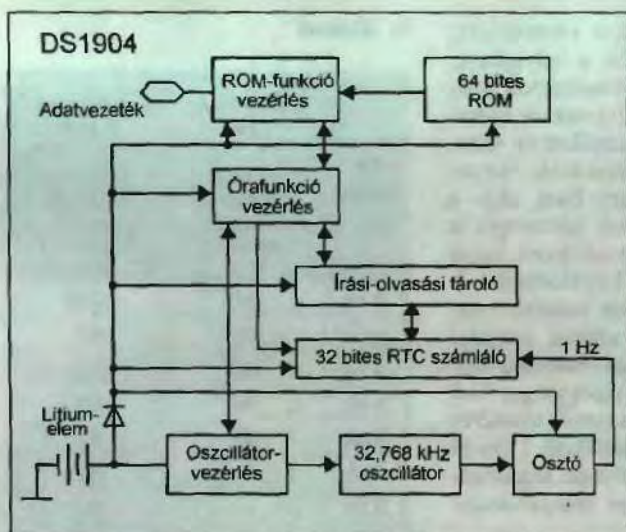
időt jelent. Ezenkívül a mintavétel kezdete eltolható 45 napot, így nem szükséges azonnal a programozáskor kezdődnie a mérősorozatnak.

A button belső felépítése a 17. ábrán látható. A legfontosabb feladata a memóriavezérlőnek van, mivel ez az egység teremt kapcsolatot az egyvezetékes port és a belső funkciók között. Közvetlenül vezérli a scratchpadet, a belső regiszterlapot, az adatmemóriát

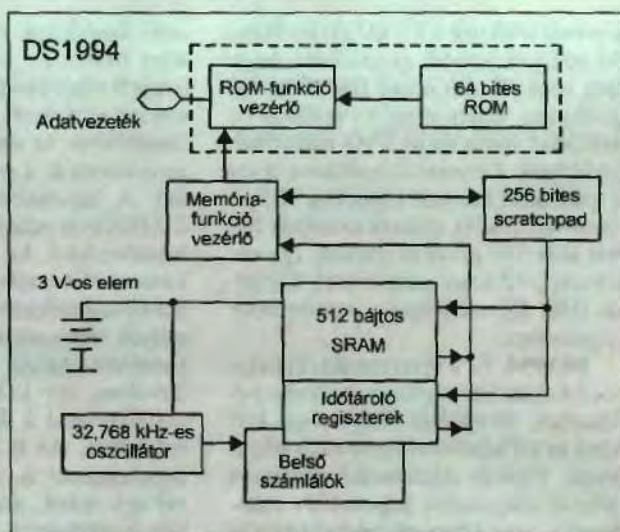
és az ébresztőfunkciót. A tényleges „hardveres” végződést az RTC modul és a hőmérőszensor képviseli. A belső lítium-elem, mint tápegység igen hosszú ideig képes ellátni a felprogramozott iButton működését. Mint az ábráról leolvasható, a ROM kivételével minden egységet ez az elem lát el tápfeszültséggel. Az elem élettartama ebből kifolyólag igen szoros kapcsolatban áll az eszköz kihasználtságával, vagyis a



18. ábra



19. ábra



20. ábra

mintavétel gyakoriságával. Az élettartam-mintavételi gyakoriság függvényeket a 18. ábrán találjuk. Ezt a görbesereget alaposan tanulmányozzuk át mielőtt a használat mellett döntünk. A gyártó a szobahőmérséklet környékére optimalizálta az alkatrészt. Látható, hogy 15 °C-os átlaghőmérséklet mellett 20 perces mintavételi gyakoriság esetén akár 10 évig is problémamentesen működő alkatrészhez juthatunk. A mintavételi gyakoriságot rendkívül óvatosan és meggondoltan válasszuk meg, mert akár felezheti vagy duplázhhatja az elem élettartamát. A felső hőmérsékleti határérték közelében történő mintavételezés esetén az élettartam akár a fél évet sem éri majd el. Nagyon érdekes, hogy 20 perc feletti esetben már csak a hőmérséklet határozza meg az elem kondícióját.

DS1977. Vannak helyzetek, amikor mobil adattároló eszközre van szükségünk. Egy ilyen button segítségével akár fontosabb jelszavainkat vagy személyes adatainkat is tárolhatjuk, persze meglehetősen biztonságosan, hiszen maga a tárolóeszköz is jelszóval védett, méghozzá kétféleképp. Az egyik ismerete csak olvasási procedurát enged, míg a másik teljes hozzáférést a memóriához (írás-olvasás). Az említett típus 32 kB adat tárolására alkalmas. Memóriaszerkezetét tekintve 64 bájtos lapokból épül fel. Ezek a lapok törléskor egységként kezelhetők, az elérési sebesség növelése érdekében. Az előzőekben ismertetett alkatrészekhez képest nagy áramfelvétellel tűnik ki, ennél fogva legfeljebb 2,2 kΩ-os portfelhúzó ellenállást fogad el. Sajnos, mind olvasás-

kor, mind íráskor, és még a jelszó megerősítésekor is erősebb portfelhúzást igényel. Támogatja a 125 kbit/s-os adatátviteli sebességet is, így rendkívül gyorsan lezajlik a jelszóazonosítás és a memóriaolvasás. A gyártó legalább 100 ezer újraindítási ciklust garancia a memóriára. Az EEPROM tartalma pedig kb. 10 évre szavatolt. Beépített hazardvédelemmel is rendelkezik, amely 15 kV-ig védi az eszköz belső áramköreit. Igen fontos momentumként említhető, hogy a kommunikáció során a CRC képző algoritmus 16 bites számot ad eredményként a biztonságosabb adatátvitel érdekében. Bár a 16 bites CRC képzése jelentősen lassítja az adatátvitelt, a nagysebességű busz lehetősége viszont messzemenően kompenzálja azt. Az előbbiekből következő, hogy merőben más típusú olvasóegységet kíván, mint az átlagos butontársak, viszont ez nem meglepő a biztonság fokozása érdekében.

DS1904. Az időmérés lehetőségét már láttuk a DS1921-es button esetében. Az alábbi eszköz azonban ezen jóval túlmutat, mert egy teljes valós idejű óra és naptár is megtalálható benne. Mindkét funkció bináris formátumban kérdezhető le. Az óra felbontása 1 másodperc, egy hónap alatt legfeljebb két perc pontossággal. Mivel a pontosságot az integrált 32,768 kHz-es kvarc hőmérsékletfüggése határozza meg, a legcélszerűbb az alkatrészt fix hőmérsékleten üzemeltetni. A működési hőmérséklet-intervallum alsó határa -40 °C, a felső pedig +70 °C. A rozsdamentes acélház rendkívüli hatásfokkal védi az eszközt piszok, sár, nedvesség és üto-

dés ellen. A button tömbvázlata a 19. ábrán látható. A beépített lítium-elem kb. 10 évig biztosítja a működést. A ROM vezérlés funkciójának tápellátása természetesen az adatbuszról biztosított, míg a többi a belső elemről történik. Az alkatrész központi eleme az óra funkció vezérlő, amely összekapcsolja az egyes építőelemeket. Az oszcillátor jeléből osztó segítségével keletkezik az 1 Hz-es órajel, amely az RTC számlálót működteti. Ez egy 32 bites alkatrész, amely lehetőségessé teszi a 136 évre számlálást, amit persze az elem már nem tesz lehetővé...

DS1990A. Mondhatni a legolcsóbb és különleges funkciók nélküli eszköz. Egyetlenegy dologra használható: azonosításra. Csak ROM funkcióval rendelkezik, amely csak a 64 bites beégetett, csak olvasható memória kiolvasására alkalmas. Több egyforma funkciójú eszköz kezelése is lehetséges ugyanazon a buszon, azaz „multidrop controller”-t is tartalmaz. A határadatok betartására figyelni kell, mert az eszköz csak 6 V-os magas logikai szintig működőképes, e felett meghibásodás előfordulhat. Az alsó feszültséghatár 2,8 V, így akár 3,3 V-os rendszerekben is alkalmazható. Cserébe kárpótolhat minket a szélesebb hőmérséklet-tartomány, ami akár +95 °C-os rendszerekben is lehetővé teszi a biztonságos adatátvitelt. A tárolási hőmérsékletet -55 és 125 °C között kell megválasztani. A 16,3 kbit/s-os sebességnek köszönhetően kb. 4 ms alatt kiolvasható a 8 bájtos ROM memória. A buszfelhúzó ellenállás értéke 600 Ω és 5 kΩ között választható meg. Tipikus

kísérleti értéknek a 2,2 k Ω javasolható. Az eddigiek alapján elmondható, hogy még nem sikerült olyan DS1990A-val találkozni, amely ezzel az értékkel ne működött volna, de az 5 k Ω -mal voltak problémák. Ez annak köszönhető, hogy a specifikált bemenő kapacitás 100 pF körül van (5 k Ω), viszont az eltérés felfelé akár 700 pF-ot is elérheti, így ekkor nagyobb áram, azaz kisebb ellenállás (600 Ω) szükséges a kondenzátor kezeléséhez.

DS1994. Ez a típus rendkívül hasznos lehet akkor, amikor egy feladat befejezését, elvégzését időponthoz kell kötni és ezt később le szeretnénk ellenőrizni. Tipikus alkalmazási területe a változó időponthoz kapcsolódó adatáramlás vagy központi rendszer nélküli munkakezdés-felügyelő rendszer. Az eszköz tartalmaz egy valós idejű órát és egy 4 kBytes (4096 bites) írható-olvasható memóriát. Az alkatrész tömbvázlata a 20. ábrán látható. Az előzőekhez hasonlóan a ROM funkciót vezérlő részek az adatbuszról nyerik tápellátásukat, így lemerült belső elem esetén az eszköz azonosításra még alkalmazható. Az extra funkciók egyetlen ponton kapcsolódnak az adatbuszhoz, ez pedig a memóriavezérlő. Az oszcillátort és az időtároló regisztereket már ismerjük, új elem az 512 bájtos memória. Ezt a memóriát 16 db 256 bites lapra (page) osztja fel a gyártó. A lapok egészként is kezelhetők, így pl. a törlés igen gyorsan végbemehet.

Az óra egy 5 bájtos bináris számlálón alapszik. Ennek a számlálónak az értéke 256-szor növekszik másodpercenként. 4 bájt tárolja a másodperceket, míg egy bájt a törtmásodpercek számlálására alkalmas. Ezzel a módszerrel a századmásodpercek számolása is lehetségessé válik. A 4 bájt terület kb. 136 évre elegendő, a belső referenciapont 1970. január 1., 12:00. Rendkívül fontos megjegyezni, hogy az időmérő referenciapontja adott esetben lezárható, így az időpontok többé nem változtathatók meg. Az angol szakirodalom ezt „programmable expiration”-nak nevezi. A számláló persze megy tovább, de az időregiszterek csak olvashatóak lesznek. Az adatmemória persze továbbra is módosítható, de a módosítási időpontok rögzítésre kerülnek az eszközben. Ebből következik, hogy az adatmentési időtartam nem hamisítható meg.

DS2404. A DS1904-es RTC 16 kivezetéses integrált áramkörös változata. Használata akkor praktikus, amikor

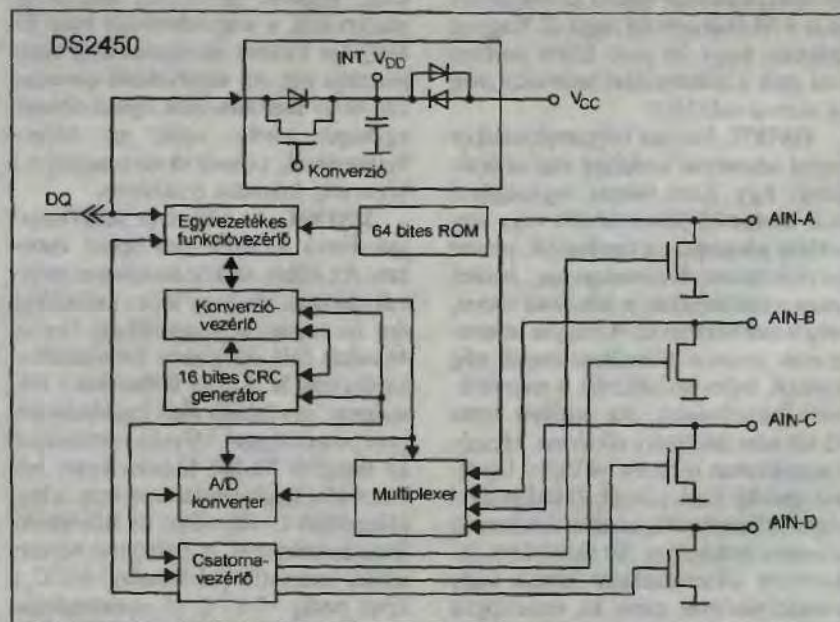
nem szeretnénk iButton kivitelű eszközt használni. Kiseb a helyigénye, ezentúl többféle kommunikációs lehetőséget is biztosít. A kivezetések között megtaláljuk az egyvezetékes és a háromvezetékes kommunikációs buszokat. A háromvezetékes busz akár a 2 MBit/s-os adatátviteli sebességet is lehetővé teszi. Az IC rendelkezik külső kvarccsatlakoztatási lehetőséggel. A pontosság érdekében ide érdemes valamilyen termosztáttal ellátott kristályt használni. Mivel nincs beépített lítium-elem, így külső tápegységet kell csatlakoztatni a folyamatos időmérés érdekében. Az IC-n található 1 Hz-es órajelkimenet is, amelynek segítségével egy másik, órajelet igénylő áramkört is elláthatunk.

DS2761. Nagy pontosságú lítium-elem és akkumonitor IC. Egy 25 m Ω -os ellenálláson keresztül képes mérni és 12 biten digitalizálni az elem áramterhelését és feszültségét. Ebből kiszámítható a felhasznált kapacitás és jó közelítéssel előre becsülhető a várható élettartam. Ezenkívül 0,125 $^{\circ}\text{C}$ pontossággal képes jelezni a hőmérsékletet, így komplett elemdiagnosztikát lehet vele végrehajtani. Az akkuk számára jó hír, hogy töltésvezérlővel is rendelkezik, így nemcsak az áramfelvétel, hanem az esetleges töltés is kontrollálható (már feltöltött kapacitás, visszamaradó töltési idő...) a segítségével. Az egész rendszer természetesen a 16,3 kbit/s-os adatbuszon keresztül programozható.

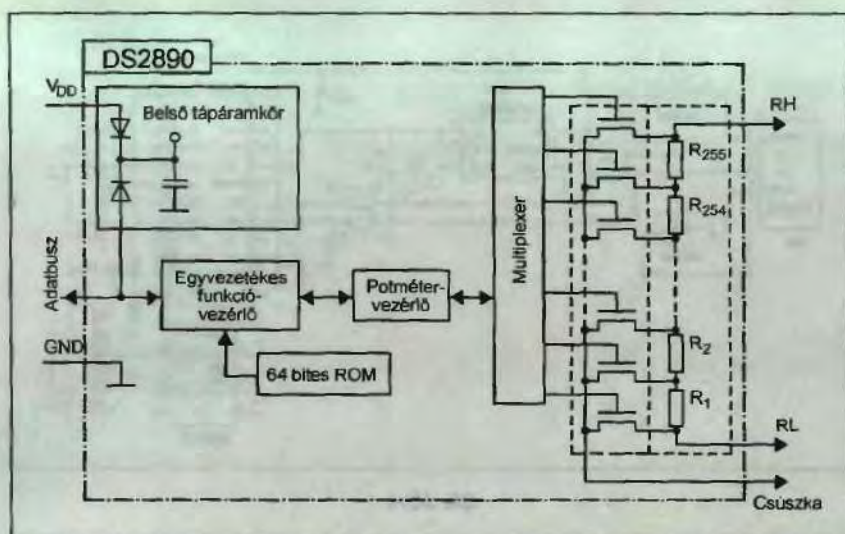
5. táblázat

Felbontás	Érzékenység: 2,56 V	Érzékenység: 5,12 V
	1 bitnek megfelelő bemenő feszültség (mV)	1 bitnek megfelelő bemenő feszültség (mV)
2 bit	640	1280
3 bit	320	640
4 bit	160	320
5 bit	80	160
6 bit	40	80
7 bit	20	40
8 bit	10	20
9 bit	5	10
10 bit	2,5	5
11 bit	1,25	2,5
12 bit	0,625	1,25
13 bit	0,313	0,625
14 bit	0,156	0,313
15 bit	0,078	0,156
16 bit	0,039	0,078

DS2450. rendkívül egyszerűen kezelhető, ugyanakkor sokoldalúan programozható négycsatornás A/D konverter. A bemeneti érzékenység 2,56, illetve 5,12 V-ra állítható be. Az igazi érdekességet a programozható felbontás jelenti. Ez annyit tesz, hogy 2 és 16 bit között választható meg, így a bemenő



21. ábra



22. ábra

feszültséget 4 és 65 536 lépcsőben a kettőhatványoknak megfelelően digitalizálhatjuk. A felbontással kapcsolatos adatok az 5. táblázatban szerepelnek. Látható, hogy a millivolts felbontás eléréséhez 11–12 bit beállítása szükséges. A legpontosabb esetben akár 0,04 mV-os (nem tévedés: 40 μ V) felbontás is elérhető. Ez a szokványos körülmények között több, mint elegendő. A mintavételi ablak 20 μ s, azaz a mintavételi frekvencia csak 50 kHz. Ez gyakorlatilag a hangfrekvenciás tartományra teszi alkalmassá a nyolclábú SOIC tokozású eszközt. Az IC tömbvázlata a 21. ábrán látható.

Az elrendezés egyetlen hátránya, hogy multiplexert használ a négy csatorna kezeléséhez. Így ugyan csak egy A/D konverterre van szükség, viszont az egy csatornára jutó mintavételi gyakoriság a negyedére csökken. Az átviteli hibák kezelésére 16 bites CRC-t használunk. A konverziós bizonytalanságok egyébként csak az utolsó biten jelentkeznek. Az áramkör külső tápáramforrás nélkül is működőképes, ekkor azonban egy igen bonyolult felépítésű szekció látja el a belső részeket tápfeszültséggel. A konverzió időtartamára persze megnövekszik az áramfelvétel, emiatt a védődióda kiiktatásra kerül.

DS1993. 4 kBit adatterülettel rendelkező memória. A tároló felépítése gyakorlatilag megegyezik a DS1994-nél ismertetettel. Itt is SRAM található, ennél fogva szükség van egy beépített lítium-cellenre, amely a RAM-ot látja el tápfeszültséggel. Szintén a RAM-nak köszönhetően az adatátvitel rendkívül

gyors. (Emlékeztetőül: az EEPROM-ok esetében milliszekundumnyi idő kell az íráshoz.)

DS2890. Digitális potenciométer 100 k Ω -os ellenállással, alapvetően kétféle kivitelben készül. Az egyik hardverfelépítés 6 vezetékes tokba, a másik pedig 3 vezetékes TO-92-es tranzisztortokba került. A 6 vezetékes IC belső felépítése a 22. ábrán látható. A tömbvázlat alapján könnyen megérthető, hogy teljesértékű digitális potenciométerrel állunk szemben. Legfeljebb 11 V-ot kapcsolhatunk az RH és az RL csatlakozókra. A vezérlés a szélső területek kivételével lineáris, így egy lépcső kb. 390 Ω -ot jelent. Mivel a potenciométer mindhárom kivezetése elérhető, így akár egyszerű változtatható ellenállásként is felhasználhatjuk. Az alkatrész nagyfrekvenciás alkalmazását azonban kerülni kell, mert a 3 dB-es frekvencia csupán 100 kHz körül van a gyári specifikáció szerint.

A 3 vezetékes eszköz nem rendelkezik külső táplálással, a potenciométer csúszkája és RL csatlakozója a tokon belül GND-re van kapcsolva.

Az egyvezetékes eszközök illesztőegysége

Az egyvezetékes rendszerek előnyeit látva kicsit lehangolóan tűnik, hogy eme remek alkatrészek kommunikációs protokolljai egyetlen széles körben elterjedt szabvánnyal sem egyeznek meg.

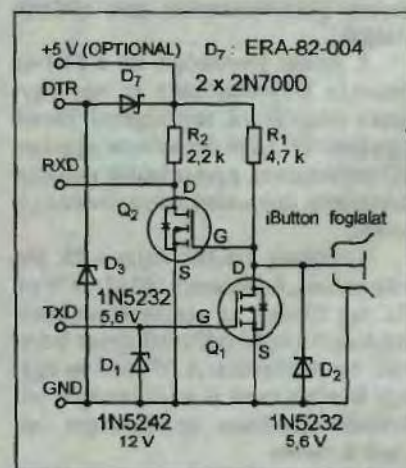
A következőkben bemutatjuk ezeknek az alkatrészeknek a szabványos portokhoz történő illesztését, illesztő hardvereit. Előkerülnek RS232-es, I²C



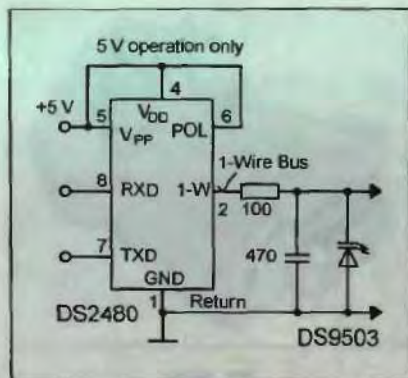
23. ábra

buszos és USB-s hardverek kapcsolási rajzai is.

A legegyszerűbb esetek közé tartozik az egyvezetékes busz RS232-essé alakítása és viszont. Egy ilyen egység fényképét mutatja a 23. ábra. Jól látható, hogy a 9 pólusú soros csatlakozó felső részén foglal helyet az iButton fogadóegysége. Az áramkör belső kapcsolási rajza a 24. ábrán található. A +5 V-tal jelölt vezeték bekötésére csak akkor van szükség, ha a soros port nem tudna megfelelő jelszinteket szolgáltatni az illesztő tápfeszültségének előállításához. A tápellátást normális esetben – megfelelően erős port esetén – a soros port DTR lába szolgáltatja. Az RxD és a TxD lábak szabványos módon kezelendők a csatlakozó szoftver részéről (adás-vétel). Az igazi feladatot, azaz az RS232-egyeztető konverziót a Q₁–Q₂–R₁–R₂ alkatrészek végzik. Előfordulhat, hogy az iButton esetlegesen nagy bemenő kapacitása miatt a 4,7 k Ω -os ellenállást 2,2 k Ω -ra kell cserélni, de ez csak az első használatkor derül ki. A három Z-dióda elsődleges feladata a feszültségszintek elfo-



24. ábra



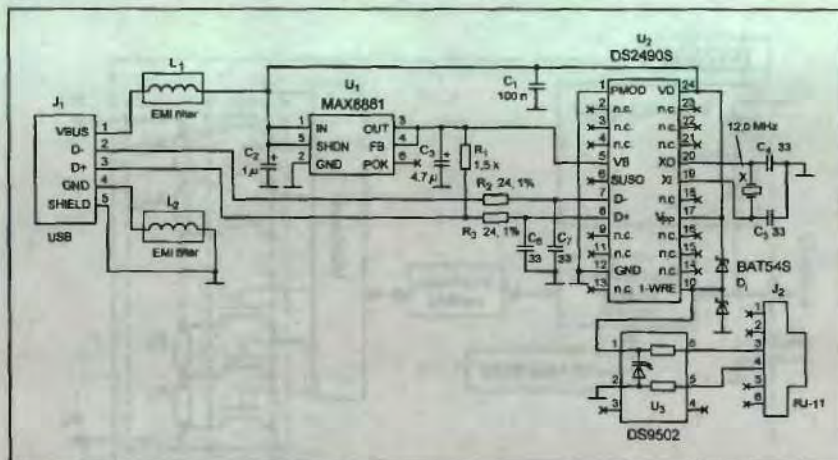
25. ábra

gadható határok között tartása, így elkerülhető a beépített alkatrészek meghibásodása. Bár tudvalevő, hogy a soros portok nagy része rendelkezik belső túláramvédelemmel, a D_1 és D_3 diódák ilyen módon történő bekötése ellen szemünk tiltakozhat, – kétségtelen viszont, hogy az áramkör így is kifogástalanul működik, utánépítve meghibásodás eddig nem fordult elő. Ha lehet, D_7 helyére valamilyen kisáramú Schottky-diódát építsünk be. Erre nem a nagy működési frekvencia miatt van szükség, hanem azért, mert ezen típusok nyitófeszültsége harmada-negyede a szokásos 1N4148-énak. Végül a D_2 -es Z-dióda az iButton védelmét látja el egy esetleges „erős” porttal szemben. Amennyiben laptophoz vagy újabb fajta alaplapra csatlakoztatjuk az illesztőt, ez a dióda – előzetes portfeszültségmérés után – akár el is hagyható. A minél kevesebb alkatrészt felhasználandó, kapcsolóelemként valamilyen kisáramú MOSFET-et használjunk, ha nem tudjuk beszerezni a javasolt típust. Végül esetben a BF961 is megteszi, persze párhuzamosított gate elektródákkal.

A gyártó lehetőséget ad a FET-es áramkör helyettesítésére is, egy egyszerű integrált tok segítségével. Ennek típusjele: DS2480. Mindössze egyetlen IC segítségével, gyakorlatilag miniatűr kivitelben, építhetünk soros iButton olvasót.

Az egység bekötési rajza a 25. ábrán látható. A kimeneti $100\ \Omega$ – $470\ \text{pF}$ RC tag feladata az egyvezetékes buszrendszerrel az IC felé esetlegesen bekerülő zaj elnyomása. A DS9503-as egység feladata most is a biztonságos jel-szintek előállítása az esetleges hirtelenségek esetén.

Miután az USB igen elterjedőben van mostanában – az áruházakban a



26. ábra

lassan státuszszimbólummá váló notebookok garmadáját végignézve akad olyan típus, amelyiken 5–6 USB csatlakozót is találunk (persze a leghetesebb csoportosításban és helyeken) –, célszerű egy ilyen olvasóegység rajzát is bemutatni az Olvasóknak. A rendszer természeténél fogva jóval bonyolultabb, mint a soros portos megoldás. Ha leküzdötte valaki a praktikus SM technológia állította forrasztási korlátokat, még mindig ott vannak a driverproblémák és az installálási gondok. Persze a Windowst eleve arra teremtették, hogy ezen irányú gondjainkon segítsen...

Az eszköz lelke egy DS2490S típusjelzésű 24 lábú chip. A SOIC tokozásnak köszönhetően nem kellene gyári körülmények a beforsztásához, így mindenkinek jó szívvel ajánlható. Az egység gyári kapcsolása a 26. ábrán látható. A központi IC helyes működéséhez egy 12 MHz-es kvarcra van szükség és két darab $33\ \text{pF}$ -os kondenzátorra.

Ha kis méretben szeretnénk megépíteni az egységet, feltétlenül SMD alkatrészt építsünk be erre a helyre. A D_1 és az U_3 jelű alkatrészek csupán védelmi funkciót látnak el, határértékeket meg nem haladó buszfeszültség esetén el is hagyhatók. Az egyetlen probléma, a MAX8881 jelű IC. Ennek csupán az a feladata, hogy az USB port +5 V-os tápfeszültségéből előállítsa a $3,3\ \text{V}$ -os feszültséget a DS2490 számára. Mivel ezt az IC-t elég nehéz beszerezni, így kipróbáltuk egy egyszerű ellenállás – Z-dióda párossal helyettesíteni. Mivel a központi IC áramfelvétele induláskor, illetve az USB-re csatlakoztatáskor meglehetősen nagy, a $330\ \Omega$ –ZPD3V3 hozta csak meg a kívánt eredményt.

Ennek az áttevezett illesztőnek mind a kapcsolási, mind pedig a nyomtatási rajzát az Olvasók ingyenesen letölthetik a szerző honlapjáról. A gyártó ajánlása szerint érdemes az USB tápvezetékeibe egy-egy EMI filtert, azaz zavar-szűrő egységeket helyezni, saját tapasztalat alapján viszont nem szükséges.

A kész egység fényképe a 27. ábrán található. Ha a dizájnt nem is, de a méreteket házilag is produkálhatjuk. A sikeres utánépítés tényét onnan vehetjük észre, hogy az áramkört a számítógéphez csatlakoztatva az „új hardver” találatra figyelmeztető ablak bukkan fel a képernyőn. A szükséges driver telepítési utasításait a szoftveres részben találjuk meg.

Az utánépítésnél fokozottan ügyeljünk a gondos szerelésre, mert az USB port elég kényes jószág, ne tegyük próbára feleslegesen a belső hardveres védelmeit.

Mivel az I²C busz is igen közkedvelt, így a gyártó kínálatában találunk I²C–1-wire átalakító IC-eket is. Az áramkörcsalád gyűjtőjelzése a DS2482. Ezen belül találhatunk egycsatornás és nyolccsatornás eszközöket is. Az egycsatornás IC egy I²C buszt alakít át egy darab egyvezetékes busszá, a nyolccsatornás kimenetén pedig egy I²C busz nyolc egymástól függetlenül kezelhető egyvezetékes buszt „okoz”.



27. ábra



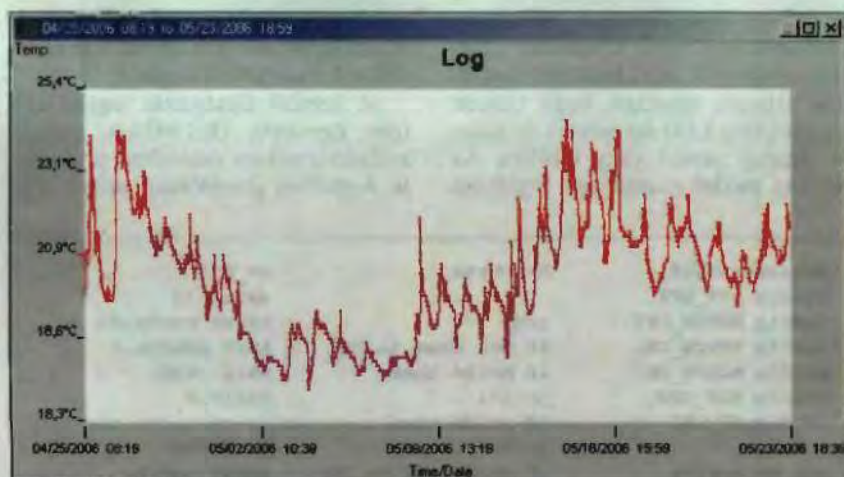
31. ábra

részletezve kapjuk meg az eszköz tulajdonságait, esetünkben csupán a szériaszámot. A szériaszám megjelenítése logikus, külön színnel jelölt az eszközcsaládkód, a CRC érték és a tényleges sorozatszám. Az ablakocská jobb alsó sarkában látható az eszköz megnevezése, a „serial number” megjelölés esetünkben arra utal, hogy csak szériaszámot tartalmazó eszközről van szó. A bal alsó sarokban található a hardveres támogatás kijelzése, esetünkben ez a DS9097E típusú olvasót (24. ábra) és a COM1 jelű soros portot jelenti.

A másik eszköz, amelynek kezelése már jóval sokrétebb, a DS1921Z, az ún. thermochron button. Integrált lítium elemének köszönhetően képes külső tápfeszültség használata nélkül is mérni és tárolni az eszköz hőmérsékletét. Rendkívül kis hőkapacitásának köszönhetően akár fél perc elteltével már

az aktuális hőmérsékletet mutatja. A sok funkció ellenére programozása az említett szoftver segítségével meglehetősen egyszerű. A felforrasztás folyamata a 31. ábrán látható. A folyamat balról jobbra soronként értendő. Az ablakok jobb alsó sarkában jól látszik, hogy „Thermochron viewer”-ről van szó, természetesen a fentebb látott olvasóegységgel és portbeállításal. A funkcióablak három kis fület tartalmaz: a „Wizard” a felforrasztást, a „Mission result” a mérési eredmények megjelenítését, a „Status” pedig a pillanatnyi állapot megjelenítését teszi lehetővé. A programozás első lépéseként egy kis bevezetőt olvashatunk. A második kis képen az eszköz pontos idejét állíthatjuk be, ezt az egyszerűség kedvéért vehetjük a PC-ből is. A harmadik ablakban beállíthatjuk az esetleges ébresztőóra funkciót. Szokványos mérés

esetén ennek nem vesszük hasznát. A negyedik kis ablak igen fontos beállítási lehetőséget hordoz. A felforrasztást követően a mérőszorozatnak nem kell azonnal elkezdődnie. Beiktathatunk késleltetést. Erre akkor lehet szükség, ha egy adott helyen otthagyva a buttont, csak napok vagy hetek múlva szeretnénk indítani a mérőszorozatot. Nap-óra-perc pontossággal tudjuk a késleltetést beállítani, amely legfeljebb 44 napnyi idő lehet. Az ötödik ablak modhatni a legfontosabb. A mintavétel gyakoriságát adhatjuk meg. Az 1 perctől 255 percig terjedő intervallum állítható be. Bár meglehetősen csábító lehet a percenkénti mintavétel, azonban mindig meggondoland, a feladat által megkívánt gyakoriságot állítsuk csak be! Ennek két oka lehet: az egyik az integrált elem véges élettartama (18. ábra), a másik pedig a maximális mérési



32. ábra

idő. A DS1921Z-be ugyanis 2048 mérési adat vehető fel. A hatodik ablakban két hőmérsékletértéket adhatunk meg, amely a megjelenítésnél és az adatok kiértékelésénél lehet igen fontos, a mérésre azonban egyáltalán nincsenek kihatással. Segítségükkel beállítható egy hőmérsékleti sáv, amely az adott mérés szempontjából elfogadhatónak minősíthető. Ezen sáv felett piros, a sáv alatt pedig kék színnel jelölődnek az értékek majd a megjelenítéskor. A hetedik ablakban a rögzítési körbeforgást engedélyezhetjük. Ez azt jelenti, hogy engedélyezett esetben a 2048 mérési adat rögzítése után a 2049-dik az első helyen lévő felülírja, míg tiltott esetben a mérősorozat befejeződik, több mérési adat rögzítése nem történik. Az utolsó ablakban még ellenőrizhetjük a megadott beállításokat, a „Finish” gombra kattintással a programozás elkészül.

A kész mérési projekt után az adatok megjelenítését is elvégezhetjük a szoftverrel. Kétféle grafikus és egyféle szöveges megjelenítési típus segíti munkánkat. A szöveges megjelenítésű adatokat akár szöveges fájlba (txt) is menthetjük. A fájl szerkezete lehetővé teszi, hogy az adatokat Excelben is feldolgozhassuk, értékelhessük. Az egyik grafikus kiértékelés a 32. ábrán látható. A hőmérséklet-idő függvény felrajzoltatása még a mérőszemeket is gyönyörködteti, a kísérletező kedvű hobbistának pedig leírhatatlan élményt nyújthat. A 32. ábra szerinti esetben a napok szinte félreérthetetlenül megkülönböztethetőek, az eszköz ugyanis mindig ugyanott helyezkedett el a mért egy hónap alatt. A fentebb bemutatott kék és piros színezés is jól kivehető, csupán egy meglehetősen kis hőmér-

séklétsáv színezése fekete (beállítási kérdése). A szoftver eme megjelenítési funkcióját akár a meteorológus vénájúak is remekül használhatják – no persze nem előrejelzésre – elsősorban statisztikák készítésére. Nem szükséges bonyolult mikrokontrolleres vagy PC-s alkalmazásokat fejleszteni a hőmérséklet digitalizálására és az értékek tárolására, mert a DS1921Z egymagában megoldja a kérdést. Az ábráról leolvasható, hogy 2006 április végén meglehetősen jó idő volt, míg május elején egy erőteljes lehűlés vette kezdetét, a hónap közepére pedig ismét meleg lett. A hirtelen változások is szépen kivehetőek,

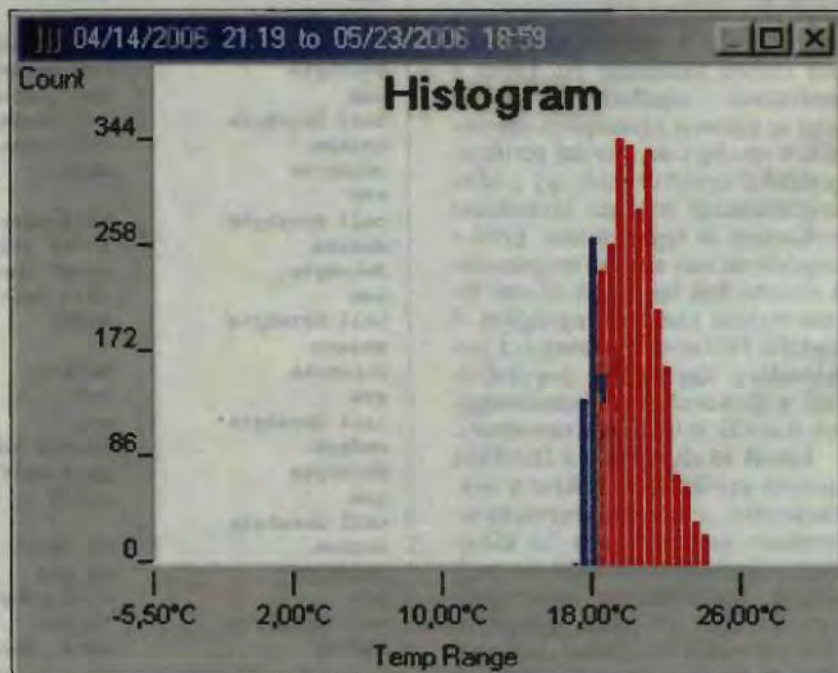
május 7-én még hűvös idő volt (17 °C körül), 8-ára pedig hirtelen felmelegedés köszöntött be (23 °C).

Statisztikai szemmel nézve az adatok kiértékelése a 33. ábrán látható. Természetesen ezt is a szoftver készíti el. A gyakoriság-hőmérséklet oszlopdiagram igen jól szemlélteti egy adott időszak hőmérséklet-megoszlását. Az ábra szerint a kérdéses időszakban a legtöbbször (344-szer) mért az eszköz 20 °C közeli értékeket. A tavaszi változó időben az eloszlás felső része szépen követi a haranggörbét, a kisebb hőmérsékletű oszlopok erőteljes magasságaiból pedig a szokottabbnál kicsit hűvösebbre következtethetünk.

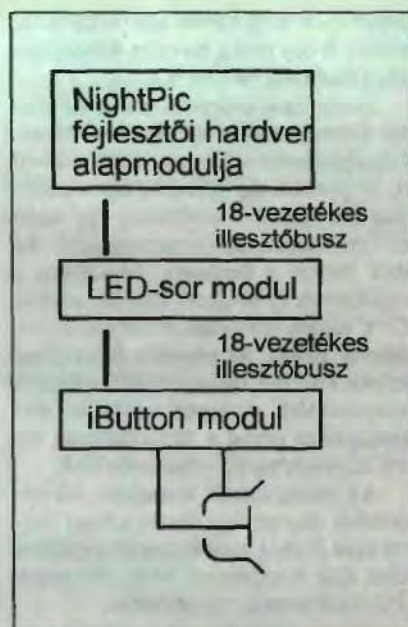
Az eddigiekből levonható következtetés szerint egy thermochron button akár évekig igen hasznos segítőtárs lehet akár a természet, akár otthonunk hőmérsékletének rögzítésében.

Mikrokontrolleres alkalmazások

A mikrokontrolleres egyvezetékes kommunikáció leprogramozása, mint már fentebb említettem, egyszerűbb, mint a PC-s eset. A következőkben a DS1990A és a DS1920-as típusú buttonok illesztését nézzük meg. A kommunikációs alaprutinok letölthető formában mindenki számára hozzáférhetőek a szerző honlapján. A programok a *NightPic V6.2* Basic nyelvén készültek, assembly betétekkel. Az As-



33. ábra



sembly nyelv alkalmazására az egyvezetékes időrések pontos időzítése miatt van szükség. Mint már az előzőekben említésre került, itt csupán a Basic nyelv nem nyújt egyszerű és pontos megoldást. Az Assembly nyelv alkalmazásától azonban nem kell megijedni, mert a kommunikációs rutinokat nem a kedves Olvasónak kell megírni, az assembly betétekben található rutinokat pedig a *NightPic V6.2* Basicből is könnyedén meg lehet hívni. Hardveres oldalról pedig a *NightPic* modulrendszer elemeit használjuk fel. Ennek a rendszernek tagadhatatlan előnye, hogy az égetővel egybeépített alaplaphoz mindig csak a kívánt perifériamodulokat csatlakoztatjuk, így a teljes programozandó rendszer kívánatosan áttekinthető és egyszerű lesz. Ezzel a megoldással csak az adott programozási részletre kell ügyelnünk és nem fogunk elveszni a hardverrengetegben. A *NightPic V6.2* szoftvercsomag és a modulrendszer alapmodulja megvásárolható a Rádiótechnika Szerkesztőségében. (Ld. a 31. és 94. oldalak hirdetéseit).

Lássuk az első példát: a DS1990A típusjelű egyvezetékes eszközt a mikrokontroller „a” portjának harmadik kivezetésére csatlakoztatjuk egy 2,2 kΩ-os felhúzóellenálláson keresztül. Az eredmények kijelzésére az egyszerűség kedvéért egy „b” portra csatlakozó LED-sor modult használunk. Az összeállítás tömbvázlata a 34. ábrán látható. Mivel a NightPic modulrendszer 18-

vezetékcsatlakoztatás a 16F628-as kontroller mindegyik kivezetés⁴ eljuttatja mindegyik csatlakoztatott modulhoz, teljesen mindegy, hogy először kapcsoljuk a LED-sor modult és utána az iButton modult vagy fordítva. Az iButton modul csupán egy foglalatot

tartalmaz egy felhúzóellenállással. A modul nyákterve pcb formátumban letölthető a szerző honlapjáról.

A legelső alkalmazás legyen egy igen egyszerű, DS1990A-n alapuló beléptetőrendszer működtető programja. A szoftver „mindössze” annyit tesz,

```

device 16f628
config LVP_OFF,
config BODEN_OFF,
config PWRTE_ON,
config MCLR_ON,
config WDT_OFF,
config XT_OSC

dim dq,pdbyte,
dim count,iobyte,
dim tmp0,i,a,b,
dim c,d,e,f,g,h,
dim jo as byte

dq=3
trisb=0

kezdet:
asm
call ow_reset
btfss pdbyte,0
goto nodpulse
movlw .51
call dstxbyte
endasm

asm
call dsrxbyte
endasm
a=iobyte
asm
call dsrxbyte
endasm
b=iobyte
asm
call dsrxbyte
endasm
c=iobyte
asm
call dsrxbyte
endasm
e=iobyte
asm
call dsrxbyte
endasm
f=iobyte
asm
call dsrxbyte
endasm
g=iobyte
asm
call dsrxbyte
endasm

h=iobyte
jo=0
if a=1 then jo.0=1
if b=184 then jo.1=1
if c=204 then jo.2=1
if d=56 then jo.3=1
if e=14 then jo.4=1
if f=0 then jo.5=1
if g=0 then jo.6=1
if h=56 then jo.7=1
if jo=255 then portb=1
if jo<>255 then portb=2
delays 500
goto kezdet

nodpulse:
portb=128
delays 500
goto kezdet

asm
ow_hiz:macro
bsf status,rp0
bsf trisa,dq
bcf status,rp0
endm

ow_lo:macro
bcf porta,dq
bsf status,rp0
bcf porta,dq
bcf status,rp0
endm

wait:macro time
movlw (time/5)-1
movwf tmp0
call wait5u
endm

wait5u:
nop
nop
decfsz tmp0,f
goto wait5u
retlw 0

ow_reset:
ow_hiz
clrf pdbyte
ow_lo
wait .500

ow_hiz
wait .70
btfss porta,dq
incf pdbyte,f
wait .430
retlw 0

dstxbyte:
movwf iobyte
movlw .8
movwf count
dstxlp:
ow_lo
nop
nop
nop
rrf iobyte,f
bsf status,rp0
btfsc status,c
bsf trisa,dq
bcf status,rp0
wait .60
ow_hiz
nop
nop
decfsz count,f
goto dstxlp
retlw 0

dsrxbyte:
movlw .8
movwf count
dsrxlp:
ow_lo
nop
nop
nop
nop
nop
nop
nop
movf porta,w
andlw 1<<dq
addlw .255
rrf iobyte,f
wait .50
decfsz count,f
goto dsrxlp
retlw 0

endasm

```


LOMEX KFT

**ELEKTRONIKAI
ALKATRÉSZ KERESKEDELEM**

1134 Budapest, Lehel u. 17.

Honlapunkról online rendelhet és letöltheti naponta frissített árlistánkat, 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: hétköznap 9:00 - 17:00

honlap: www.lomex.hu e-mail: info@lomex.hu



Biztos siker,

ha egy garantáltan működő alapkészlettel kezdi a kísérletezést!

A Kezdő PIC-ező csomag az induláshoz minden kelléket tartalmaz!

- **Hardvert:** felprogramozott 16F628A-val készre szerelt, bemért alpmodult és kezdőmodult, USB-s tápkábelt (9.990 Ft)
- **Szoftvert:** NightPic V6.2 + PicProg V1.0 programokat (9.900 + 5.000 Ft)
- **Útmutatót:** a „PIC - kezdőknek” című Hobby Elektronika Füzetet (2.590 Ft)



A Kezdő PIC-ező csomag ára csak 27.480 Ft!

Már megvette az Útmutatót (a HEF 3-at) és/vagy a Szoftvert (a NightPic V6.2 + PicProg V1.0-t)? Akkor csak a Hardvert is megvásárolhatja!

HAM-bazár Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. folyosóközép H-P. 09-14 óra
Rendeljen, postán is elküldjük, a postaköltség felszámításával:
1374 Budapest, Pf 603 239-4932/36 239-4933/36
hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu

6. táblázat

A parancs hexadecimális kódja	A parancs decimális kódja	A parancs funkciója
33h	51	ROM tartalom kiolvasása (64 bites azonosító)
55h	85	ROM tartalom összehasonlítása
CCh	204	ROM műveletek kihagyása
F0h	240	ROM funkció keresése
ECh	236	Hőmérsékleti figyelmeztetés keresése
4Eh	78	Scratchpad írása
BEh	190	Scratchpad olvasása
48h	72	Scratchpad-re másolás
44h	68	Hőmérséklet mérése
B8h	184	Hőmérsékleti figyelmeztető értékek másolása

hogyan az iButton kulcs olvasóhoz érintése után kiolvassa annak ROM kódját, majd összehasonlítja a programban megadott értékkel. Egyezés esetén – engedélyezett kulcs – addig az időtartamig, amíg a kulcsot az olvasóhoz érintjük a „b” portra kapcsolt első LED világít. Amennyiben nem a megfelelő kulcsot csatlakoztattuk, a „b” port második LED-je világít, a rendszer inaktív, azaz kulcs nélküli állapotában pedig a „b” port utolsó LED-je világít. A teljes forráskód a 35. ábrán látható. Az első sor a kontrollertípus kiválasztására szolgál. Jelen esetben a NightPic modulrendszerhez a vásárláskor kapott PIC16F628-as típust használjuk. A 2.-7. sorban a konfigurációs beállításokat találjuk meg. Ezek után a változó-deklarációk jönnek. Első ránézésre talán kissé sok a deklarált változó, a program publikálásakor a fő cél nem a tömör programszerkezet, hanem a bonyolult programozási fogásoktól mentes, könnyen áttekinthető forráskód volt. A dq=3-as sorral az iButton portlábát állíthatjuk be. Utánépítésnél persze más értéket is megadhatunk, arra azonban ügyeljünk, hogy ide csak 0-tól 7-ig terjedő értékek kerülhetnek, bár a dq változót bájt típusúra állítottuk be a program elején. A program igazából a **kezdet**: címkével indul. Elsőként, az „ow_reset” szubrutin meghívásával az egyvezetékes buszt alapállapotba hozzuk. Ezután megvizsgáljuk, hogy az iButton megfelelő válaszjelet

adott-e a reset kérésre. Amennyiben a válasz nem megfelelő – ez azt jelenti, hogy vagy nincs csatlakoztatva eszköz, vagy hibás –, a program futása a **goto nopulse** sorral folytatódik, amely a „b” port utolsó kivezetésére kapcsolt LED bekapcsolását végzi. Ezzel a program jelzi, hogy nincs iButton csatlakoztatva a kiolvasóhoz. Ezután egy fél másodperces várakozás eltelével a program ismét a **kezdet**: címkeire ugrik, s kezdődik előről. Amennyiben a reset impulzus kiadása után megfelelő válasz érkezik az iButtontól, a program a „dstxbyte” szubrutinon keresztül az egyvezetékes portra küldi az 51-es decimális értéket. Ez az utasítás az egyvezetékes eszköz számára a ROM tartalom kiolvasását és a portra küldését eredményezi. A következőkben, meglehetősen helypazarló módon, de szépen áttekinthetően, az „a-b-c-d-e-f-g-h” bájt típusú változókba töltjük a kiolvasott ROM CODE értékeket. A kiolvasás rendkívül rövid idő (néhány 10 ms) alatt végbemegy, így a kulcsot nem kell hosszú ideig az olvasóegységhez tartani. A kiolvasás után következhet az összehasonlítás a megadott adatokkal. A „jo” változó segítségével fogjuk az összehasonlítást elvégezni. A jo=0 sorral a változót nullázzuk. A kiolvasott „a-b-c-d-e-f-g-h” értékeket a programmal megadottakkal. Amennyiben a kiolvasott értékek az 1-184-204-56-14-0-0-56 értéksort adják vissza, a megfelelő kulcsot csatlakoztattuk. Ha másik

ROM azonosítót szeretnénk megadni, azt itt tehetjük meg. Kis módosítással lehetőség van több azonosító megadására is, ezáltal több kulcs elfogadására is. Engedélyezett kulcs esetén az összehasonlítás után a „jo” változóba 255-ös érték kerül, majd a „b” port első LED-je világít. Nem megfelelő kulcs esetében a változó 255-nél kisebb értéket kap, így a „b” port második LED-je fog világítani. Ezután fél másodperces várakozás, majd újabb kiolvasás és összehasonlítás következik. A késleltetésre elsősorban biztonsági okból van szükség. A fél másodperc alkalmazásával elérhető, hogy a rendszert kívülről csak meglehetősen hosszú idő alatt lehessen hatástalanítani. Amennyiben még kódvédelmet is használunk a kontrollerben, a rendszer teljesen biztonságos.

Második példánk a DS1920-as típusjelű eszközön alapul. Itt már nem a kommunikációs rutinok ismertetése, hanem a szoftveres-logikai megoldások bemutatása a fő cél. Mint már előbb láthattuk, ezzel az eszközzel közvetlen hőmérsékletmérés valósítható meg adattárolás nélkül. A mérhető tartomány -55 és +100 °C közé esik. Az eszköz az adatokat két bájtos, ezáltal fél Celsius-fokos pontossággal állítja elő, amely a scratchpaden keresztül olvasható ki. Fontos megjegyezni, hogy ez a button csak addig működik, amíg a kommunikációs buszról feszültséget kap.

Az eszköz vezérlése szoftveres úton logikai parancsokkal történik. A parancsok kódjait a 6. táblázat tartalmazza. Az első négy parancs a ROM funkcióval kapcsolatos, azaz a szárazszámmal elvégezhető műveleteket ismerteti. A leghasznosabb a 33h jelű, ezzel lehet ugyanis kiolvasni a 64 bites azonosítót. Ezzel a parancsal több, ugyanarra a buszra csatlakozó eszközt tudunk egymástól megkülönböztetni. A második parancs igen érdekes, bár biztonságtechnikai szempontból nem túlságosan előnyös a használata. Lényege, hogy a buttonnak először a master kiküldi, hogy melyik a számára elfogadható azonosító, ezt a 64 bitet az összehasonlítja a sajátjával, majd ad egy visszajelzést, hogy egyezik-e a kétő vagy sem. Biztonsági szempontból márcsak azért sem praktikus, mert a master kiküldi a jó azonosítót, továbbá csak egy bitet vár vissza. Ez pedig köz tudott, hogy első próbálkozásra 50%-os valószínűséggel található el. Amennyiben nem törődünk az eszköz-

7. táblázat

Master üzemmód	Adatfolyam	Funkció
Tx	Reset	Reset impulzus (kb. 1 ms)
Rx	Jelenlét	Jelenléti impulzus fogadása
Tx	55h	ROM összehasonlítás parancs
Tx	64 bites ROM kód	A DS1920-as eszköz címe
Tx	44h	Hőmérsékletmérés parancs
Tx	Adatvonal magas logikai szint	0,5 s-ra +5 V-ra kerül a DQ vonal
Tx	Reset	Reset impulzus
Rx	Jelenlét	Jelenléti impulzus fogadása
Tx	55h	ROM összehasonlítás parancs
Tx	64 bites ROM kód	A DS1920-as eszköz címe
Tx	BEh	Scratchpad kiolvasása
Rx	9 adatbájt	Scratchpad tartalma + CRC bájt
Tx	Reset	Reset impulzus
Rx	Jelenlét	Jelenléti impulzus fogadása

azonosítással, válasszuk a CCh parancsot, ez ugyanis átugorja a szériaszámmal kapcsolatos műveleteket. Az F0h-val eszközt kereshetünk a buszon. A master bekapcsolásakor nem tudhatja, hogy van-e eszköz a rendszerbuszon. Ezzel a paranccsal megvizsgálhatjuk, hogy éppen csatlakoztattak-e valamilyen DS19xx jelű iButton-t a buszhoz. Az ECh parancs a hőmérsékleti triggererek aktiválódását jelzi. Ennél az eszköznél is be lehet állítani triggerereket (jelzőket), amelyek egy bizonyos hőmérséklet átlépésekor aktiválódnak. Ezen funkció használatával feleslegessé válik a hőmérséklet folyamatos kiolvasása, csupán a triggerereket kell jól beállítani. A 4Eh parancs segítségével írhatunk a belső ideiglenes kétbájtos tárbba, a scratchpadre. Ezt a tárolót a BEh utasítással olvashatjuk ki, míg tartalmának másolása a belső EEPROM-ba – a trigger értékek tárolójába – a 48h parancs kiadása után lehetséges. Fontos tudni, hogy e parancs kiadása után legalább 10 ms-ot várni kell az EEPROM jelleg miatt. A legfontosabb a 44h parancs, ezzel kérhetjük a hőmérséklet mérését. Ezt az utasítást nem kell paraméterezni. Az utolsó, a

B8h parancs a trigger értékeket hívja elő a scratchpadre, amelyek innen egy BEh utasítással olvashatók ki.

Egy tipikus kommunikációs folyamat a 7. táblázatból olvasható ki. A kommunikáció egy reset impulzussal indul, amelyet a master eszköz, jelen esetben egy PIC mikrokontroller, ad a buszra. A DS1920 erre egy jelenléti impulzussal válaszol. Ennek megérkezése után a master a kívánt ROM azonosítót átküldi a buttonnak, majd pozitív válasz esetén a 44h parancs kiadása a hőmérséklet mérésére kéri az eszközt. A mérés elvégzéséhez sajnos nem elegendő az a teljesítmény, amelyet a busz kommunikációs módban képes leadni, ezért a master 0,5 s-ra pozitív tápfeszültségre húzza a DQ lábat. A gyakorlatban ezt egy 100 Ω-os ellenálláson keresztül teszi az esetleges zárlatok elkerülése végett. A 0,5 s letelte után a felhúzást meg kell szüntetni. Ezután

SCRATCHPAD Bájt

Hőmérséklet LSB	0
Hőmérséklet MSB	1
Trigger (magas)	2
Trigger (alacsony)	3
Foglalt	4
Foglalt	5
Számlálási maradék	6
Számlálás/C	7
CRC	8

36. ábra

egy reset, majd ismét egy jelenléti impulzus következik. A ROM kódot a BEh scratchpad olvasása parancs követi, amely 9 bájtot eredményez a DS1920 részéről. A 9 bájt után ismét egy reset folyamat játszódik le, így az eszköz kész a további parancsok fogadására.

A scratchpad memóriafelosztása a 36. ábrán látható. Az első két bájt a hőmérsékletet tartalmazza a 4. táblázatban megismert módon. A következő két bájt a hőmérsékleti triggereket tartalmazza, amennyiben kiolvassuk azokat az EEPROM-ból. A következő két bájt foglalt, felhasználó számára nem érhető el.

A hardveres pontosságot szoftveresen még tovább növelhetjük a következő két bájt segítségével. A számítási képlet a 37. ábrán látható. E szoftveres művelettel a pontosság 0,25 °C-ra növelhető az eredeti 0,5 °C helyett. A konverziós idő mindkét esetben 0,2 s körül van, legfeljebb 0,5 s lehet a katalógusadatok szerint.

Reméljük, hogy e rövid ismertető ezekről a nagyszerű eszközökről felkeltette a kedves Olvasó figyelmét. Az utánépítéshez, szoftverfejlesztéshez sok sikert és kellemes, kísérletezéssel eltöltött órákat kívánunk!

$$\text{Valós hőmérséklet} = \text{Olvastott hőmérséklet} - 0,25 + \frac{\text{Számlálás/C-Számlálási maradék}}{\text{Számlálás/C}}$$

37. ábra

Propeller – egy forradalmian új mikrovezérlő

Dr. Kónya László okl. villamosmérnök

MI a Propeller?

A személyi számítógépek világában terjednek az egyidőben párhuzamos feladatokat futtató többmagos mikroprocesszorok. Ez a tendencia a mikrovezérlők világában is jelentkezik.

A Propeller chip felépítése az 1. ábrán látható. Nyolc processzor működik benne. Együttes működésüket egy központi ütemező irányítja olyan módon, hogy a központi részhez való hozzáférési lehetőség folyamatosan körbeforgó – pontosan úgy, mint egy repülőgép propellere. Innen az elnevezés.

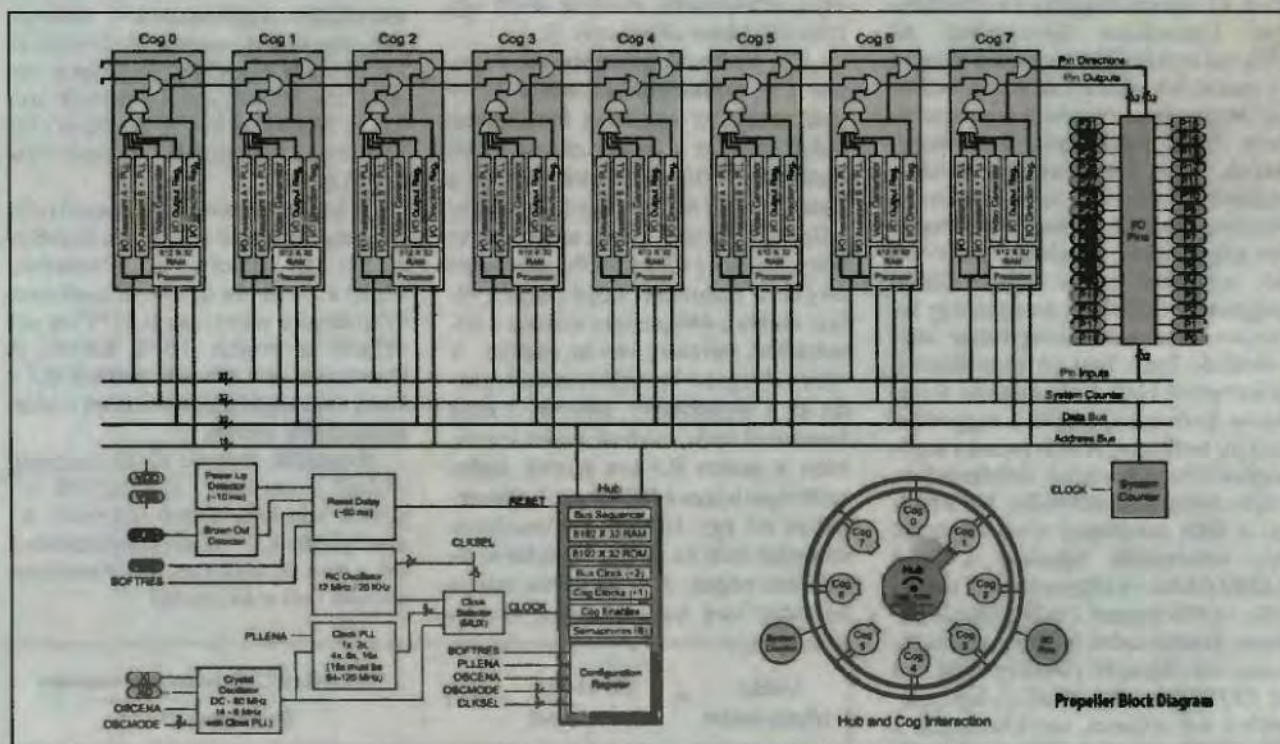
A Propeller Chip (röviden Propeller) egy olyan mikrovezérlő, amely nyolc teljesen egyforma, önállóan működő, a futtatott programot saját RAM-jában tároló 32 bites utasítás-készletű mikroprocesszort (ezek neve: COG) tartalmaz. Szokásos jelölésük: COG0...COG7. A processzorok egymástól teljesen függetlenül működnek,

A Propeller specifikációja	
Model	P8X32A
Processzorok (= COG-ok) száma	8
Felépítés	32-bites
Rendszer órajel-frekvencia	DC-től 80 MHz-ig
Tápfeszültség	3,3 V
Többféle órajel használható	- külső kvarc 4...8 MHz-között, ami PLL használatával többszörözhető (PLL-szorító max. 16) - belső oszcillátor ~12 MHz vagy ~20 MHz - közvetlen órajel meghajtás
Global RAM/ROM	64 Kbájt; 32 K RAM / 32 K ROM
COG RAM	512 x 32 bit egyenként
I/O-lábak száma	32 (mind a nyolc COG bármelyiket egyidőben vezérelheti)
I/O-lábak áramnyelő, illetve kibocsátó képessége lábanként	50 mA

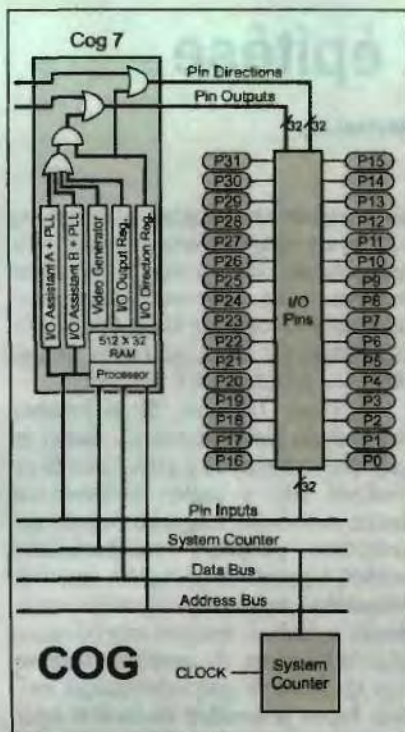
és a programjuk futása során saját és megosztott erőforrásokhoz fordulnak.

Saját erőforrás az, amit a COG más COG-tól függetlenül használ: a saját

processzor, a 2 kibájtos saját RAM (COGRAM) és két összetett számláló IO egység. A megosztott erőforrásoknak két típusa van:



1. ábra. A Propeller felépítése



2. ábra. A COG felépítése

- Közös használt erőforrások azok, amelyekhez bármikor, bármilyen COG hozzáférhet. Ilyen közös használt erőforrások az I/O lábak és a rendszerszámláló (CNT).
- Kölcsönösen, egymást kizáróan használt erőforrások azok, amelyekhez szintén bármelyik COG hozzáférhet, de egy időben kizárólag egyszerre csak egy. Ilyen a Propellerben egy közös használt, úgynevezett rendszermemória (a továbbiakban: SYSMEM) is található, aminek mérete 64 kibájt. Ez két részre oszlik: 32 kibájtos írható/olvasható RAM memóriára (SYSRAM), illetve egy szintén 32 kibájtos méretű, előre programokkal és táblázatokkal feltöltött csak olvasható ROM memóriára (a továbbiakban: SYSROM).

HUB és a COG-ok

A propeller nyolc processzort tartalmaz, amit COG-oknak (kogoknak) hívunk és 0-tól 7-ig számozzuk. Minden COG felépítése egyforma (2. ábra):

- processzor blokk,
- 2 kibájti, 512*32bit-es egységnek tekinthető RAM (COGRAM),

- két I/O egység, amit egy PLL frekvenciaszorzó áramkör egészít ki,
- videogenerátor,
- kimeneti I/O regiszter, és azok irányát beállító I/O irányregiszter
- egyéb rendszer regiszterek.

Minden COG-ot a rendszer órajel működtet, így szinkronban dolgoznak, de természetesen mindegyik a saját programját futtatja. A megosztott, kölcsönösen egymást kizáró erőforrások kizárólagos elérését egy közös rendszerbuszt vezérlő egység végzi, aminek a neve: HUB.

Fejlesztés, programozás

A Propeller programok fejlesztésére jelenleg két lehetőség van:

- Propeller assembler (PRASM) segítségével készítjük el a gépi kódot, COG-okban futtatandó utasítás sorozatot (a programot).
- Egy kifejezetten a Propellerhez kifejlesztett magas szintű nyelven, aminek a neve: SPIN, írjuk meg programunkat. Ezt a Propeller fejlesztő környezetében lévő program, a COG-ban futó, SPIN-értelmező által feldolgozható tokenek sorozatává alakítja – hasonlóan egy BASIC interpreterhez –, és ezeket a SYSRAM-ban letöltött tokeneket fogja a COG-ban futó SPIN-értelmező gépi kódú utasításokká alakítani és a COG CPU-jával végrehajtatni.

Propeller fejlesztő környezet

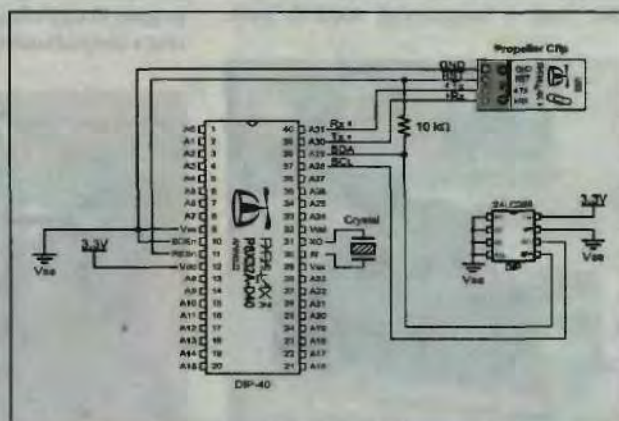
A 3. ábrán látható egy kapcsolás, ami-ben a PC vagy EEPROM programot tölthet a Propeller chipbe. A PC-vel való soros kapcsolat vagy hagyományos módon, vagy egy USB-TTL soros átalakítón keresztül is megvalósulhat.

Amint a rajzon is látható, a minimális fejlesztő környezet nagyon kevés áramköri elemet tartalmaz:

magát a Propeller tokot, a működtetéséhez nem feltétlenül szükséges kristályt, egy soros vonali illesztő áramkört, (amely a hagyományos soros csatlakozás helyett lehet a korszerűbb USB-soros átalakítás megoldás is), egy külső EEPROM-ot a programok tárolására. Ez az áramkör már alkalmas fejlesztési célokra, amihez az ingyenes fejlesztő programot (a neve: Propeller Tool) a www.parallax.com/propeller/downloads.asp oldalról tölthetjük le. Ugyanitt találjuk meg a Propeller Programozási Kézikönyvét is. A fejlesztés megkönnyítésre számos megírt, korlátozás nélkül felhasználható program modul készült már el. Ezek párhuzamos futásukhoz egyenként általában egy COG-ot használnak fel. Egy rövid felsorolás:

- Beviteli eszközök: PC billentyű, billentyűzet mátrix, egér, enkóder
- Megjelenítő eszközök: soros vonal+Hyperterminal, LCD, hét-segzmenses LED kijelző, TV, VGA monitor.
- Kommunikáció: soros, I2C, SPI, egy vezetékes átvitel
- Motorvezérlés: Egyenáramú motorvezérlés PWM-el, szervomotor meghajtás, léptetőmotor meghajtás.
- Egyéb: Delta-sigma A/D, integrált hőmérők, A/D átalakítók, időzítések kezelése stb.

Rövid írásunk célja az eszköz iránti figyelem felkeltése. A Propeller áramkör a ChipCAD Kft.-nél megvásárolható (www.chipcad.hu). Rövidesen magyar nyelvű könyv is rendelkezésre fog állni, és az ismeretek a ChipCAD Kft.-nél tartott Propeller tanfolyamokon is elsajátíthatók.



3. ábra. Propeller fejlesztő áramköri elrendezés

Tölcséres hangsugárzók építése

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök, siposgyula@externet.hu

Történeti áttekintés

A legtöbb történeti áttekintés úgy kezdődik, hogy „...már a régi rómaiak is...”. Esetünkben azonban még régebbre kell visszatekintenünk, ugyanis ősrégi, az emberiséggel egyidős megfigyelés, hogy amennyiben egy hangforrás elé valamiféle tölcserőzű alkalmazást, pl. táguló csövet, illesztő elemet helyezünk, a hangforrás hangja némileg irányított lesz, ugyanakkor jelentősen felerősödik és így messzebből is hallhatóvá válik. A legegyszerűbb eset az, amikor a szánk elé illesztett kezünkkel tölcserőzű formálva kiáltunk át a távolban tartózkodó másik személynek. Nem véletlen, hogy ez az egyszerű, de jól működő akusztikai megoldás a népszerű slágerből is visszaköszön. Voltaképp ezzel a módszerrel a hangokat irányítottabbá tettük és megjavítottuk a közlés akusztikai hatásfokát.

Évszázados kísérletezések során számtalan hangszer hangját sikerült optimalizálni, jellemzőbbé, tetszetősebbé és hangosabbá tenni speciális, a hangszer természetének legjobban megfelelő illesztő elem beépítésével. Legismertebb példaképpen álljon itt a réz- és fáfűvös hangszerek kialakítása. Még a hangszerek konstrukciójával, szerkezetével és működésével tisztában nem levő laikus is megfigyelheti, hogy ezen típusok három fő alkotóelemből állnak. A szájhoz illeszkedő fűvőka (egyszerű vagy kettős náddal, netán anélkül) a hangmagasságot kialakító, hangolható, középső részhez csatlakozik. A hangolás, azaz a hangszeren történő játék



2. ábra

többféle alkotóelem, pl. közvetlenül, az ujjak által befogott vagy emeltyűs bilentyűzet segítségével kezelt lyukak, állítható dugattyús csövecskék, játék közben mozgatható csőhosszabító szerkezeti rész segítségével történik. A legtöbb fűvös hangszer esetében közös a konstrukciós alapelv, hogy a harmadik alkotó elem egy meghosszabbított, tölcserőzű kimeneti nyílás.

A hangszerkészítők nagyon hamar rájöttek arra, hogy a fémből készített mélyhangú hangszerek jelentős méretű és keresztmetszetű kimeneti tölcserőzű igényelnek (a fa hangszertest esetében ez nem megy).

Amikor megjelentek az első, mechanikai elven működő hangreprodukciós eszközök (fonográf, gramofon), a már korábban nyert tapasztalatok alapján kézenfekvő, ugyanakkor – más okból – szükségesszerű volt a tölcserőzű alkalmazása. A legelső, tisztán mechanikus/akusztikus működésű lemeztárolókban a hanglemez barázdáját letapogató tű egy eléggé kis méretű membránra támaszkodott, és ez volt hivatva a

tű mozgását hangrezgéssé alakítani. Az így nyert hangminőség azonban elfogadhatatlan volt a cincogó és erőtlen hangzás miatt, ezért már Edison is alkalmazott tölcserőzűt az általa feltalált fonográfban (1. ábra, az Országos Múzeum tulajdona, RT 2002/6).

A korai, 1920-as, '30-as években közkedvelt lemeztárolók (2. ábra) lejátszófeje többnyire a következő fő részekből állt: a szélén hullámosított bronz membránt magában foglaló terjedelmes, perforált, védőburkolatos tokból, a membránt mozgató, emeltyűs tűtartóból, benne a lemezenként cserélendő acéltűvel, amelyet szorítócsavar rögzíti a helyén. A membrán rezgése egy kb. hüvelykujnyi vastagságú, enyhén kúpos fémcsőből kialakított lejátszókaron jutnak el a készülék terjedelmes dobozában elrejtett hangtölcserőzű (3. ábra). A tölcserőzű néha kívülről lehetett csatlakoztatni az üreges lemeztárolókarhoz, így a hangzás jobb lett, mint az alapdobozba épített kisebb tölcserőzű (4. ábra). A külső tölcserőzűk esztétikai kivitele egyes esetekben igen igényes, bár a formát és így akusztikai viselkedést az első időkben csupán a napi tapasztalatok alapján alakították ki.

A kis átmérő miatt a vékony fémlemezről, esetenként csillámlapból készített membrán vékonyka, cincogó hangot eredményezett, viszont egy hozzá illesztett tölcserőzű jóval teltebb, elfogadható hangminőséget lehetett elérni. Hasonló problémával küzdöttek a korai hangszórótípusok is. A kellő hangminőséghez és hangerőhöz gya-



1. ábra



3. ábra



4. ábra



5. ábra

korta alkalmaztak tölcse-szerű kiegészítést akkor, ha egy kis méretű fém-membrán volt a hangvisszaadó eszköz (telefonhallgató-jellegű konstrukció). Az 5. ábrán az 1928-ból származó archív fotón korabeli rádióhangszórókat láthatunk. A lengőnyelves-kónuszos hangszórók mellett fadobozos tölcse-sért (az ábrán középen), illetve a fémtölcse-sres hangszórót (a jobb szélén) is kínál a korabeli rádiókereskedelem (USA).



6. ábra

A korai lejátszókészülékek tölcse-serei kezdetben egyszerű kivitelű, papírból ragasztott vagy lemezből hajlított, egyenes alkotójú, kúpos tölcse-serek voltak, amelyet azonban a kedvező tapasztalatok alapján nagyon hamar felváltották a görbe alkotójú tölcse-serek. Ezeket – a lemezjátszók mellett – hamarosan a rádiókészülékekhez is alkalmazni kezdtek. Az 1930-as években rohamléptekkel fejlődő rádióipar már gyönyörű, műves kivitelű tölcse-sereket is előállított. A technikailag mindig is maximalista USA-ban hamarosan megjelentek a több méter hosszúságú egyenes, majd – a kisebb helyfoglalás érdekében – a görbített kivitelű, néha már kombinálszekrény méretű, hatalmas tölcse-serek, amelyeket leggyakrabban moziban alkalmaztak (6. ábra). Sőt, megjelentek a rádiókészülékbe rejtetten beépített tölcse-srhangszórók is. Ilyen elektroncsöves, hangszórós rádiókészüléket láthatunk a 7. ábrán, ahol az ijesztő külsejű, öntött fémvázaz „Lacault-féle Ultradyn” kapcsolású, „hatlámás” készülék független két hangoló-kondenzátorának skálái az „A” jelű hangosanbeszélő (= tölcse-sres hangszóró) szájnnyílásának szélére vannak vésve(!), és az állomásra hangolás a két óramutató-szerű karral végezhető (Courtesi Radio News, 1926).

A hazai kereskedelemben is kínáltak különféle, német gyártmányú, fémtölcse-srés hangszórókat (8. ábra,



7. ábra

részlet Márton Pál rádiószaküzletének hirdetéséből, *Rádió Amatőr*, 1928).

Az igazat megvallva, a tölcse-sr akkoriban nem örvendett túlzottan nagy népszerűségnek a laikus vásárlók körében, így számos cég úgy hirdette hangszóróit, hogy azok „tölcse-sr nélküliek”. A 8. ábra vasöntvényeire, vagy a 9. ábra muzeális gyűjteményére pillantva akár egyet is érthetünk a közönség ítéletével... noha ezek a tárgyak olyan ri-asztóan csúnyák, hogy már szinte szépek...

A tölcse-sr a múlt század harmincas éveiben elérkezett arra a pontra, amikor már „komolyan kellett venni” és a gyakorlati kísérletezés, barkácsolgatás helyett elkezdődött a tölcse-sr matematikai, akusztikai vizsgálata, működésének leírása. Ezt az is elősegítette, hogy nyilvánvalóvá vált, a tölcse-srugárzó nem a nagyközönség házi kedvence, viszont ipari felhasználása – főleg a hangosfilm



8. ábra



9. ábra



10. ábra

megjelenése következtében – sokkal nagyobb sikerrel kecsegtet. A gyorsan szaporodó „hangos” filmszínházak keltette és egyéb térhangosítási igények megkövetelték a hangminőség javítását és a hatások növelését.

A dinamikus hangszóró, továbbá a tölcserűsugárzó matematikai, majd akusztikai alapú fejlesztésének megindulása már a harmincas-negyvenes években szép eredményeket hozott. A korabeli viszonyokhoz képest kiemelkedő eredményeket ért el néhány neves cég egy-egy legendás típusa. Ezek közül most csupán az Altec-Lansing Corp. „Voice of The Theatre”, a „Színház Hangja” fantáziánévű, *tölcserűsugárzó jellegű* termékre utalunk, amelynek összetett működési elve sokáig izgatta az akusztikusok és HIFI-rajongók fantáziáját (10. ábra).

Ha most azt vizsgáljuk, hogy az utóbbi 70–80 évben hogyan alakult a tölcserűs hangszórók kereskedelme, akkor elmondhatjuk, hogy a nagyközönség számára szinte ismeretlen tárgy a tölcserűsugárzó, annak úgyszólván bármely fajtája. Vagyis a szokásos kereskedelmi kínálatban gyakorlatilag nem találkozunk vele. Azok a megszállottak viszont, akik valamely okból kifolyólag szerelmesek a tölcserű egyedülálló hangzásvilágába, nem ritkán építenek elképesztő megjelenésű, hatalmas szerkezeteket olyan hangszórókkal, amelynek párja akár félmillió forint is lehet (11. ábra). Valljuk be, ezek a műrekek sem sokkal szebbek, mint a korabeli, az autódudára emlékeztető szörnyűséges vasöntvények (5–9. ábra). Tölcserűs hangszórót is csak az épít, akinek különleges elvárásai vannak a hangminőséggel kapcsolatban. Vizsgáljuk meg, hogy ennek mi az oka!

Alapelvek

A legtöbb hangszóró esetében kulcskérdés, hogy az a villamos energiát mi-

lyen hatásokkal képes átalakítani akusztikai energiává. Az átalakítás szövevényes problémái között előkelő helyet foglal el a hangszóró illesztése a szabad térhez. Ismeretes, hogy minél jobb valamely jelforrás illesztése a fogyasztóhoz, annál jobb az átvitel hatása. Esetünkben a jelforrás egy hangszóró-motor, amelyet egy akusztikai átalakító segítségével illesztünk a szabad térhez, mint fogyasztóhoz.

A hangszóró-motor – mint jelforrás – többnyire egy kisebb papír- vagy műanyagmembránhoz csatlakozik. Miután az illesztés hullámhosszfüggő, ezért ez – egy adott hangszórónál – nem lehet jó a teljes hangfrekvenciás sávban, legfeljebb annak csak egy adott szűkebb tartományában. Az illesztés abban a frekvenciatartományban jobb, ahol a hullámhossz kisebb vagy jóval kisebb, mint a hangszóró sugárzó részének, vagyis többnyire a membránnak, a kónusznak, a dómnak az átmérője. Amint a hullámhossz és a hangszóró méretei kezdenek összemérhetőek lenni, az illesztés is egyre kritikusabbá válik, és az eredő hatások külön intézkedések nélkül rohamosan romlik. A legrosszabb az illesztés a mélyhangok tartományában, mivel ott a (magában álló) hangszóró méretei szinte mindig jóval kisebbek a hullámhossznál.

A legtöbb sugárzásjavító eszköz – hangfal, hangdoboz stb. – ezt a levegő és a hangszóró közötti igencsak veszteséges, alkalmatlan illeszkedést kísérli meg elfogadhatóbbá tenni. A leggyakrabban használatos zárt, rezonáns stb. dobozféleségek legnagyobb hátránya az, hogy az illesztés minősége még továbbra is eléggé gyenge, továbbá kellemetlen másodlagos hatások (pl. dobozrezonanciák) jönnek létre. Valamennyi megoldás közül a legjobb illesztést – egy megadott frekvenciasávban – az akusztikai transzformátorként viselkedő tölcserű segítségével lehet megvalósítani.

A tölcserű olyan sugárzásjavító eszköz, amely egyik végén a hangszóró számára ad igen jó – jellemzően kis impedanciájú, nagy csillapítást eredményező – akusztikai lezárást, míg a másik végén a külső légtérhez ad optimális illesztést. Mivel az üzemi frekvenciákon mindkét irányban kölcsönösen jó az illesztés, alkalmazása a kellő csillapítás mellett eredőben jelentős hatásokjavulással is jár, továbbá a fentiek miatt csekély lesz a hangszóró és a rendszer eredő torzítása is. A tölcserű jó hatások, azaz kellően nagy kilépő-ke-

resztmetszetek mellett egyúttal hatalmas hangszintek csekély torzítású előállítására is alkalmas.

A kedvező tulajdonságok azonban nem a teljes hangfrekvenciás sávra érvényesek, hanem csupán annak egy szűk tartományára. Ennek következtében minden tölcserű esetében valamiféle kompromisszumra kényszerülünk, ami az adott tölcserűre vonatkozóan azt jelenti, hogy a névleges alsó határfrekvencia fölött néhány oktávval akusztikai vagy villamos eszközök (szűrők) bevetésével korlátozni kell a tölcserűbe jutó magasabb frekvenciákat. A tölcserűre jellemző felső határfrekvencia felett ugyanis hullámos frekvenciame-
netre, ezen belül is igen jelentős kiemelésekre és beszakadásokra kell számí-
tunk.

A tölcserűsugárzó hátránya az, hogy tervezése elvi szinten ugyan nem különösebben nehéz, de ugyanezkor meglehetősen munkás, kifejezetten pepecselő, különösen akkor, ha a túlzottan nagy méretek elkerülése érdekében a tölcserű – szakaszokra bontva és mintegy összehajtogatva – alkalmas méretű doboz formájúra alakítjuk. A tervezési nehézségekhez jönnek még a kivitelezés problémái, például a bonyolult lapszabászati és asztalosmunka igénye. Aligha találunk asztalost, aki elkészítené számunkra egy mélytölcserűt.



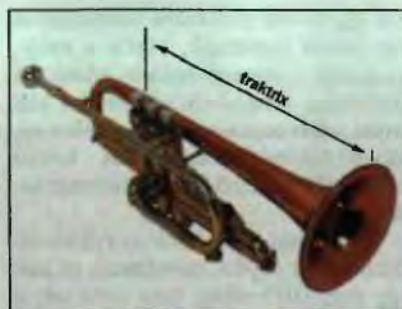
11. ábra. Egyhangszórós tölcserűpár Lowther hangszórókkal

A tölcser fő részei

A tölcser, mint akusztikai illesztő elem, lényegében három olyan, jellemző konstrukciós részelemből áll, amelynek tulajdonságaival külön-külön is kell foglalkoznunk. A hangszóróhoz a tölcser *toroknyílása* csatlakozik, míg a tölcser másik, a szabad levegőhöz csatlakozó részét *szájnyílásnak* nevezzük. A két nyílás között helyezkedik el maga a tölcser, amely alakjára nézve kör-, vagy négyszög-keresztmetszetű, a toroknyílástól a szájnyílás felé meghatározott törvényszerűség, jellemző karakterisztika szerint *táguló cső*. Egyes esetekben a tölcser toroknyílásánál még további konstrukciós elemeket: kamrákat is találhatunk, amelyek a hangzást, a működést lényegesen befolyásolják. Tárgyalásukra a későbbiekben részletesen visszatérünk.

Az egyes tölcser típusok között elvi szempontból egyetlen főbb különbséget találunk, ez pedig a tölcser tágulásának mértéke/jellege. Az elméleti tölcser helyett – amelynek alsó határfrekvenciája tart a nullához és a hossza végtelen – természetesen kompromisszumos alsó határfrekvenciájú és reális hosszúságú tölcseret alkalmazhatunk. A tölcser hossza, az alkalmazott keresztmetszetek meghatározzák az átvihető legalacsonyabb frekvenciát. Minél nagyobb a tölcser, annál mélyebb hang lesugárzására alkalmas.

A lehető legkisebb méretek mellett megvalósítható, mégis igen kedvező alacsony alsó frekvenciahatárú tölcser előállítására irányuló kutatások során többféle tölcser keresztmetszeti forma kipróbálására került sor. Az egyszerű, egyenes tágulású (kúpos, azaz egyenes alkotójú), könnyen gyártható tölcser helyett jobb eredményt nyújtanak és rövidebbek a rohamosan táguló keresztmetszetű típusok, pl. a parabola, a hiperbola, az *exponenciális* vagy a *traktrix* görbe szerinti alkotójú tölcser. A gyakorlatban kétféle tölcser alkalmazása terjedt el: az exponenciális, lépésről lépésre egyenletesen növekedő tágulású (exponenciális alkotójú),



12. ábra

továbbá a nagyon korai időktől, már 1926-tól alkalmazott, traktrix görbe szerinti alkotójú, a végén igen hirtelen táguló tölcser. Ez utóbbi görbe a matematika iránt kevésbé érdeklődők számára nem igazán ismert, de ennek ellenére mindenki azonnal tudni fogja, miről is van szó, ha a rézfúvósokra gondol. A trombita, a harsona, a kürt, a tuba stb. kimeneti nyílásai környezetében található, táguló, jellegzetes formájú csőszakaszok *traktrix tölcser* alakúak (12. ábra).

Amatőrszinten a legegyszerűbb kivitelezni a két párhuzamos síklap közötti terelősíklapból összeállított, „két-dimenziós” tölcser. Ennek szerkezete világos, számításokkal jól követhető és a konstrukció adott esetben a rajzasztalon könnyen módosítható. Az elvégzendő asztalosmunka nem ördögösség. A térben hajtogatott, „háromdimenziós” tölcser tervezése és megépítése jóval nehezebb, és már meglehetősen jó térszemlélet szükséges a téma kezeléséhez. Gyakori, hogy a bonyolultabb tölcser a hajtogatás során olyan belső részekkel is rendelkeznek, amelyek – egyebek mellett – magukban foglalják a hangszórót is, és a végső összeállítás után a hangszóró már nem látható, nem hozzáférhető, rejtve marad egy belső üregben.

A tölcser kivitelezése voltaképp fantázia kérdése is. A tölcser elkészíthető például két síklap között kivitelezett egyszerű vagy többszörös (pl. négyszeres) *lapos spirál*, lapos csigavonal formában is. Más megoldásban a

spirált kialakíthatjuk hosszanti, orsó-szerű formában, *helikális exponenciális spirál* alakban is. Mindkét spirál-féleség házilag elkészítése sokkal egyszerűbb, mint azt az első pillanatban gondolnánk!

Általánosságban elmondható, hogy a leggyakrabban alkalmazott exponenciális tölcserhez képest a traktrix tölcserrel valamivel kisebb külméretekké érhető el jó eredmény. Ez számunkra azért is lehet fontos, mert a jó kisfrekvenciás viselkedésű tölcser méretei nagyok, esetenként hatalmasak. Egy majdani tölcser tervezetése során vegyük figyelembe a „Feleség általi-El-fogadási-Faktor” (FEF) várható értékét is. (angol nyelvterületen: WAF = Wife Acceptance Factor). A hatalmas méretek ellenében kifogástalan, erőteljes, természetes hangzású, torzítatlan mélysugárzást kapunk cserébe, rendkívül jó hatásfok mellett. Ebből a szempontból össze sem lehet hasonlítani a zárt dobozzal.

Különösen nagy méretű tölcseret kell építenünk akkor, ha több feltételnek kell egyidejűleg eleget tennünk, például igen nagy hangerőszint mellett kell meglehetősen mély hangok lesugárzását megoldanunk. Ekkor eleve kellően nagy torokkeresztmetszetekből kell kiindulnunk a tölcserben létrejövő torzítások elkerülése érdekében. Az előírt kisfrekvenciás tulajdonságok (alsó határfrekvencia) követelményéből pedig hatalmas szájméretek következnek.

Az ilyen típusú tölcser sugárzók mozgatója, szállítója ritkán oldható meg problémamentesen, így ezeket általában a használat helyén építik össze kisebb részelemből. Tipikusan ilyen tölcser sugárzókat alkalmaztak egy időben a nagyobb moziban, a vetítővászon mögé rejtetten beépítve.

Sávszélesség-problémák

A tölcser egyedüli hátránya, hogy a helyes illesztés, kifogástalan működés körülményei csak mintegy 3–4 októvont keresztül teljesülnek. Az illesztési

Minőségi hang egy hangszóróval: FOSTEX, TANGBAND, JORDAN...

Nagynevű gyártók világszerte nagy népszerűségnek örvendő hangszórói megvásárolhatók, ill. megrendelhetők a

TEMPO MUSIC Kft.-nél

Kiegészítőként csöves erősítőt és a „sláger” digitális T osztályú erősítőt, a T AMP-ot kínáljuk.

1222 Budapest, Zsineg u. 24. Nyitva: H. - P. 18–21 ó. ☎ 06/20 464 5151 www.tempomusic.hu info@tempomusic.hu

problémák a frekvenciamenet súlyos hibáit, torzulását eredményezik. Egy kisméretű (mélyhangú) tölcser frekvenciamentes elvi okokból a középhangok tartományában már rendkívül egyenetlen, beszakadásokkal és rezonanciacsúcsokkal terhes, így használhatatlan, nem is beszélve a magasabb frekvenciatarományokról. Ez általában nem zavaró akkor, ha lehetőség van több tölcserű sugárzó alkalmazására.

Többhangszórós tölcserű sugárzó

Bevált, de régi módszer a teljes hangfrekvenciás sáv 2 vagy 3, esetleg több tölcserű sugárzóval történő leképezése. Ekkor a mélysugárzó tölcser gyakorlatilag legfeljebb 300–400 Hz-ig üzemel – a rendszert ugyanis így méretezték – s fölötté újabb, kisebb, frekvenciában, teljesítményben és hatásokban hozzá illesztett tölcser, illetve tölcseres szükségességek. Ez a megoldás elsősorban a nagy vagy extrém nagy teljesítményű, főleg a kültéri hangosítás során alkalmazott rendszereknél figyelhető meg. Ilyenek például a széles sávú, pl. zenekari hangosítási rendszerek.

Egyhangszórós tölcser

Abban az esetben, ha nem egy stadiót kívánunk dübörgő hanghatásokkal besugározni, akkor a házi HIFI céljaira sokkal jobban megfelel az egyhangszórós tölcser kivitel. Ez a hangsugárzó forma mostanában éli reneszánszát, aminek számos oka van, de főleg az elektroncsöves erősítők újra előtérbe kerülése.

Az akusztikai mérés technika egyik sajátos, széles körben tárgyalt, vitatott problémája az, hogy a félvezető erősítők torzítását a mindezidáig tökéletes mérési módszer hibásan minősíti, a valóságosnál, a hallhatónál sokkal jobbra értékeli. Ezzel szemben áll az elektroncsöves erősítők számértékben jóval nagyobb, ám az emberi fül szempontjából sokkal kedvezőbb, elhanyagolhatóan kicsiny torzítása. A műszakias szemléletű, a mérési számértékekre hivatkozó, illetve az emberi hallásra támaszkodó két nagy hallgatói tábor ádáz, teoretikus vitát folytat egymással, és úgy tűnik, a hallásra, a tapasztalati jellemzők hivatkozók bár igen lassan, de tért nyernek a műszaki paraméterekre hivatkozók szemben.

A tényre egy fontos állomása az egyhangszórós tölcser típus előtérbe kerülése, amelynek a lényeges két ele-

mét egy kiváló szélessávú hangszóró és egy hozzá konstruált, csakis a mélyhangokat visszaadó tölcser jelenti. A szélessávú hangszórót szó szerint kell érteni, tehát nem kell azon csodálkozni, ha a műszaki paraméterek között 20 kHz fölötti felső frekvenciahatárt találunk.

Ez a gyakorlatban sok mellékkörülmennyel jár együtt, mondhatni, ez már egy más HIFI-világ, mint amit eddig megszoktunk. Az erősítők kimenőteljesítménye az eddig divatos, a csekély hatásfokú zárt dobozok igényelte száz vagy néhány száz watt helyett mindössze 4–5 W. A kellő minőségű hangszórót csupán néhány cég gyártja és a számunkra kívánatos típusokat nem éppen olcsón (Lowther, Fostex, Jordan, Isophon). Viszont egy sor nyugós dologtól megszabadulhatunk, például a többsávú hangszórószt összeválogatásától, beszerzésétől, a hangváltók nyugéitól, az esetleges többsávú/többszószos kivitelről és hasonlókról.

Lényeges körülmény azonban, hogy aki egy ilyen rendszertől falbontó pophangerőt vár el, az ne ebben az irányban induljon el. Továbbá aki igényli a 20–30 Hz körüli mélyhangokat, készítsen rendszeréhez egy kiegészítő szub-basszus rendszert, erősítővel, dobozzal. Kedvező ugyanezzel, hogy a jelzett speciális tölcser típusra a nem túlzottan nagy méretek a jellemzők, természetesen ezt a viszonylag magas (tipikusan 50...70 Hz) alsó határfrekvencia értékében érzékelhetjük is. Valamit valamiért.

A tölcser részei

A tölcser elhelyezhető a hangszóró előtt (frontloaded horn, előlő terhelésű tölcser) és mögött is (rearloaded hátsó terhelésű tölcser), sőt, számos kombinált megoldás létezik. Gyakori, hogy egyik vagy mindkét térfélben különböző sugárzás- és illesztésvitő tag(ok), pl. zárt, nyitott üreg, alakos nyílás stb. is van(nak). A leggyakoribb megoldás az, amikor a hangszóró egy, közelítőleg zártnak tekinthető üregre, kamrára dolgozik, és a kamra előlő vagy hátulsó részén kiképezett nyíláson keresztül történik a tölcser meghajtása. A kamra és a tölcser együttesen kedvezőbb frekvenciamentes eredményez, mint a tölcser egymagában. Nem ritka az olyan tölcserű sugárzó, amelyben a hangszóró egyidejűleg több (kettő vagy három) különböző jellemzőkkel rendelkező tölcserre vagy egyéb akusztikai rend-

szere dolgozik. Fontos megjegyeznünk, hogy ezek a bonyolult rendszerek nem az iparszerű hangosítást, hanem a házi-HIFI céljait szolgálják és a konstrukció éppen ezért is lett bonyolult és megregrága.

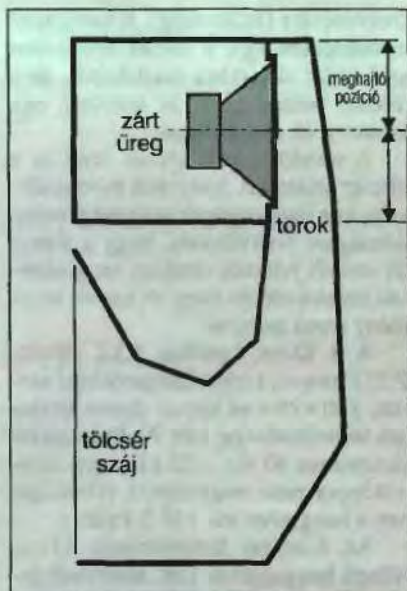
Csupán néhány cég gyárt igen jó minőségű, speciális felépítésű, az egyhangszórós tölcserbe való, szélessávú hangszórót, többnyire a felső árkategóriában. A hazai kínálatban – rendelésre – beszerezhetők olcsó árszintű Tangband gyártmányok: bruttó 7–10 E Ft körül, Fostex gyártmányok bruttó 11–140 E Ft körül és Lowther gyártmányok bruttó 80–320 ezer Ft-ért. Az árak a 2006 januári állapotot tükrözik.

Egy jó szélessávú hangszóró hátoldalán alkalmazott tölcser esetében lehetőség van a teljes frekvenciasáv lesugárzására akkor, ha meggátoljuk a magasabb hangoknak a membrán hátoldal felőli bejutását. Erre a célra akusztikai szűrőként keskeny réseket szoktak alkalmazni.

Előlő terhelésű tölcser

A 13. ábrán az előlő terhelésű tölcserű sugárzó általános elvi vázlatát láthatjuk. A hangszóró maga egy zárt kamrába van beépítve és a toroknyíláson keresztül csatlakozik a tölcserhez. A tölcser szájnyílása csatlakozik a külvilághoz, a szabad légterhez. Az erősen leegyszerűsített rajzon nem láthatók a konstrukció további esetleges részei, például a zárt üreg minden esetben tartalmaz csillapítóanyagot, gyakorta még a tölcser falait is csillapítóanyaggal vonhatják be, ha a konstrukció a meghallgatás alapján megkívánja.

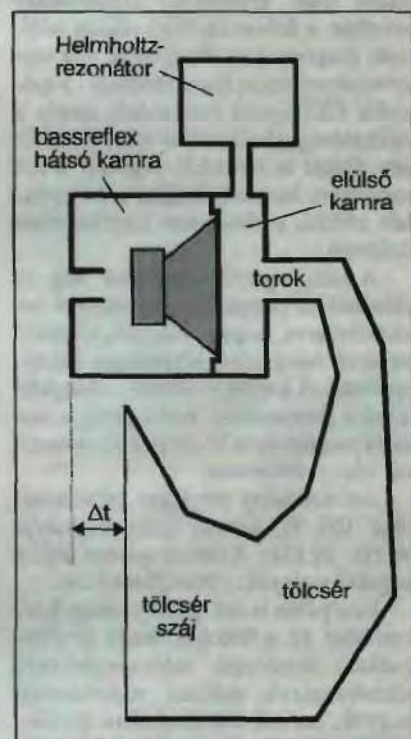
A 14. ábrán az előlő terhelésű tölcserű sugárzó egy még általánosabb, bővített elvi vázlatát láthatjuk, amely mindenképpen közelebb van a gyakorlatban megvalósítható vagy megvalósított konstrukciókhoz. Megfigyelhető, hogy a hangszóró egy előlő és egy hátulsó kamrarész között helyezkedik el. A gyakorlatban egyik kamra térfogata sem lehet zérus, ez a szemlélet alapján könnyen belátható. A hátulsó kamra egy hangolt, csillapított (basszusreflex) üreg, a külvilághoz csatlakozó reflexcsővel, míg az előlő kamrához egy rövid csővel egy további üreg is csatlakozik, amely hasonlóképp lényegében egy Helmholtz-rezonátor, azaz szintén hangolt, csillapított üreg. Ezen üreg feladata az, hogy a hangolási frekven-



13. ábra

cián energiát vonjon el a rendszerből és ezt az energiát csillapítóanyaggal elnyelje. Ezt a trükköt rendkívül régóta alkalmazzák az akusztikában a feleslegesen nagyok itélt energiacsúcsok elnyeletésére (lásd Pécs, Jakováli Haszszán dzsámija, a falba beépített és hamuval telt agyagkorsók).

Vizsgáljuk meg, hogy az általános kép alapján milyen tulajdonságok vár-



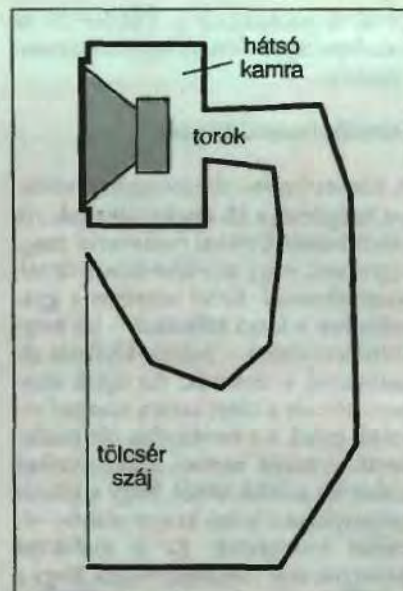
14. ábra

hatók a tölcseről! A hátsó rezonáns (reflex-) kamra valamely elsődleges frekvenciamenet vagy korrekció kialakítására alkalmas, a méretezés függvényében. Az elülső kamra illesztést ad a tölcser szájnál, továbbá az ide csatlakozó csillapítókamra is befolyásolja a hangszóró illesztését a toroknyíláshoz és befolyásolja a frekvenciamenetet, főképp valamely zavaró rezonanciacsúcs elnyomása révén.

A 13. és 14. ábrán bemutatott konstrukciós részletek a legtöbb újabb tervezésű tölcsernél megtalálhatók, bár az egyes elemeket az első pillantásra nem mindig egyszerű felismerni. Ugyanekkor azt is észlelhetjük, hogy a hangszóró teljes egészében a konstrukció belsejében foglal helyet, így a közép- és magashangú sugárzásra az elülső terhelésű konstrukció alkalmatlan. Ez már azért is így van, mert a tölcserbe egy adott felső határfrekvencia fölött nem célszerű a magasabb hangokat bevezetni a keletkező zavaró interferenciás és torzítási problémák miatt. Egy mélyhangokra méretezett tölcserrel tehát távol kell tartanunk már a középfhangokat is!

Visszatérve a 13. ábrához, az elülső terhelésű tölcser-sugárzó egyszerűsített, meglehetősen népszerű kiviteli formájának elvi vázlatát láthatjuk, amely további magyarázatra szorul. A tölcser torokméreteinek csökkentése ugyanis számos esetben oda vezetett, hogy az elülső kamrát összelapítva, úgy szólván majd' zérusra csökkentették, pontosabban a tölcser kezdeti részét *oldalról csatlakoztatták* ehhez az üreghöz. Ekkor elülső kamrának gyakorlatilag csak a hangszórómembrán és a tölcserfal között kialakuló kúpos (vagy ék alakú) részt tekinthetjük. Különlegessége, hogy ennél a konstrukciónál a tölcser toroknyílása környékén keletkezett egy új, utóbb fontosnak bizonyult konstrukciós fogalom, az ún. *meghajlító pozíció*. Ez azokra a távolságviszonyokra utal, ami a tölcser ezen szakaszán most kialakult. A tölcsernek ugyanis keletkezett egy haszontalannak tűnő, a hangszóró beépítési helye „mögötti” szakasza abból az okból, hogy a hangszóró nem a tölcser legvégére illeszkedik, hanem – az elrendezésből következően – valamivel közelebb a szájnál.

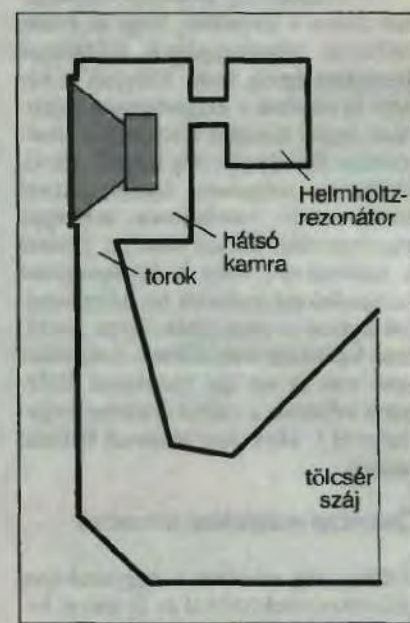
Az így kialakuló – aszimmetrikus alakú – tölcserterfogati rész azonban szintén részt vesz a tölcser kihangolásában, a frekvenciamenet kialakításában. A pozíció, vagyis a toroknyí-



15. ábra

lás-hangszóró távolság ügyes tervezés mellett alkalmas eszköz a kisebb frekvenciamenet-korrekciókra.

Itt jegyezzük meg, hogy a rajzokon a gyakorlatnak megfelelő, egyenes szakaszokkal közelített, továbbá nem egyenes tengelyű tölcseréket ábrázolunk. Az elvi működést ez a megoldás – a kivitel pontosságától függően – általában kevéssé zavarja, továbbá olvasóink így könnyebben tájékozódhatnak egy valóságos konstrukció nem mindig egyszerűen felismerhető részelemeinek azonosítása során. Erre hamarosan pél-



16. ábra

dával is szolgálunk a *Fidelio* és az *Academy* típusú tölcserűsugárzók bemutatásával.

Hátsóterhelésű tölcserű

A hátsóterhelésű tölcserűsugárzó vázlatos felépítését a 15. ábrán láthatjuk. Az előző konstrukcióval összevetve megfigyelhető, hogy az *előző kamra itt teljesen elmarad*. Ezzel szemben a gyakorlatban a hátsó kamrának – jól megkülönböztethető – kétféle kivitelét alkalmazzák a tervezők. Az egyik esetben a tölcserű a hátsó kamra középső részétől indul, s a toroknyílás ide csatlakozik. A másik esetben aszimmetrikus kialakítás adódik abból, hogy a tölcserű toroknyílása a hátsó kamra *oldalsó részéhez csatlakozik*. Ez a kialakítás többnyire arra vezethető vissza, hogy a hátsó kamrához egy másik konstrukciós térfogat is csatlakozik (16. ábra), többnyire a korábban már említett Helmholtz-rezonátor. Szerepe most is a frekvenciamenet korrekciója.

A hátsóterhelésű tölcserűsugárzó kedvező tulajdonsága, hogy a hangszóró szabadon érintkezik a külvilággal, tehát egy szélessávú eszköz jellemzői maradéktalanul kihasználhatók. Amíg az előző terhelésű tölcserűsugárzó első sorban és kifejezetten keskenysávú használatra, például a mélyhangok visszaadására használható, a hátsó terhelésű típust igen jól alkalmazzhatjuk „egyhangszórós”, szélessávú tölcserűsugárzónak.

Természetesen kivételek adódhatnak abban a formában, hogy az előző terhelésű tölcserűsugárzót különleges formában építik meg. Elterjedt a közép- és részben a magashangok sugárzását segítő speciális tölcserűfeltét alkalmazása. Ez egy jelentős méretű, rövid, többnyire rétegesen összeragasztott falemezekből házilagosan esztergált exponenciális tölcserű, amelyet például a szélessávú, vagy a közép-sugárzó hangszóró elé építenek be. Mindamellett készen is vásárolható ilyen póttölcserű, különféle átmérekben. Számtalan híve van és az így kialakított HIFI-sarok alkalmas a család örületbe kergetésére (17. ábra, egy jellemző holland példa).

Összetett működésű tölcserűk

Néhány cég szakított a hagyományos tölcserűkonstrukciókkal és új utakat keresett. A házilag használatra szánt tölcserűs hangszórók előállításában



17. ábra. A „család öröme” tölcserűkompozíció (John Wljers, Hollandia)

jeleskedő Lowther – a kitűnő minőségű, felső árkatégoriás hangszórók gyártása mellett (például: 18. ábra) – különleges felépítésű és minőségű, figyelemre méltó konstrukciójú, tölcserű jellegű hangszórókat kínál. A különböző fantázianevekre hallgató konstrukciók működése jelentősen eltér az eddig megszokottaktól, és magyarázatuk sem egyszerű.

A *Fidelio* fantázianeve, tölcserű jellegű doboz (19. ábra) különlegessége nem maga a tölcserű, hanem a hangszóró hátoldalához csatlakozó második hangút, amely két, egymást követő üregből áll. Az első üreg bemenetén, valamint két üreg között egy-egy rés (felülvágó akusztikai szűrő) biztosítja a csatlakozást. A második üreg kimenete egy hosszú, lapos cső, amely kimeneti nyílása a doboz hátoldalán csatlakozik a külső térhez. Szerepe nyilvánvalóan a második üreg lehangolása egy mély-



18. ábra. Lowther gyártmányú, DX4 típusú, felső árkatégoriás, szélessávú hangszóró

frekvenciára (reflexüreg). A hangszóró elsődlegesen egy, a doboz belsejében kialakított tölcserűhez csatlakozik, de a tölcserű bemeneténél is találunk egy keskeny, ék alakú üreget.

A mindösszesen három üreg és a tölcserű sajátosan, bonyolult módon alakítja ki a hangszóró akusztikai tulajdonságait. Nyilvánvaló, hogy a doboz tervezését jelentős elméleti és gyakorlati munka előzte meg. A kapott eredmény ezzel arányos.

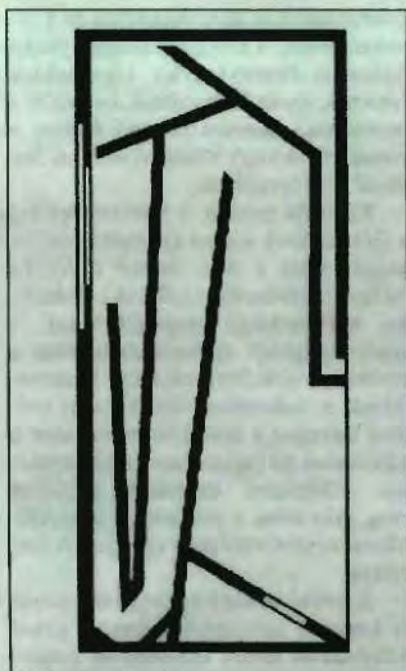
A 8 Ω -os Lowther EX2 típusú, $\varnothing 232$ mm-es, kitűnő hangszóróval szerelt, $100 \times 28 \times 44$ cm-es doboz névleges terhelhetősége 100 W, frekvenciatartománya 40 Hz ... 22 kHz, ami semmiképpen nem megvetendő. (Önmagában a hangszóró kb. 110 E Ft/db.)

Az *Academy* fantázianeve, tölcserű jellegű hangszóró (20. ábra) két darab Lowther EX2 típusú, szélessávú hangszóróval készül. A doboz működése több, mint sajátos. Az egyik EX2 az előlapon a hallgatóság felé sugároz, míg hátoldala egy könnyen felismerhető rajzolatú tölcserű útján a hátoldal felé sugározza a mélyebb hangokat. Ugyanekkor azonban a hangszóró hátoldalán található üreg keskeny résen keresztül egy felső üregrendszerhez csatlakozik, amely két nagyobb üregből és egy keskeny, hangolósőnek tekinthető üregből áll. Ez utóbbi szintén a doboz hátoldalán van kivezetve. Ugyanekkor azonban a doboz legfelső részén található üregben van elhelyezve – a vízszinteshez képest ferde szögben – a második EX2 típusú hangszóró, amely a hallgatósággal ellentétes irányban, ferdén felfelé és hátrafelé sugároz. A két hangszóró bármely külön szűrőáramkör nélkül, párhuzamos kapcsolásban dolgozik.

A hangszóró működése még az előzőnél is bonyolultabb, különös tekintettel arra, hogy a második, a felfelé sugárzó hangszóró kívánságra kikapcsolható. A kapott – kétféle – hangkép mind a popzenéhez, mind pedig a komolyzenéhez igen jó minőségű akusztikai környezetet teremt.

Az *Academy* névleges terhelhetősége 100 W, átviteli frekvenciasávja 40 Hz...22 kHz. A doboz méretei ehhez képest kicsinyek: $100 \times 29 \times 43$ cm.

Ez a példa is azt igazolja, hogy korszerűtlen az a felfogás, hogy az elfogadható minőségű, mélyhangátvitelű tölcserűsugárzó méretei tűrhetetlenül nagyok, normál lakószobában elviselhetetlenek. Mindössze két feltételnek kell teljesülnie: korszerű szélessávú



19. ábra. A Lowther „Fidello”

hangszórót és ügyesen megtervezett tölcsért kell alkalmaznunk a kiváló eredményhez

Álproblémák a tölcsér körül

A tölcsérsugárzó használatánál az első – váratlan – problémát az elektronika jelenti. A jól méretezett és kitűnő szélessávú hangszórókkal szerelt tölcsérek igen jó hatásfokúak, például 1 W teljesítményre – természetesen az említett, jó hatásfokú hangszórótípusokkal – akár 100...108 dB hangnyomást is képesek előállítani. Ez a szokásos méretű lakóhelyiségben – tartós hallgatásra – túl nagy hangerőt jelent, így az erősítőket jellemzően legfeljebb 95...100 dB vagy inkább a még kisebb, ún. szobahangerőre, 70...80 dB-re állítják be. Ez viszont azt jelenti, hogy a szokásos gyári vagy amatőr kivitelű, 30–50–100 W körüli kimenőteljesítményű erősítőtől a megkívánt hangteljesítmény gyakorta csupán néhány száz mW(!), ahol a félvezető erősítők igen jelentős hányada zavaró mértékű (főleg keresztezési) torzítást produkál.

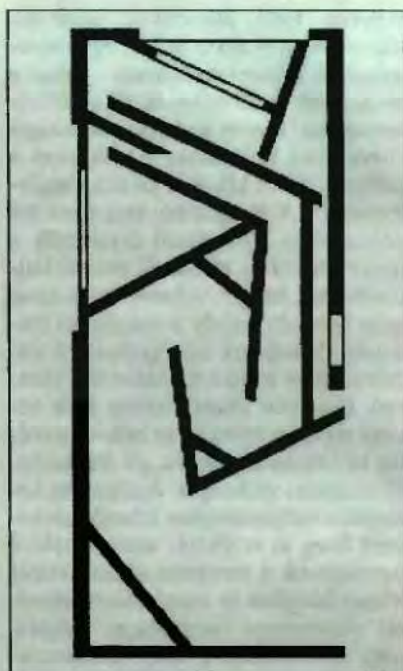
Ez a torzítás azonban az olyasféle, csekély hatásfokú hangsugárzóknál, mint pl. a zárt doboz, a szokásos közepes vagy nagyobb hangerőnél nem igazán észlelhető, míg a különösen jó hatásfokú tölcsérnél kifejezetten kellemetlen hatást kelt.

A jelenség oda vezethet, hogy kedvenc félvezető erősítőnkre egy tölcsérsugárzót csatlakoztatva megállapítjuk, hogy a „tölcsérnek ugyan jó a hatásfoka, de rossz a hangminősége”, miközben erről szó sincsen. Csupán a nem teljesen kifogástalan erősítőnk a ludas. Ez a korábbi élethelyzetekben nem derült ki, mert pl. zárt dobozt használtunk és ahhoz, hogy az egyáltalán „normálisan” szóljon, legalább tíz–húsz wattnyi teljesítményt kellett felkínálnunk számára. A tölcsérsugárzók viszont igen jól beváltak a jellemzően kis, néhány watt teljesítményű „Single Ended Tube” (SET) típusú csöves erősítőknél (lásd Hobby Elektronika Füzetek 2. szám), amelyeknél ismeretlen fogalom a keresztezési torzítás.

A következő probléma a nagy méretekből adódik. Egy jól megtervezett, elsősorban csak a mélyhangok visszadáására szánt tölcsér, vagyis olyan, amelyik akár 25...35 Hz-ig is jól sugároz, bizony tekintélyes méretű és tömegű, nem éppen lakásba való tárgy a maga 0,5...0,8 m³ méretével/térfogatával, pláne sztereó párban. Éppen ezért gyakori fogás, hogy a konstruktor a helyesen kiszámított mélytölcsér utolsó, legnagyobb méretű szakaszának egy hányadát elhagyja, és csupán a maradék tölcsérrészt építi meg. Ha ily módon egy szabálytalan, az elvi számításoknak nem megfelelő terv, elképzelés alapján egy lassan táguló (összehajtogatott), de a végén megcsönkített csövet, hangdobozt készítenek, akkor ennek a hangja sokkal inkább fog hasonlítani egy rezonáns, recsegős tubára, mint egy mélyszugárzóra.

Különösen nagy hibát tudunk elkövetni a traktrix tölcsér megkurtításával! Az akusztikai mérések a „kurtított szájnnyílású” tölcséreknél egy egész sorozatnyi éles rezonanciacsúcsot mutattak ki.

Probléma adódhat a tölcsér fizikai kivitelezésével, az asztalosmunkával is. Amennyiben a tölcsér nagy méretű szájrésze kellően nem merev, mert a tölcsér túl vékony faanyagból készült, akkor a jelentős hangerő a szájnnyílást harangszerű lengésekre készíti, s így a szájnnyílás trombitahang-szerű torzítási komponenseket termel. Ennek elkerülésére a tölcsért – főképp a szájnnyílásnál – kellően merevre kell készíteni, de akár keretszerű, külső vagy belső merevítéssel utólag is el lehet látni. Ezek a rezgések könnyen a többi szerkezeti részekre, oldalfalakra, terelőlapokra is kiterjedhetnek, ha a tölcsért – takaré-



20. ábra. A Lowther „Academy”

kossági okokból – egészében véve túlzottan vékony anyagból készítettük el.

A későbbiek során bemutatandó tölcséres hangszóró-dobozaink jó példával szolgálnak arra, hogy a tölcsérek mely részein és milyen rezgéscsillapító, merevítő segédleteket lehet, illetve kell alkalmaznunk ahhoz, hogy a doboz ne éljen önálló életet.

A vizsgálatok arra utalnak, hogy voltaképp nincs is tölcsér, amelyik igazán immunis lenne az ilyesféle rezonanciákra, torzításokra, de kellő merevítéssel ennek mértéke igen hatásosan csillapítható. A gyakorlatban bizonyosodott be, hogy helytelen megoldás a tölcsérsugárzót vékony és/vagy kis szilárdságú faanyagból, továbbá merevítések nélkül elkészíteni. Ellenkezőleg, a tölcsért a lehető legmerevebbre kell megalkotni, hiszen a tölcsér oldalaira igen nagy hangnyomás is nehezedhet. A kellő merevítés igénye nem csupán a határoló oldalakra vonatkozik. Az összehajtogatott tölcsér nagyobb felületű, eredetileg kellően meg nem támasztott belső telerőlapjait is a lehetőség szerint merevíteni kell. Erre megoldásokat a bemutatott konstrukciókból leshetünk el.

Mint a sugárzásjavító szerkezetek mindegyike, így a tölcsérek is rendelkeznek sajátos hibákkal. Az egyik legkellemetlenebb probléma a tölcsér jelentős hossza, ami a megépítési nehéz-

ségeken felül akusztikai, sugárzási problémákat is okoz. Mikor egy hátsó-terhelésű tölcser hallgatunk – ahol a hangszórót nem rejtették el a tölcser belsejében, hanem az látható és hangja közvetlenül is hallható – voltaképp a hallgatósághoz két úton jut el a hanginformáció. A hangszóró megszólalása pillanatában közvetlenül érzékeljük a membrán elülső oldaláról érkező hullámfrontot, hangot, műsort, míg a hang azon hányada, amely a hangszóró hátoldalán keletkezik és végighalad a tölcseren, nem is csekély időkésést szenved. Egy jobb tölcser hossza akár néhány méter is lehet, és az ekkora távolság befutásához jelentős, jól érzékelhető időtartam szükséges. A tölcseren keresztül a hallgatósághoz érkező, késleltetett hang az érzékelés szempontjából hozzáadódik a membrán elülső feléről érkező hanghoz és annak fázistisztaságát valamelyest megzavarja. Kérdés, hogy ez számunkra mely frekvenciasávban és milyen hátrányokkal jár.

Elmondhatjuk, hogy azok a hátrányok, amelyek a jelzett időkésésből adódnak, egy szélessávú, jó minőségű hangszóróval szerelt, jól megtervezett tölcsernél nem számottevőek. Már csak azért sem számottevő a jelzett probléma, mert maga a tölcser a hangfrekvenciás sáv alsó, viszonylag keskeny tartományát sugározza, ahol irányérzékelésünk pontossága, felbontása meg sem közelíti például a középfhangoknál tapasztaltakat. Az kétségtelen, hogy létezik a hatás, de azt a többi előnyös tulajdonság (pontos sugárzás a hangfrekvenciás sáv legnagyobb részén, és ezért ott kitűnő irányérzékelés) olyan mértékben felülrja, hogy összességében véve igen jó benyomást kelt. Ennek azonban egyéb magyarázata is van.

Ha beülünk egy hangversenyterembe, akkor – bármely helyre is váltottuk meg jegyünket – az elsődleges hangforráshoz, például nagyzenekarhoz képest akusztikailag egy viszonylag távoli helyen ülünk, ahol a fülünkbe érkező információ döntően két jelforrásból származik.

Az egyik, az *elsődleges jelforrás* maga a zenekar, amelynek tagjai a nagy területű pódiumon többnyire elszórtan helyezkednek el, gyakorlatilag a teljes pódiumot betöltve. A jelzett körülmények folytán a zenekar diffúz hangot szolgáltat, főleg, ha – mint szokásos esetben is – több szekció játszik egyidejűleg. A másik, a *másodlagos jelforrás* pedig maga a hangversenyterem, jellemző utánzengésével, visszhangjai-

val, egyéb igen fontos és az adott teremre jellemző akusztikai paramétereivel. Ha van, amire azt mondhatjuk, hogy diffúz, akkor az a hangversenyterem saját építészeti megformálásából következő akusztikai viselkedése. Tehát van két jelforrásunk, amelyet akár a helyszínen hallgatunk, akár pedig be-mikrofonozva valamely közvetítő médiumon keresztül élvezünk, mindenképpen a térben jelentősen kiterjedt, egyes jelforrásaiban alig-alig lokalizálható hanganyagot hallgatunk.

A hallgatóság ugyanis mindig a fenti két jelforrásból érkező hanginformáció eredőjét hallja. Minél közelebb ül valaki a zenekarhoz, annak egyik szekciójához, annál inkább a zenekarnak főleg vagy csupán ezt a szekcióját hallja szólalni, mintegy elnyomva a többiek játékát, ami akusztikai és művészi értelemben roppant kedvezőtlen. Különösen kedvezőtlen a zenekar közvetlen közelében levő pódiumülés, amelynek akusztikai viszonyait a szerző egy ízben kénytelen volt a Zeneakadémia Nagytermében megtapasztalni.

Néhány évtizede a hazai jazzmuzikusok egy monstre hangversenyt tartottak a Zeneakadémián. Jó műsornak ígérkezett, kitűnő előadók, a jó zenére alaposan „kiéhezett” közönség számára.

Sok volt az érdeklődő, a nézők/hallgatók „még a csillárról is lógtak”. A szerző pl. a pódium jobb oldalára kapott jegyet, közvetlenül a dobos mellé. Így mintegy másfél-két méter közelségből hallgatta a zenekart, illetve – főleg és elsősorban – híres-neves jazzdobosunk, Kovács Gyula játékát. Sajnálatos módon ilyen közelségből a gyakorta rendkívül hangos dobosok szinte minden egyéb zenei hangot elnyomott, s a zene, a jazzmuzika élvezete egyáltalán nem volt maradéktalan, illetve egészen sajátos, felejthetetlen, s ma már sajnos megismételhetetlen élmény volt.

De egy hangversenyterem leghátsó soraiban ülve is kedvezőtlen hallgatni valamely zenekar vagy szólólista játékát, mert ott a nagy távolság miatt a közvetlen hang viszonylag mérsékelt szinten élvezhető. Ezzel szemben a terem akusztikai tulajdonságaiból következő visszaverődések, utánzengések, hangelszíneződések egyre inkább tolatkodnak lesznek és jelentősen megváltoztatják a zenekar vagy a szólóhangszer eredeti hangzásvilágát. A legtöbb hangversenyteremben vannak ülőhelyek, ahol a kellemetlen hatások minimálisan

érezkelhetők és az előadott mű és a zenekar játéka, a szólisták hangja, játéka optimális élményt nyújt. Ugyanakkor lehetnek olyan kedvezőtlen helyek is a nézőtérben, ahonnan rosszul hallani a zenekart, és/vagy bántó akusztikai hatások érvényesülnek.

Különös módon, a zenekedvelőket a fenti hatások sokkal kevésbé befolyásolják, mint a *zene helyett a HIFI-t hallgató*, elsősorban műszaki-akusztikai beállítottságú megszallottakat. A *zenét hallgatók* ugyanis elsősorban a zenére, az előadóművészekre koncentrálnak és tudomásul veszik, hogy például ugyanaz a szimfonikus zenekar a különböző térformákban és helyszíneken különböző módokon szólalhat meg, de a zene, a zeneszerző és az előadóművészek ettől még ugyanazok maradtak.

A szerző néhány évtizede több ízben is készített hangfelvételeket az Erkel Színházban tartott egyszeri és megismételhetetlen jazz-estekről. Ezek az esték kultikus és akkoriban nagyon ritka események voltak, így hát a felvételt, ha török, ha szakad, el kellett készíteni, a nézőtérben ülve, kis kazettás monó zsebmagnóval, teljesen titokban.

A felvételek a körülményeknek megfelelőek lettek. Kongó terem, csőhang, néha kiküszöbölhetetlen túlvészülés, a közönség túl közeli, zavaró szöszmötölése stb. És mindezek ellenére is, a felvétel szempontjából tekintve szinte elviselhetetlen akusztikai környezet és a szegényes technika ellenére a kazettát újra meghallgatni, a néhány évtizedes élményt ismét átélni épp olyasféle rendkívüli dolog, mint megsárgult, gyűrött családi képeket nézegetni rég elköltözött, szeretett felmenőinkről, meglett emberekkel felcseperedett, akkoriban aprócska gyermekeinkről stb. A számunkra esetleg kincsként kezelt, fél évszázados fényképtől sem lehet elvárni, hogy ragyogóan színes, 32 bites, 5–10 megapixeles minőségű legyen. De ettől még pótolhatatlan érték lehet.

Mindebből egy nagyon sajátos körülmény következik. A zenehallgatás elsősorban nem technikai élvezet, mint pl. a Forma-1, vagy hasonló. A zenehallgatás során a technika roppant fontos, ám mégis mindig a második helyen szerepel a sorrendben, mert az első a zene maga. Ez két igen jellemző dologgal is alátámasztható. Például Kodály és Bartók korai fonográf-felvételeit nem a technikai szépségükért értékeljük nagyra. Más, mai példával élve:

egy közismert, a szerző által kedvelt zenemű két zenekarral/karmesterrel is megvan a CD-gyűjteményében. Az egyik CD-t meghallgatni élmény, a másikat bosszúság. Pedig mindkettő kiváló hangtechnikával, napjainkban készült felvétel.

Ha egy HIFI-berendezésen például komolyzenét hallgatunk, akkor egyáltalán nem vagyunk kíváncsiak arra, hogy melyik zenekari szekció *szögfokra pontosan* mely irányból hallható, avagy honnan is szól az angolkürt, netán az oboa, hanem az *eredetihez hasonló jelenlét-élményt várjuk el* a visszahallgatás során. És mivel nem határozhatjuk meg, hogy a felvétel – tegyük fel – a terem 3. sorának 5. széke helyén, vagy más, meghatározott/kiszűrt helyen levő mikrofonnal készült, a felvételtől egy általános vonatkozású térhatást és jelenlétérzést várunk el. Éppen ezért most és itt érvényét veszti a szögfokra pontos sztereó irányérzékelés is, helyette viszont a legfontosabb elvárás az eredeti tér közelebről meg nem határozható, sajátos érzékelése, amelyben – egy szinten pontosan meg nem határozható helyen – mi is jelen levőnek érzékelhetjük magunkat, a terem hangzásával, hangulatával, a felvételkor jelen levő közönységgel egyetemben. Itt viszont sokkal fontosabb a hangmérnöki munka minősége, *művészi szintje*, mint bármely más körülmény.

A szélessávú HIFI-hangszóróval megépített tölcérsugárzó pedig ezt a jelenlétérzést tudja számunkra szinte hiánytalanul közvetíteni. Ha tehát többnyire (nagyzenekari) komolyzenét, operát, jazzt stb. hallgatunk, akkor igen elégedettek leszünk a tölcéres szélessávú hangsugárzóval. Ellenkező esetben, pl. egy vonósnegyes felvételét hallgatva előfordulhat, hogy némi hiányérzetünk támad az irányérzékelést illetően, elsősorban a mélyebb hangú hangszereknél. De talán ebben az esetben sem a szögfokra pontos irányok a fontosak, a lényegesek.

Aki pedig egy ilyen – vagy bármilyen más – akusztikai berendezésen popzenét hallgat, annak tudomásul kell vennie, hogy egy elektronikus eszközökkel agyonmanipulált, átdarált műsoranyagot hallgat, aminek úgyszólván semmi köze nincs a valósághoz, így pl. a térélmény a hangmérnöki ízlés és jó/rossz munka eredménye.

Nagyon kevés az olyan felvételek száma, ahol egyáltalán valós, zavaró körülményként vetődhet fel az egy-

hangszórós tölcérsugárzóval kapcsolatos térérzékelés elenyésző fogyatéksége.

Ezzel szemben áll az általános kitűnő minőség, különösen akkor, ha kellő anyagiakat áldozunk egy igazán jó minőségű hangszórópár beszerzésére.

A tölcéssel, mint hangforrással további apróbb, voltaképp elhanyagolható gondok is adódhatnak. Induljunk ki abból, hogy a megfigyelések alapján a hangszerekészítők a rézfűvókat valamely „megmagyarázhatatlan” okból, már évszázadok óta traktix alkotójú tölcser végződéssel készítették, készítik, noha a derék mesterekről a szükséges matematikai és akusztikai tudás a legnagyobb jóindulattal sem volt akkoriban feltételezhető. A magyarázat pedig egyszerű: a tapasztalatok, a korabeli megfigyelések alapján az a hangszer szólt a legjobban, a legszebben, amelyik ilyen tölcserben végződött. Ma már ismerjük ennek a magyarázatát: csupán a traktix tölcser belsejében halad szabályos hullámfront és ennek a szájnylásáról válnak le a szabályos gömbhullámok, amelyek eredőben a legtorzítatlanabb, elszínezésmentes hangvisszaadást eredményezik. Egyetlen hátránya ezen tölcser paramétereinek kissé nehézkes kiszámítása. Összességében véve azt mondhatjuk, hogy a traktix tölcser – elvileg és várhatóan – szebben, jobban szól, mint az egyéb típusok, bár egy tölcérsugárzó hangzását sok egyéb körülmény is alaposan befolyásolja.

Hangszóróproblémák

A következő gond a megfelelő drájer, vagyis a hangszóró helytelen kiválasztásából adódhat. A tölcérsugárzók akkor működnek jól, ha a beépített hangszóró *igen erős mágnissel és könnyű, de merev membránnal* rendelkezik. (Ez az ún. univerzális felhasználású hangszórók esete.)

A zárt dobozokhoz gyártott műanyag- vagy gumiszélű hangszórók ezzel szemben általában *közepes erősségű mágnissel*, nehéz, viszonylag *puha membránnal* és kifejezetten *lágymembránszállal* készülnek (a szlengben: „gumimembrános” hangszórók), így a tölcserék számára nem a legalkalmasabbak. (Ez az ún. légfelfüggesztésű, csakis zárt dobozban használható hangszórók esete.)

A tölcser a gyakorlatban akkor működik kifogástalanul, ha annak meghajtása a toroknyílásban dugattyúszerűen,

abszolút merev membránnal történik, amelynek elemi részei fázisban együtt mozognak. Egy lágú, hajlékony, gumiszélű membrán ezt a feltételt képtelen teljesíteni, így a meghajtás a teljes hangszórófelületen nincs fázisban, és ez a tölcserben káros interferencia-jelenségeket okoz.

Mielőtt egy tölcser megépítésébe foglalnánk, jóelőre el kell döntenünk, hogy milyen költségkeret áll a rendelkezésünkre, továbbá egyhangszórós vagy sávokra osztott hangrendszert kívánunk megépíteni. A következő változatok jöhetnek szóba.

Amennyiben házi használatra, *HIFI-rendszerben* gondolkodunk, akkor optimális és eredőben költséghatékony is lehet az „egyhangszórós”, szélessávú változat. Ekkor azonban kiváló minőségű, drága HIFI-hangszórót kell beszerezni, amely önmagában is képes megfelelő szinten a mély, a közép- és a magashangok visszaadására, és ezt a drájer építjük be egy alkalmas, jól megtervezett tölcserbe. Ezeket a hangszórókat viszont csupán néhány cég gyártja és beszerzési árak figyelemre méltó, mondhatni sokkoló. Egy jobb hangszóró darabjért ugyanis külföldi beszerzés esetén könnyen elkölthetünk például 500 vagy 1500 Ft-t, netán többet is, hazai beszerzés esetén pedig akár 320 E Ft-ot is. Szerencsére találunk a nemzetközi kínálatban sokkal olcsóbb és még mindig eléggé jó minőségű hangszórókat is, és ezeket itthon, megrendelés útján, forintért is meg tudjuk vásárolni.

Ha a célunk egy többsávú hangrendszerrel tipikusan popzenekari vagy egyéb *térhangosítási feladat* megoldása, különösen nagy hangnyomásszint mellett, akkor a mélyhangokat egy jól méretezett, nagy méretű tölcserrel és kellő terhelhetőséggel, átlagos képességű, de azon belül jó minőségű mélyhangszóróval tudjuk lesugározni. A sáv többi részét további, teljesítményre és frekvenciatartományra méretezett egységekkel sugározhatjuk.

A lényeges különbség a két megoldás között az egyes egységek sávzélességében van, ugyanis amíg a HIFI-rendszer egyhangszórós és szélessávú, addig a nagyteljesítményű hangosítórendszer tipikusan keskenysávú egységekből, például mély-, közép- és magashangú, sávonként elkülönített konstrukciójú hangsugárzókból áll. A konkrét megvalósítás nagyon sokféle lehet.

Lehetséges megoldás, de nem igazán problémamentes a *többsávós tölcseres házi HIFI-rendszer*, amikor is a mélyeket egy mélyhangú hangszóróval és mélytölcserrel, a közép- és magashangokat pedig további hangszórókkal (és szükség szerint további dobozokkal) adjuk vissza.

Először is felvetődik a határfok problémája, mivel a szokásos közép- és magashangú hangszórók, valamint egy jó mélytölcser hatásfoka között hatalmas különbség lehet, a tölcser javára. Megoldandó tehát a teljes rendszer házilagos szintillesztése a teljes frekvenciasávban, ami nem egyszerű feladat. További probléma a számos, jó esetben két tölcser és két kis doboz megépítése, a szükséges hangváltók tervezése és alkatrészeinek beszerzése. Ezt azért kell hangsúlyoznunk, mivel a tölcser sokkal anyag- és munkaigényesebb a többi dobozhoz képest, így minden további beszerzés, többletmunka és -költség egy adott mérték fölött már nyugós lehet. A család is eléggé nehezen viseli el egy tölcseres rendszer építési és beállítási procedúráját, tekintettel a korábban említett FEF aktuális értékére...

Az egyhangszórós tölcser mint hangforrás

Ha megépítünk egy szélessávú, egyhangszórós, tölcseres hangrendszert, vizsgáljuk meg, hogy mit nyerünk az ilyesféle konstrukciótól!

Amennyiben valóban jó minőségű, szélessávú hangszórót építettünk be tölcserünkbe, a kapott hangkép több szempontból is egyedülállóan jó lesz. A hangforrás egyetlen tölcserre (monó műsorra) vonatkozóan lényegében pontszerű lesz és nem terhelik mind azok a hátrányok, amelyek valamely többhangszórós sugárzónál fellépnek.

Ha az ilyen tölcseresugárzót párban használjuk, sztereó műsor visszaadására, mint már említettük, a jelenlétérzés komolyzenénél az elképzelhető legjobb lesz.

Ismeretes, hogy a frekvenciasávokra osztott hangsugárzó-rendszer egyes hangszóróit mélységben úgy célszerű beépíteni a közös dobozba, hogy a „motorok” közelítőleg egyetlen függőleges síkban helyezkedjenek el. Ez eredményezi az optimális fázisviszonyokat a teljes sávban.

Hasonló a helyzet akkor is, ha több dobozunk van, például a közép- és magassugárzót elkülönített kis dobozba építettük. Sajnálatos, hogy minél na-

gyobb az egyes hangszórók közötti távolság, a kapott hangkép, térélmény, jelenlétérzés annál kevésbé éri el azt a minőséget, mint amire az egyhangszórós kivitel képes.

A többhangszórós, többsávós hangrendszerek a szükséges hangváltók fogatékosságából eredően a hangváltó típusára jellemző hullámos frekvencia- és fázismentel rendelkeznek, a keresztelési frekvenciákon lyukakkal és/vagy kiemelésekkel, eltorzított impulzusalakokkal. Minden hangváltó fázis- és jelalaktorzítást eredményez, csupán ezek mértékében különböznek. Az egyhangszórós tölcser esetében mindezek elmaradnak, hiszen a szélessávú hangszóróhoz és a kiváló mélyhang-visszaadáshoz nincs szükség további hangszórókra és hangváltókra sem. Azt azonban tudomásul kell vennünk, hogy a megoldás kedvező tulajdonságait csak akkor élvezhetjük, ha nem a legelső, a kezünkbe kerülő szélessávú hangszórót építjük be a tölcserbe.

Az egyhangszórós tölcserékre a gyártók igen jellemző tulajdonságokkal rendelkező hangszórókat kínálnak. Azok a szélessávú hangszórótípusok viszont, amelyek átvitele az esetünkben kívánatos 20...23 kHz-ig terjed, többnyire egy kis magashangú kónusszal is ki vannak egészítve. Ezzel együtt a membrán még mindig igen könnyű és merev.

Az olcsóbb árkategóriájú, nagyteljesítményű mélyhangú hangszórók általában puha, nehéz membránnal és hatalmas max. lengőlékkel rendelkeznek. Ez utóbbi értéke gyakran akár 15...20 mm is lehet. Ezzel szemben a számunkra fontos, kiváló minőségű, szélessávú hangszórók jellemző lökete ennek legfeljebb az egytizede. Miért olyan fontos számunkra ez a paraméter? A nagy löketű hangszórók többek között azért is csupán egy keskenyebb sáv átvitelére alkalmasak, mert ezen típusok jellemző *Doppler-torzítás* éppen a nagy löket miatt igen jelentős, mondhatni tűrhetetlen.

Tételezzük fel, hogy van egy nagy löketű, szélessávú hangszórónk (ez a tipikus gagyi *autóhifi-hangszóró* esete). Ezenél a hangszórónál is tipikus a kis, magashangú pótkónusz alkalmazása. A nagy amplitúdójú mélyhangok által vezérelt, nagylöketű kónusz+pótkónusz ugyan képes a magashangok visszaadására is, de a pillanatnyi helyzet/sebesség függvényében a magashangok egyszer gyorsan távolodnak tö-

lünk, majd egy más pillanatban gyorsan közelednek hozzánk, aszerint, ahogy a nagy amplitúdójú mélyhangok a lengőcsévét, a kettős kónuszt mozgatták. Az egyik pillanatban távolodó, a másik pillanatban közeledő magashang-forrás roppant kellemetlen hatást kelt, mivel a Doppler-hatás következtében a hangmagasság az egyik esetben pillanatnyilag növekszik, míg a másik esetben pillanatnyilag csökken. A keletkezett igen zavaros, grízes, kellemetlen hangképet Doppler-torzítás terheli. Nyilvánvaló, hogy kisebb mélylökete esetén a kapott torzítás is lényegesen csökken.

A kiváló hatásfokú mélytölcserrel kiegészített kiváló minőségű szélessávú hangszóró ezt a problémát eleve kisebb *szükséges és lehetséges* lökettel kerüli meg. Ezen hangszórók tipikus max. lökete legfeljebb 1...1,5 mm, így nagyon csekély Doppler-torzítással kell számolnunk.

Ugyanezért ha megvizsgáljuk, hogy mitől is olyan tiszta, eleven, friss hangzásuk ezek a hangszórók, kiderül, hogy két, nagyon fontos konstrukciós elem is segíti mindezt. Az egyik a különféle szálal anyagokkal (szénszállal, banánlevél-rosttal stb.) erősített, *vékony, könnyű, merev papírmembrán*. A másik fontos konstrukciós elem, a *mágnes is különleges*. Amíg a napi gyakorlatban a közepes és olcsóbb árszínvonalú, tömegesen árusított hangszórókban általában 0,6...0,8...1,0 tesla erősségű mágnesköröket találunk, addig a szélessávú, felső minőségi kategóriás hangszórók esetében jellemző a szinte hihetetlen, 1,7...2,2 tesla erősségű *Neodymium*-mágneskörök alkalmazása. Ennek az egészen kiváló hatásfok (pl. 96 dB/1 m/1 W) és a gyönyörű, tiszta, élénk hangzás a végső következménye.

Ezek után nem kell csodálkoznunk azon, hogy a tipikusan kis teljesítményű, néhány wattos, csöves (vagy „A” osztályú tranzisztoros) HIFI is „nagyot szól” ezekkel a szélessávú, tölcseres sugárzókkal.

Fontos megjegyeznünk azt, hogy ezek a kiváló, felső árkategóriás, szélessávú hangszórók – a típustól függően – 20 kHz-ig, 32 kHz-ig valóban és ténylegesen jól teljesítenek, és így *semiféle további magassugárzó használatát nem igénylik*. Továbbá a kis löket ellenére a mélyhangokkal sincs semmi gond, ha tölcserbe építjük ezeket. A konstrukciótól és a hangszórótípustól függően akár 40 Hz-ig is kellő hang-

nyomást produkálnak. Egy jó minőségű, Ø20 cm-es, szélessávú típus kiállja a versenyt akár a Ø30...38 cm-es, olcsóbb mélyhangú hangszórókkal is. Ez is azt bizonyítja, hogy a kellő mennyiségű és minőségű mélyhang nem igazán a hangszóróátmérő függvénye.

Itt említhető meg a szerző egy igen ifjúkori tapasztalata. Akkoriban, az 1950-es években a hazai hangszóróki-nálat roppant szegényes volt és főleg egy paraméterre kellett ügyelni: *kapható-e egyáltalán bármilyen hangszóró*. Ilyen körülmények között sikerült beszerezni egy egészen jó minőségű, Orion gyártmányú, Ø20 cm-es, duplakó-nuszos, szélessávúnak mondott hangszórót.

Mivel a mélyhangokat a hallgatósági zöme kevesellte, sor került egy kisipari gyártmányú Ø25 cm-es hangszóró beszerzésére is, abban a reményben, hogy abból majd jobban szólnak a mélyek. A gyakorlatban kiderült, hogy erről szó nincsen, ez a hangszóró úgy rossz, ahogy van, sem kellő mélyhangja, sem magashangja nincsen, a határfoka pedig csapnivaló.

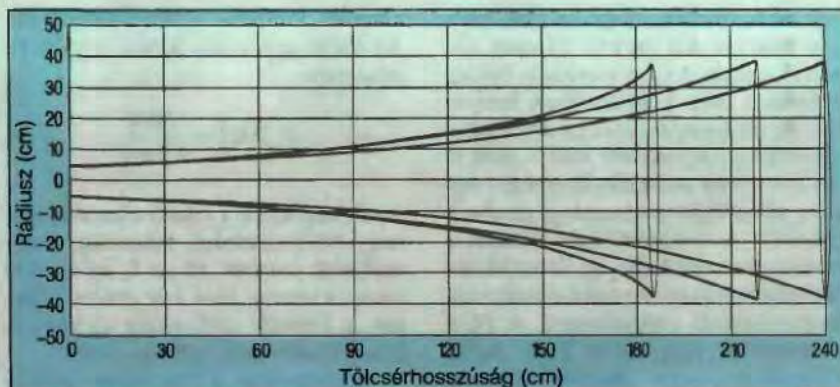
A tölcserék matematikája

Az egyszerűnek látszó tölcseresugárzó mégis bonyolult működését leíró egyenletek megértéséhez többnyire felsőbb matematikai ismeretek szükségesek. Ezek kezelése meglehetősen nehézkes, illetve sokak számára nem lehetséges. Ezért számos egyszerűsítést kellett eszközölni a számításokban azért, hogy a lehetőség szerint egyszerű legyen azok kezelése. Az alapvető tölcser egyenletet Webster dolgozta ki még 1919-ben. Ez a tölcser hosszúsága, a nyomás és a sebesség összefüggését írja le az egydimenziós akusztikus hullámvezetőben az alábbi másodfokú differenciálegyenlettel:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial x} \frac{\partial p}{\partial x} + k^2 p = 0.$$

Az egyenlet megoldásához szükséges a peremfeltételek, így pl. a toroknyílás, a szájnnyílás keresztmetszeti felületének a megadása.

A gyakorlatban a teljes eljárást a szimulációs programok kidolgozása jelentette, amelyekben nem jelentett különösebb problémát az állandók (pl. hangsebesség) és a választható paraméterek (a tölcser geometriai adatai) bevitel, illetve az így kapott függvény alapján az eredmény kiszámítása és a



21. ábra

konkrét számértékek táblázatos, illetve grafikus bemutatása.

A gyakorlat számára elvégzett egyszerűsítések (pl. a negatív méreteket eredményező vagy egyéb módon irreális megoldások kiküszöbölése stb.) azt eredményezték, hogy sikerült a számításokat előbb a logarléc, később a zsebkalkulátor szintjére egyszerűsíteni. Az így kapott eredmények összhangban vannak a megépítés során elérhető kiviteli pontossággal.

A számítások (szimuláció) során figyelembe kell venni, hogy a tölcser – mint geometriai alakzat – tágulását milyen matematikai függvény írja le. A számítások során első közelítésben a forgástest alakú tölcser vizsgálgatjuk, a kapott eredmény pedig egyszerűen átszámítható téglalap- illetve négyzetes keresztmetszetű tölcserre.

Elvileg a következő tölcser típusok jöhetnek számításba:

Parabolikus. A tölcseralkotó mint parabolagörbe viselkedése a tölcserátmérő négyzetével arányos, ezáltal a tölcser keresztmetszeti felülete a tölcser hosszával egyenesen arányos.

Kónikus. A tölcseralkotó egyenes vonal, így a tölcser keresztmetszeti felülete a tölcser hosszának négyzetével arányos.

Exponenciális. A tölcseralkotó mint görbe viselkedését az exponenciális görbével/függvénnyel jellemezhetjük, ezáltal a keresztmetszeti felület is a tölcser hosszával exponenciálisan növekszik.

Hiperbolikus. A tölcser sugarának a tölcser hosszával arányos növekedését a $\cosh$ (koszinusz hiperbolikus) függvény írja le. Ezáltal a tölcserkeresztmetszet növekedését a $\cosh^2$ függvénnyel számíthatjuk.

Okto-hiperbolikus. A tölcser sugarának a tölcser hosszával arányos növe-

kedését a $\cosh^8$ függvény írja le. Így a tölcserkeresztmetszet növekedését a tölcser hosszanti irányában a $\cosh^{16}$ függvénnyel számíthatjuk.

Geometrikus. A tölcser keresztmetszeti felületének a növekedését a tölcser hosszanti irányában egy mértani sor írja le:

$$A(x) = \text{const.} \cdot (1 + x + x^2 + x^3 + x^4 + \dots)$$

A geometrikus tölcser alakja végső soron erősen hasonlít az exponenciális tölcserhez, de a tölcser hosszával arányos szájnnyílásnövekedés gyorsabb (meredekebb), mint az exponenciális tölcser esetében.

Traktrix. A kör keresztmetszetű tölcser sugarának a növekedését a traktrix-függvény írja le. Ez a tölcseralak nagyon kedvező a tölcserben haladó hullámfrontok számára.

A 21. ábrán három, ugyanazon külső paraméterekhez tervezett, de eltérő alkotójú tölcser típust hasonlítunk össze grafikusan. A leghosszabbnak az olyan, exponenciális/hiperbolikus kontúrú tölcser bizonyult, amelynek tölcserállandója $m = 0,6$ (zöld színű görbe). Közepes hosszúságúnak az $m = 1$ állandójú, tisztán exponenciális alkotójú tölcser (kék görbe), míg a legrövidebbnek a traktrix alkotójú tölcser bizonyult (piros görbe). Figyeljük meg, hogy a traktrix görbe – a másik két görbétől eltérő módon – milyen hirtelen tágul a tölcser végső szakaszán!

A tölcserék jellemzői

A felsorolt tölcserék közül három számíthat érdeklődésre. Az egyenes alkotójú (kónikus) tölcser ugyan nem a legkedvezőbb a hangzás és a hossz szempontjából, de gyártása roppant egyszerű, különösen például fémlemezről.

Így nem véletlen, hogy az első ipari gyártmányok kis méretű, egyenes tölcserék voltak. Az *exponenciális* tölcser számítása nem különösebben bonyolult, az ősi logarléccel is gyorsan lebonyolítható, megoldható volt – nem is említve a jobb zsebkalkulátorokat – így ez a tölcserfajta évtizedekig „uralta a terepet”. A *traktrixtölcser* számítása némileg bonyolultabb, így könnyű kezelhetőségével a jobb zsebkalkulátorok megjelenésétől számolhatunk. A PC-s szimulációs programok előtt pedig úgyszólván nincs akadály bármely típusú tölcser számítását illetően.

A probléma azonban ennyire egyszerűen nem oldható meg, még a korszerű, számítógépes szimulációs programokkal sem. A kézi vagy PC-s számítások során ugyanis a egy sor elhanyagolást kell tennünk, illetve fel kell tételeznünk néhány egyszerű tény, amely a valóságos működés során nem, vagy nem pontosan úgy igaz. Mindezekre főleg az ismeretlen tényezők elhanyagolása érdekében van szükség, miközben tudomásul vesszük, hogy számításunk pontossága erősen véges.

Először is feltételezzük, hogy a hangszórómembrán mozgása dugattyúszerű, ami a valóságban erős elhanyagolást jelent. A kónusz közepe mindig nagyobb utat tesz meg a vezérlés következtében, mint a kónusz peremvidéke, tehát messze nem egy merev test dugattyúszerű mozgásáról van szó.

Amennyiben a tölcser konstrukciója tartalmaz elülső kamrát (front chamber), ami az elülső terhelésű tölcserkonstrukcióban szinte elkerülhetetlen alapeset, akkor ennek a kamrának a méretei roppant fontosak. A számításokkal követhető működéshez az szükséges, hogy a kamra méretei a használatos frekvenciákon (az üzemi frekvenciasávban) legyenek kisebbek a hullámhossznál. Ha ez a feltétel nem teljesül, vagyis a kamra méretei túl nagyok, akkor a számítások pontatlansága már elviselhetetlenül nagy lesz, hasonlóképpen a bassreflex dobozokéhoz. Ehhez járul még az a hatás is, amely a túlzottan nagy elülső kamra és az üzemi frekvenciasáv felső tartományának kellemetlen egymásrahatásában tapasztalható (csipkés frekvenciamentet).

Hasonlóan problémát jelent az elülsőterhelésű tölcser esetében a hátsó kamra, illetve az esetlegesen ide csatlakozó csillapítókamra mérete is. Ha a tölcser konstrukciója tartalmaz ilyen elemeket, akkor kellő csillapítást kell alkalmazni, vagyis erősen ajánlott ezen

kamrák kitöltése csillapítóanyaggal. Az alábbi gyakorlati értéket vegyük figyelembe:

$$f_1 [\text{Hz}] \approx \frac{17000}{x [\text{cm}]},$$

amely képletben x jelenti a kamrák legnagyobb hosszúsági, magassági vagy mélységi méretét. Itt az f_1 az a felső határfrekvencia, ahol már erősen ajánlott a kamrák csillapítása és/vagy a kamrák méretének csökkentése.

Amennyiben a tölcserhez tartozó hátsó kamrák valamelyike tartalmaz reflexcsövet, a reflexcsőben kialakuló állóhullámok roppant zavaró módon interferenciát okozhatnak és erősen elszínezhetik a tölcser sugárzó hangját. A legalacsonyabb f_2 frekvenciát, ahol az elszíneződés létrejöhet, a reflexcső hosszmeretéből a következő gyakorlati képlettel kaphatjuk meg:

$$f_2 [\text{Hz}] \approx \frac{15000}{l_{\text{reflexcső}} [\text{cm}]},$$

amely arra mutat, hogy a kamra jellemzőit, pl. a reflexcsővek átmérőjét és számát úgy kell kialakítani, hogy a lehető *legrövidebb* reflexcsőve(ke)t használhassuk.

Az exponenciális tölcser geometriai jellemzői között az alábbi matematikai összefüggés van:

$$F_x = F_0 \cdot e^{\left(\frac{2x}{x_0}\right)},$$

ahol: F_x = a toroktól x távolságban mérhető felület,
 F_0 = a toroknyílás felülete,
 e = 2,718, a természetes logaritmus alapja,
 x = a toroktól mért távolság,
 x_0 = $c/2\pi f_a$,
 f_a = a tölcser alsó határfrekvenciája,
 c = hangsebesség (344 m/s).

Az exponenciális tölcser számítása azonban több oldalról is megközelíthető, az egyes számítások között kisebb eltérések is vannak aszerint, hogy az eljárás kidolgozója mely paraméterek figyelembe vételét tartotta fontosnak és melyeket hanyagolt el. Gyakorta – mind a kalkulátoros, mind pedig a PC-s szimulációs programokban – használják az ún. *tágulási tényező* fogalmát, majd ezt felhasználva végzik el a méretezést. Az „ m ” tágulási tényező a tölcser keresztmetszeti felületének növe-

kedésére jellemző – az előző egyenletből is kifejezhető – szám, amely az alábbi módon képezhető:

$$m = \frac{4\pi \cdot f_a}{c},$$

ahol: f_a = a tölcser alsó határfrekvenciája (Hz),
 c = a hangsebesség (344 m/s).

A tágulási tényezővel az exponenciális tölcser geometriai viszonyai az alábbi összefüggéssel írhatók le:

$$F_x = F_0 e^{mx},$$

ahol: F_x = a toroktól x távolságban mérhető felület,
 F_0 = a toroknyílás felülete,
 e = 2,718, a természetes logaritmus alapja,
 x = a toroktól mért távolság,
 m = a tágulási tényező

Az exponenciális/hiperbolikus kontúrú tölcsercsoport geometriai jellemzői a következő függvénnyel írhatók le:

$$F_x = F_0 \left(\cosh \frac{x}{x_0} + M \cdot \sinh \frac{x}{x_0} \right)^2,$$

ahol az M a hiperbolikus tágulási együttható (22. ábra).

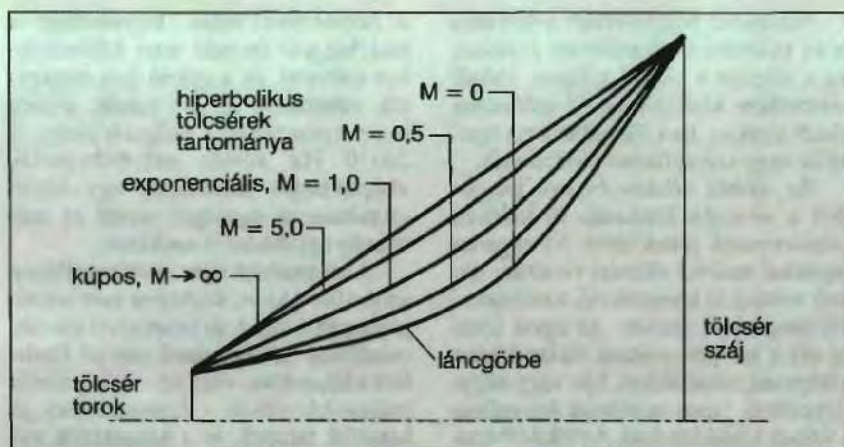
Ha $M = 1$, akkor a tágulás tisztán exponenciális, és az egyenlet az egyszerű exponenciális tölcsernél ismerttől azonosra egyszerűsödik.

Ha $M < 1$, a tágulás hiperbolikus/exponenciális jellegű. (Ha $M = 0$, akkor a kontúr láncgörbe alakú.)

A tölcser méretezése során legelőször a szájnnyílást célszerű kiszámítani. Erre akusztikai kutatók szintén több összefüggést dolgoztak ki. A számítás például az alábbi összefüggés segítségével elvégezhető:

$$F_{sz} = \frac{2\pi \cdot F_a \cdot Q_{TS} \cdot V_{AS}}{c},$$

ahol: F_{sz} = a szájnnyílás felülete (m^2),
 F_a = a hangszóró nyílttéri rezonanciafrekvenciája (katalógusadat) (Hz),
 Q_{TS} = a hangszóró teljes jósága (katalógusadat),
 V_{AS} = a hangszóró engedékenysége arányos térfogat (katalógusadat) (m^3),
 c = a hangsebesség (344 m/s).



22. ábra

Leach a tölcsér szájníylásának kiszámításakor figyelembe veszi azt is, hogy a hangszárgzót hol helyezték el, például szabad térben, oldalfal közepén, az oldalfal és a padló találkozásánál, vagy pedig sarokban:

$$F_{sz} = \frac{1}{SF \cdot 4\pi} \left(\frac{c}{f_a} \right)^2,$$

ahol: F_{sz} = a szájníylás felülete (m^2),
 SF = méretfaktor (1, 2, 4 v. 8),
 c = hangsebesség (344 m/s),
 f_a = a tölcsér alsó határfrekvenciája (Hz),

A méretfaktor értéke 1, ha a hangszárgzó a szabad térben van elhelyezve, de értéke 2 a fal közepén történő elhelyezéskor, míg a padló és a fal találkozásánál elhelyezett hangszórónál az érték 4, illetve a sarokban elhelyezett hangszárgzónál a méretfaktor értéke 8.

Egyszerűsített, gyors, becslő számítások során a szájníylás minimális D átmérője az alsó határfrekvencia hullámhossza alapján pillanatokat alatt kiszámítható:

$$D = \frac{108}{f_a},$$

Ha nem kör, hanem A és B oldalhosszúságú, négyzet keresztmetszetű tölcsérrel számolunk, akkor a szájníylásra a következő gyakorlati érték adódik:

$$A + B = \frac{170}{f_a}.$$

A toroknyílás felületének megválasztása nem egyszerű feladat. A felület csökkenésével ugyanis nő a tölcsér hatásfo-

ka, viszont ez azt is jelenti, hogy a rögzített értékű tölcsérállandó és szájníylás miatt megnövekszik a tölcsér hossza. Ez abban az értelemben szerencsés eset, hogy a tölcsér a kisebb átmérőjű végén hosszabbodik meg, de ezt a méretnövekedést mindenképpen kezelni kell. A gyakorlatban kevés esetben élnek ezzel a lehetőséggel, és így a toroknyílás felületét a hangszórómembrán felületével azonosra, vagy legfeljebb annak felére-háromnegyedére választják.

Más megközelítésben vizsgálva a tölcsért, annak méreteit egyéb szempontok is meghatározzák. Abban az esetben ugyanis, ha a tölcsér szájníylása túlságosan kicsi, vagyis az alsó határfrekvencián a méretei összemérhetők a hullámhosszal, illetve annál kisebbek, akkor reflexiók és állóhullámok léphetnek fel, és a tölcsér az elvi viselkedéstől eltér. Különösen így van ez akkor, ha kizárólag a túlzottan nagy tartott szájníylás méretei folytán a tölcsért az utolsó, legnagyobb átmérőjű részén megkurjtjuk. Ekkor a tölcsér működése lényegesen eltér az ideális, számított működéstől, és az impedanciamentében erőteljes hullámosság lép fel. Ez kihat a frekvenciamentre is, és jelentős kiemelések valamint beszakadások keletkeznek az átviteli tartományban, a sugárzott hang kellemetlen mértékben elszíneződik.

A tölcsér nem szélessávú eszköz, a teljes hangfrekvenciás sáv átvitelére nem alkalmas. A szélessávú átvitelt a gyakorlatban két tényező is korlátozza. Egyrészt a tölcsérben keletkező jelentős torzítások felülről korlátozzák az adott tölcsér által átvihető magasabb hangok sugárzását. Az exponenciális tölcsér k_2 második harmonikus torzítá-

sa a következő gyakorlati képlettel számítható:

$$k_2(\%) = 1,73 \frac{f}{f_a} \sqrt{I_1} \cdot 10^{-2},$$

ahol f = az átvitt frekvencia (Hz),
 f_a = a tölcsér alsó határfrekvenciája (Hz),
 I_1 = a toroknál áthaladó hang intenzitása W/m^2 -ben.

Másrészt problematikus a hangszóró viselkedése a szájníylásban. A tölcsér csak akkor ad egyenletes frekvenciaátvitelt, ha a toroknyílás teljes felületén azonos fázisú hullámok lépnek be. Fáziskülönbségek esetén káros interferenciajelenségek lépnek fel. A szóba jöhető hangszórók membránjai többnyire csak a mélyhangoknál mozognak dugattyúszerűen, azaz ennek során elemi részeik még közel azonos fázisban vannak. Különösen az olcsóbb típusoknál azonban a magasabb hangoknál ez a feltétel már nem teljesül, s már nem beszélhetünk dugattyúszerű mozgásról. Ekkor a membránfelület egyes részei már elemi életet élnek, amelynek tölcsérinterferencia az eredménye.

A tölcsért, mint hangszárgzót gyakran kombinálják más akusztikai eszközökkel a viselkedés javítására. Ilyen megoldás a tölcsér szájníylásának megtoldása egy hangfalszerű kerettel, néha egy további, igen hirtelen bővülő tölcsérrel. Ezek a megoldások az alsó határfrekvencián fellépő – az elvi működésből következő – hirtelen szintesökkenést hivatottak mérsékelni.

A tölcsér mindkét fő típusánál, azaz a mellő-, illetve a hátsóterhelésű tölcséreknél egyaránt gyakorta alkalmaznak nyomáskamrákat a hangszóró előtt, a frekvenciamentre kisebb korrekciója céljából. Ilyen kamra használata azonban korlátozott. Abban az esetben ugyanis, ha a hangszóró közvetlen, széles sávú sugárzását is hasznosítani kívánjuk (egyhangszórós, tölcséres HIFI hangrendszer), a hátsóterhelésű tölcsér esetében ilyen kamrát nem alkalmazhatunk a hangszóró előtt.

A nyomáskamra gyakorlatban alkalmazott, szokásos nagysága 2,5–4 liter. Méretezésének módjáról és hasznosságáról régóta vita folyik és a méretezési eljárások sem egységesek. Például az egyik eljárás során figyelembe veszik a hangszóró T/S paramétereit, míg más alkalommal ezt elhanyagolják. Itt most az egyik méretezési formulát ismertetjük, kísérletezés céljára. Klipsch

a kamra méreteire az alábbi formulát adja meg:

$$V_k = \frac{A_t \cdot c}{2\pi \cdot f_a}$$

ahol: V_k = a kompressziós kamra mérete (m^3),
 A_t = a tölcser torok keresztmetszeti felülete (m^2),
 f_a = a tölcser alsó határfrekvenciája (Hz),
 c = a hangsebesség (344 m/s).

Az exponenciális kontúrú tölcserhez képest – mint már korábban láttuk – valamivel kedvezőbb a *traktrix* kontúrú tölcser mind akusztikai, mind építési vonatkozásban, azonban számítása nehezebb. Éppen ezért a legtöbb tölcsertervező program leveszi a vállunkról ezt a feladatot azért, hogy képes a *traktrix* tölcser számítási munkáinak elvégzésére. Egy kör keresztmetszetű, *traktrix* kontúrú tölcser méretei az alábbi matematikai képlettel számíthatók:

$$x = a \cdot \ln \left(\frac{a + \sqrt{a^2 - r^2}}{r} \right) - \sqrt{a^2 - r^2},$$

ahol: x = a szájniylástól mért távolság,
 a = a szájniylás sugara,
 r = az x távolságban levő tölcserkeresztmetszet sugara.

A *traktrix* görbét leíró matematikai összefüggés a fentihez képest valamivel általánosabb, de a csekély egyszerűsítés után kapott egyenlet ténylegesen megvalósítható, pl. nem ad negatív értékű méreteket, megépíthető tölcseret eredményez.

A tölcser és a hangszóró közötti csatlós kivitele különösen akkor érdekes számunkra, ha szélessávú hangszórót használunk. Ekkor a tölcser felső üzemi frekvenciája fölötti hangokra egy akusztikai szűrőt kell beépíteni a tölcserbe a magasabb hangok távoltartása érdekében. Akusztikai szűrőnek egy keskeny rést szoktak alkalmazni.

A számos tölcseralak és -kivitel a tervezők fantáziáját bizonyítja. A leggyakoribb, szinte alapvető forma a két párhuzamos síklap között kivitelezett tölcser, ami nagymértékben leegyszerűsíti a tervezést és az elkészítést, hiszen csak síklapban kell gondolkodnunk a tölcser tervezésénél is és a kivitelezés során is.

Valamivel bonyolultabb a tervezés is és különösen a kivitelezés is akkor, ha a tölcser a síklap kilépve, térbeli alakzatként készítjük el. Ez különösen akkor gyakori, ha a tölcser *traktrix* típusú és nagy szájniylással rendelkezik.

Az utóbbi néhány évben meglódult a tervezők fantáziája és különös tölcser típusok jöttek létre. Az egyenes lapokkal határolt tölcser kiváltani látszik számos új konstrukció, a működési elv megtartása mellett. Az egyik ilyen új elv a két párhuzamos síklap között kiképezett, tehát síklapi, két- vagy négybekezdésű, lapos spirálisok használata a tölcser kialakításánál. Az elkészítést a síklapi, szabályos alakú spirál kialakítása jelentősen nehezíti, hiszen a falemezeket meglehetősen nehéz görbe felületekké alakítani. Ezt az eljárást követve a helikális spirál használata. Ebben az esetben – a síklap kiterített spirállal ellentétben – valamely alkalmas cső belsejében, a cső forgástengelye hosszában, változó menetemelkedésű csiga formájában alakítják ki a helikális spirált, szellemes, kifejezetten házilag, amatőr módszerekkel.

A következőkben elsősorban az otthoni zenehallgatás céljaira használható tölcser típusokat ismertetjük, különös tekintettel az egyhangszórós irányzatra. A legtöbb ismertetendő tölcser egy meghatározott – kiváló – hangszórótípushoz tervezték (gyári ajánlások), de ez nem jelenti azt, hogy más hasonló és könnyebben beszerezhető hangszóróval nem működne kiválóan bármelyik.

Fostex-ajánlások

A *Fostex* cég számos kiváló szélessávú hangszórót állít elő tölcseres hangsugárzók céljára. Eszközeihez konkrét építési tanácsokat is ad. Ezeket számtalan példányban utánépítették és a kedvező eredmények folytán most olvasóinknak is bemutatjuk ezeket.

Fontos kiinduló pont a hangszóró. Ide most igazán szélessávú eszközökre van szükség, ha valóban a lehető legolcsóbban és a legjobb eredménnyel kívánjuk elérni céljainkat. A tölcserhez tervezett szélessávú hangszórótípusok tulajdonságai a maguk nemében különlegesen egyediek. Először is meglepő, szokatlan a viszonylag kis kosár- vagy kónuszátmérő, de hasonlóképp szokatlan a tiszteletre méltó sáv szélesség, főleg ami a magagashangok átvitelét illeti. A felső határfrekvencia ugyanis jellemzően a 20...30 kHz-es tartományba esik, ami egy magagashangú egységnek is

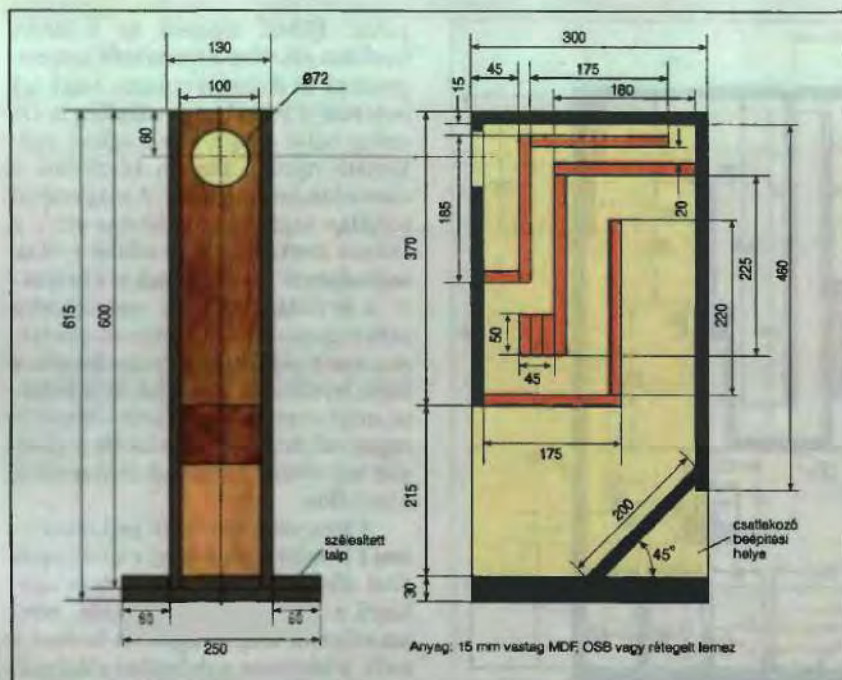
a becsületére válna. Ugyanakkor a mélyhangok átvitele nem különösebben kedvező, de a gyártó és a megépítők véleménye szerint annak, akinek hiányérzete támad a hallgatás során, a 20–30 Hz körüli mélyfrekvenciák visszaadására használjon egy külön szub-basszus egységet, amint ez manapság egyébként is szokásos.

A hangszórók max. membránlökete szokatlanul kicsi, többnyire nem haladja meg az 1 mm-t, de lehet jóval kisebb, mindössze néhány tízed mm is! Ezekhez a löketekhez viszont – a szupererős mágneskör révén – kiemelkedően jó hatásfok tartozik, és a hangszórók terhelhetősége is megfelelő, elsősorban az otthoni zenehallgatás céljaira.

A 23. ábrán a *Fostex* FE87E típusú hangszóróhoz javasolt „egyhangszórós” tölcser sugárzót mutatjuk be. A doboz csekély külméretei rácsafolnak arra a hiedelemre, hogy a tölcserék mindig olyan nagy méretűek, hogy lehetetlen azokat lakószobában elhelyezni. Való igaz, hogy a szub-basszus tartományra méretezett tölcserék hatalmas szerkezetek, de otthoni zenehallgatásra – főleg komolyzenére – a bemutatott kis tölcser sugárzó megfelelő. Szükség esetén a mélyhangú tartomány egy szub-basszus ládával kiegészíthető, és akkor már a dögös popzene is jeleskedni fog a rendszeren.

A „back loaded horn”, azaz „hátsó terhelésű tölcser” típusú szerkezet részei az ábra alapján könnyen felismerhetők. A hangszóró mögött helyezkedik el a hátsó kamra, amelynek felső részén található keskeny rés egyúttal a tölcser toroknyílása. A tölcser lassan táguló szakaszait a belső terelőlapok alakítják ki, majd az utolsó, hirtelen táguló szakasz alkotja a tölcser szájniylását a doboz alsó részén. A doboz felépítése és elkészítése – ahhoz képest, hogy tölcser – meglehetősen egyszerű, ami annak köszönhető, hogy csak derékszögű vágású és beépítésű lapokból áll (egy lap kivételével), továbbá két síklap között van kiképezve.

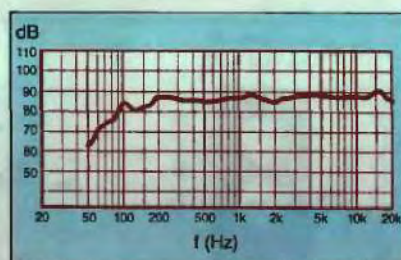
A doboz megépítése éppen ezért szokatlanul egyszerű. A tölcser belső részei két darab 600 × 300 mm-es lap között helyezkednek el. A kisebb-nagyobb lapokat lappaszabázzal vágathatjuk ki MDF-, OSB-lapból vagy rétegelt lemezből. A 24. ábrán a lappaszabási rajz látható (darabolási ráhagyással!), ennek segítségével rendelkezhetünk meg a doboz alkatrészeit. Az egyes lapok azonosítását a bekarikázott számozás könnyíti meg. A hazaszállított külső



23. ábra. Hátsó terhelésű tölcser az FE-87E típusú hangszóróhoz (Fostex)

lapokat, illetve a belső terelőlemezeket kíséreljük meg próbaképpen szárazon összerakni az egyik oldallapon, majd helyezzük rá a másik oldallapot. Ha a lapszabászat pontosan dolgozott, az oldallap szépen felfekszik a külső/belső elemekre. Ha ez nem így lenne, akkor a magasabb darabokat munkáljuk le a szükséges mértékben, például gyalu-

val. Ez kifejezetten kellemetlen és nehéz munka, mert a fahelyettesítő anyagok a bennük található epoxi alapú ragasztóanyag folytán kemények, ridegek, „eszik a kést”, nehezen munkálhatók meg. Ezen tevékenység során kell lemunkálnunk a belső ferde terelőlap éleit is 45°-os szögben. Ezt egy durva fareszelővel is elvégezhetjük. Igyekez-

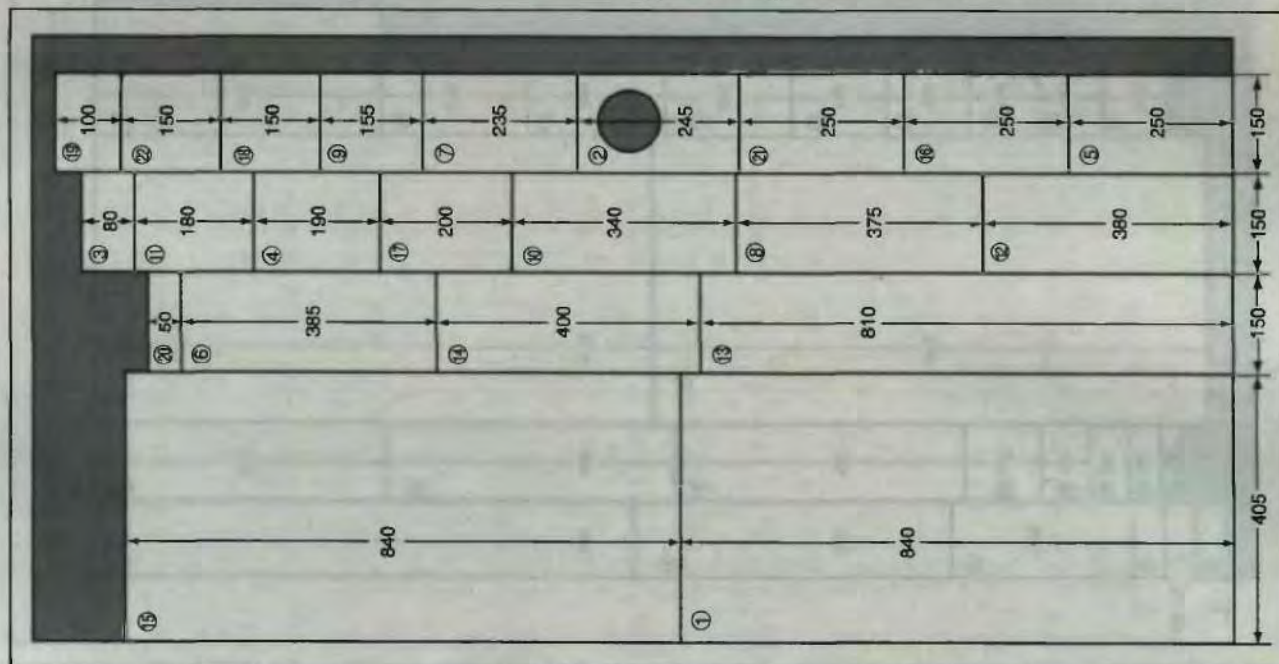


25. ábra

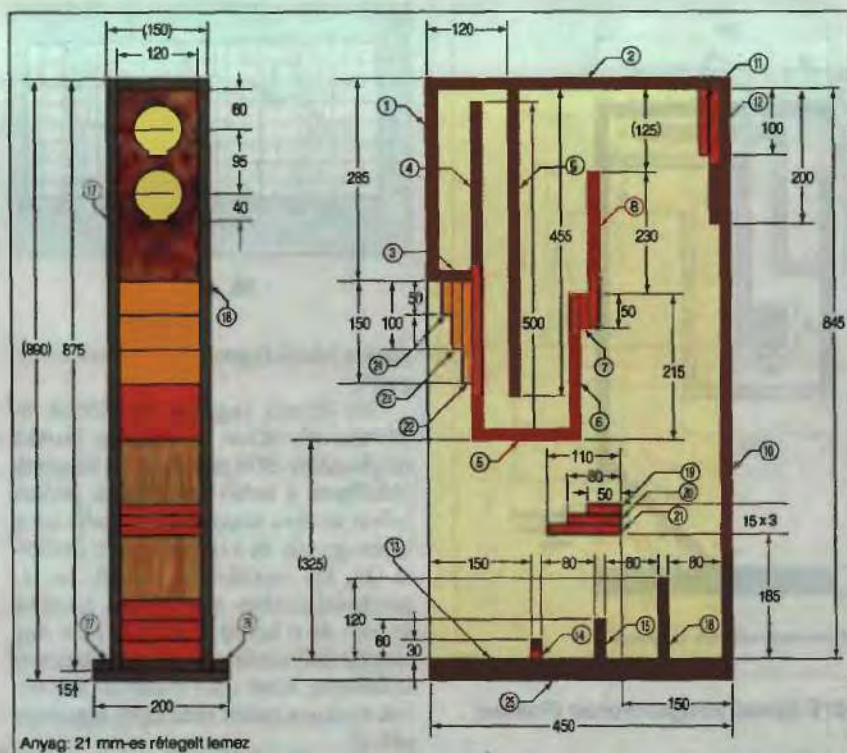
zünk a lehető legpontosabb munkát végezni.

Ha készen vagyunk az elemek illesztésével, akkor a végleges munka megkezdése előtt rajzoljuk fel az egyik oldallapra a belső terelőlapok pontos helyét az ábra alapján. Helyezzük ezt a lapot egy sík, de a lapnál kisebb felületre (pl. kis asztalkára). Kenjük be ragasztóval az alap- és a fedőlap, továbbá az elő- és a hátlap alsó élét, és a rajz alapján helyezzük el ezeket a lefektetett oldallapra. Ezek után óvatosan helyezzük ezekre a másik oldallapot ragasztás nélkül.

Könnyedén szorítsuk össze szorítóval, leterheléssel a két oldallapot, és ha szükséges, igazítsuk meg a ragasztó miatt esetleg elcsúszott lapokat. Éppen ezért a munka kezdetén ne alkalmazzunk túlzottan nagy szorítóerőt. Ha a kicsurgott ragasztót letöröltük és a lapok is jól illeszkednek a helyükön, fokozatosan növelve a szorítóerőt, alaposan szorítsuk össze a két oldallapot.



24. ábra. A 23. ábra szerinti tölcser lapszabászási rajza. Anyagméret: 1800 x 900 mm, 21 mm-es rétegelt lemezből



26. ábra. Hátsó terhelésű tölcser az FF85K típusú hangszóróhoz (Fostex)

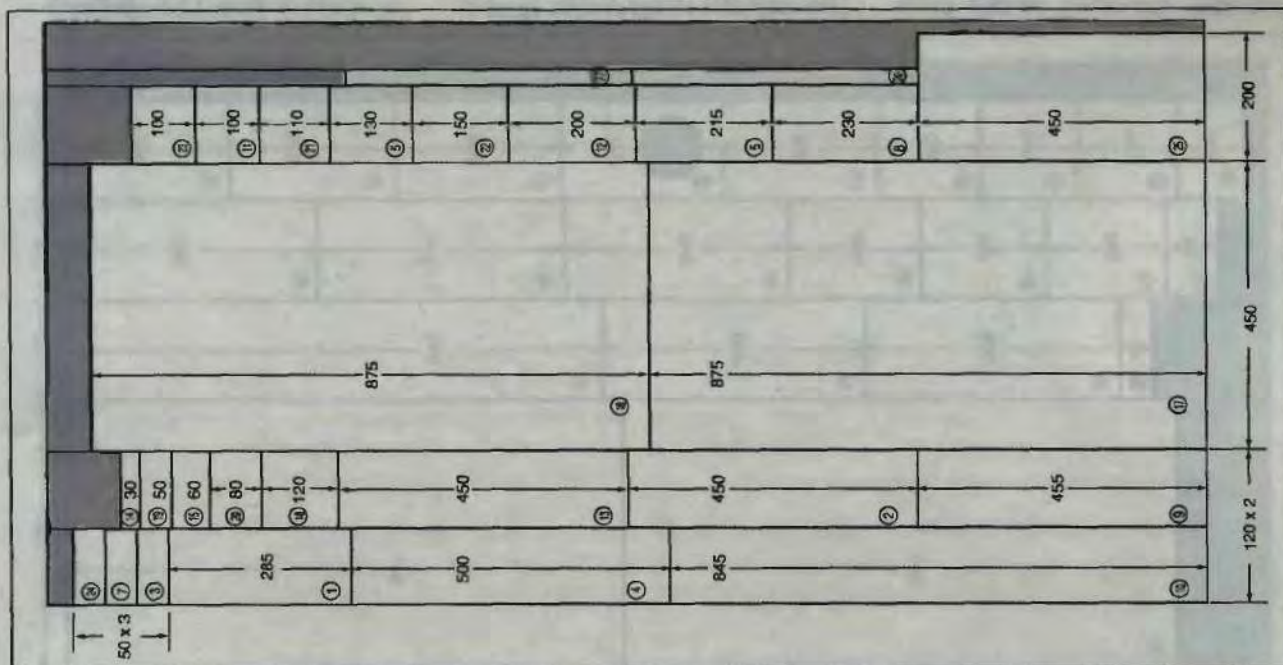
Most már megfordíthatjuk a szorítókkal alaposan összefogott szerkezetet és előfűrés után csavarozzuk is össze a ragasztott részeket önmetsző facsavarokkal. Ha ebben nincs kellő gyakorlatunk, kísérletezzük ki hulladék fada-

rabokon, hogy milyen méretű, hosszúságú facsavarral és milyen átmérőjű furattal érjük el a kellő rögzítést anélkül, hogy az anyag lapjában széthasadna. Száradás, kötés után (tehát másnap) építsük be a dobozba a belső terelőla-

pokat. Ehhez célszerű az L alakú terelőket előzőleg a részeikből összeragasztani és összecsavarozni, majd így beépíteni a helyükre, de előzőleg az oldallap belső részén már meglevő tájékoztató rajzunk alapján készítsünk a csavarozáshoz furatokat. A még szabad oldallap segítségével összeszorítva a félkész szerkezetet – az előfűrt lyukak segítségével – csavarozzuk is a helyükre a terelőlapokat. Egy nap száradás után ragasszuk és csavarozzuk a helyére a másik oldallapot is. Száradás után a ferde terelőlapot próbáljuk be a helyére, majd az esetleges illesztés után azt is ragasszuk be. Utolsó lépésként a szélesítő talp részeit ragasszuk/csavarozzuk a helyükre.

A hangszórót kívülről kell felerősíteni a homloklapra. Mivel a terelőlapok által alkotott „labirintuson” nem egyszerű a bekötőhuzal átjuttatása, ezért azt célszerű még a ragasztás közben a kellő pillanatban a dobozban elhelyezni és a kész dobozban – a ferde terelőlapon fűrt lyukon átbújtatva – az általunk kiválasztott típusú csatlakozókhoz vezetni. (A ferde terelőlap alatti térben tetszés szerinti típusú csatlakozás kialakítható.)

A tölcser sugárzó – kis méretei ellenére igen kedvező – frekvenciamenete a 25. ábrán látható. A dobozhoz kis teljesítményű erősítő ajánlható, mivel a beépített hangszóró zenei teljesítménye max. 10 W.



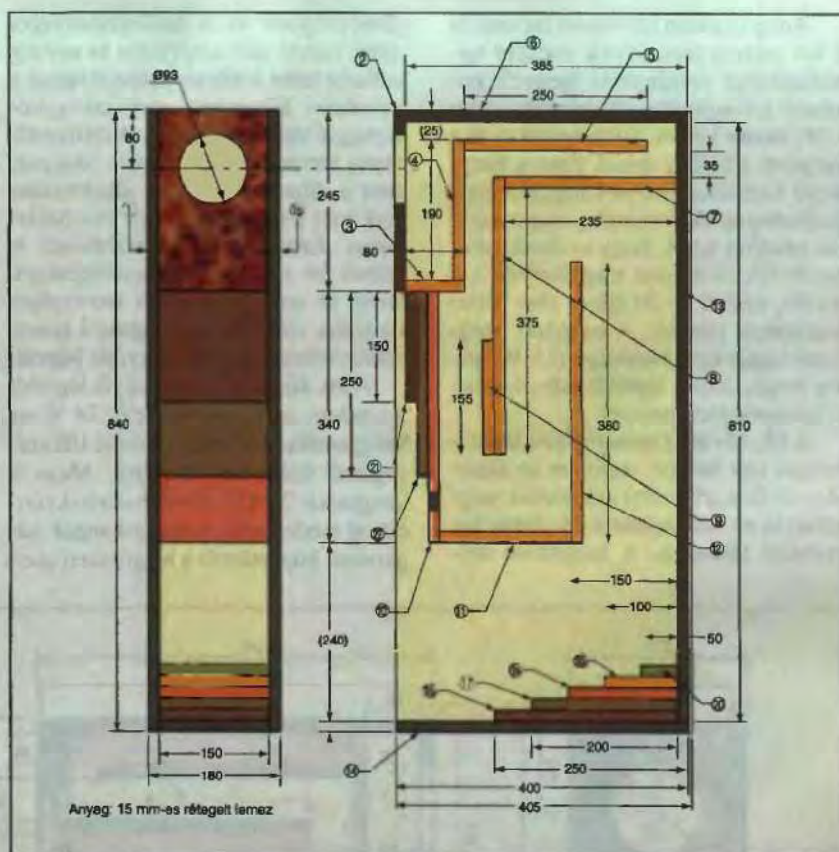
27. ábra. A 26. ábra szerinti tölcser lapszabászati rajza. Anyagméret: szabási hézaggal bruttó 1800 x 900 mm, 21 mm vastag rétegelt lemezből. A lemezvastagságot okvetlenül tartsuk be!

A 26. ábrán az előzőhöz hasonló Fostex hangszóróhoz tervezett hátsó-terhelésű tölcser láthatunk, amelynek fizikai méretei kissé nagyobbak és így mélyhangvisszaadása is jobb. Az FF85K típusú hangszóró felső frekvenciahatárát egyes Fostex katalógusok hibásan, 125 kHz-ben adják meg, ami nyilvánvalóan elírás. Valójában a felső frekvenciahatár 32 kHz. Az előző, FE87E típus sem volt rossz a maga 30 kHz-es értékével.

A 26. ábra szerinti doboz különlegessége, hogy az előzőhöz hasonlóan kis teljesítményű hangszóróból ennél a doboznál két darabot lehet beépíteni, így ennek hangteljesítménye az előző kétszerese.

A doboz elkészítésének lépései erősen hasonlítanak az előzőéhez. Kis eltérés van a hangszórónyílás alakjában a hangszóró eltérő mechanikai kialakításában. A tölcser rajzán a lapok szintén bekarikázott számozással rendelkeznek, és ennek alapján azonosíthatók a 27. ábra szerinti lapszabászati rajzon.

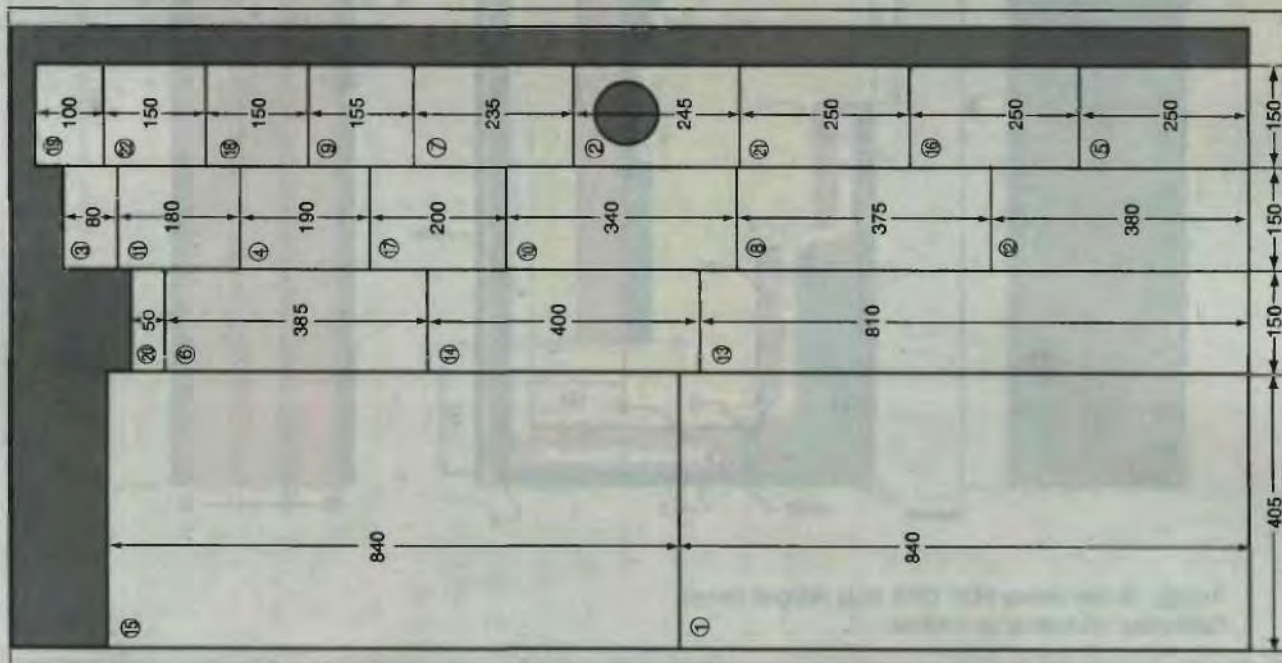
A két hangszóró mögötti falrészt csillapítóanyaggal (pl. ipari vattával) kell borítani, továbbá a doboz alján kialakított három rekeszbe száraz homokot kell tölteni. A homok mennyiségét a meghallgatások során lehet eldönteni. Célszerű a homokot vékony műanyagzacskókban behelyezni a kiszóródás megelőzésére. További dobozhangolási lehetőség adódik az alsó rekeszek vattával történő beborításával. A túl-



28. ábra. Fostex 103E

zótan sok csillapítóanyag alkalmazása, sok homok, vatta behelyezése káros hatással van a tölcser hatásfokára és a

hangzását is tompítja. A tölcser hangzásvilága hasonló az előzőhöz, illetve annál valamivel kedvezőbb.



29. ábra. A 28. ábra szerinti tölcser lapszabászati rajza. Anyagméret: 1900 x 950 mm, 21 mm-es rétegelt lemezből

Amíg az előző két tölcser méretei és a kis méretű hangszórók csekély terhelhetősége szerényebb igények minőségi kielégítésére alkalmasak, addig a 28. ábrán látható tölcser-sugárzó és a beépített FE103E típusú Fostex hangszóró kiemelkedően jó hangminőséget eredményez. A viszonylag nagy méretek lehetővé tették, hogy az összehajtogatott tölcser hossza megközelítse a 2 métert, ezáltal az 50 Hz-es alsó határfrekvencia elérését. A beépített hangszóró zenei terhelhetősége (15 W) pedig meghaladja a legtöbb csöves erősítő kimenőteljesítményét.

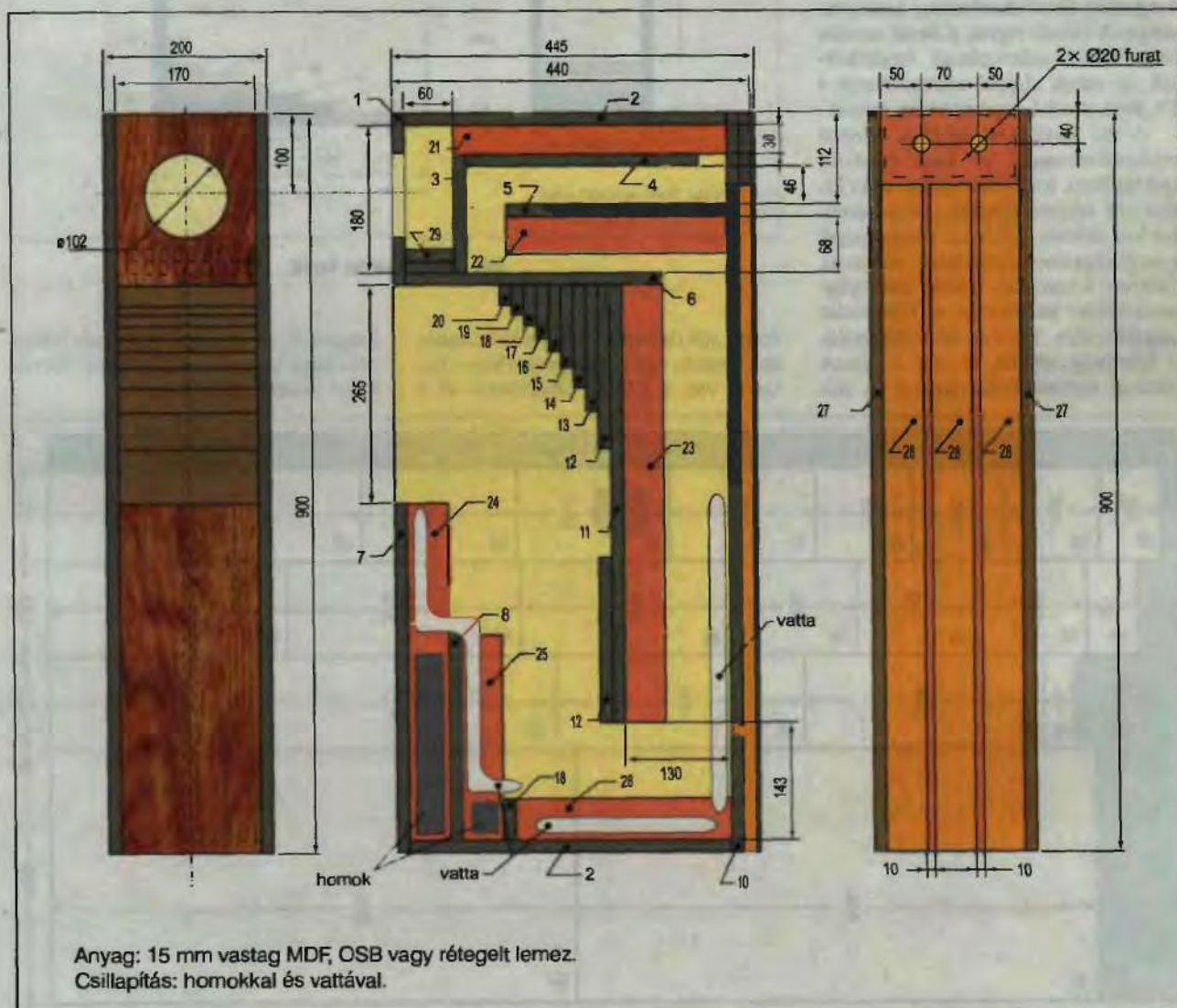
A 29. ábrán a beméretezett lapszabászati rajz látható, amelyen az alkatrész elemek (bekarikázott) számozása megkönnyíti az azonosítást a 28. ábrán bemutatott tölcseren. A hangszóró mö-

götti üregben itt is csillapítóanyagot (ipari vattát) kell elhelyezni és esetleg szükség lehet a tölcser szájnáljánál a lépcsősen kiképezett rész csillapítóanyaggal való bevonására. A csillapítóanyag mennyiségével csínján bándjunk, mert a túlzott mennyiség alkalmazása csak ront a hangminőségen és a határfrekvencián. Ezen tölcser elkészítésénél is tartuk be az előírt lemezvastagságot, mivel az egyrészt a kellő merevséget szolgálja, másrészt a vastagság a konstrukció fontos méretösszetevőjét képezi.

A 30. ábrán a Fostex egyik legjobb típusához, az FE108EΣ jelű, 24 W-os hangszóróhoz tervezett, kiváló tölcser-sugárzó felépítését láthatjuk. Maga a hangszóró 23 kHz felső határfrekvenciával rendelkezik, a magashangok sugárzását közvetlenül a lengőtekercs-

csatlakozó, hiperbolikus paraboloid kagylótest segíti, a kónusz pedig banánlevél-rost erősítésű, nagyszilárdságú, vékony és könnyű papír. A tölcser az előbbiekhöz képest tekintélyes darab, mindamellett kedvezően keskeny és nem is túl mély doboz. Ezáltal még kisebb lakószobában sem okozhat gondot két darab, 20 cm széles hangdoboz elhelyezése. A doboz frekvenciame-

tét a 31. ábrán láthatjuk. A hangszóró mögötti üreg meglehetősen kicsi, és még a konstrukcióból adódó méretet is csökkentették a hat darab, 29-es számú fa kockák beragasztásával. A maradék térfogatban a szükséges csillapítóanyag (vatta) mennyiségét kísérletileg kell megállapítani. A vattát a 3. sz. lapra, a hangszóró háta mögé kell rögzíteni.



30. ábra. Hátsó terhelésű tölcser az FE108EΣigma (más írásmóddal FE108EΣ) típusú hangszóróhoz (Fostex)

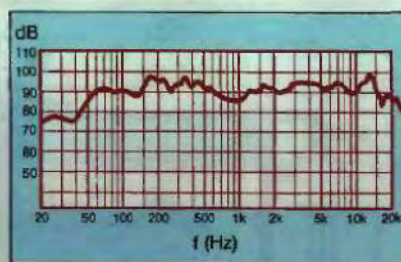
A tölcser konstrukciójában sok tervezői munka fekszik. Jól látható ez a különféle merevítések rendszerében is. A rajzon sötét sárga színnel jelölt, 21., 22. és 23. jelű merevítőbordák a belső terelőlapok merevségét hivatottak fokozni. Ezeket a merevítőket a terelőlapok (és így a doboz) középvonalában kell felragasztani a helyükre, vagyis a 4., 5. és 6. számú lapokra, még a doboz összeállításának kezdeti fázisában.

A 24., 25. és 26. számú merevítőbordákat viszont a félkész dobozba kell egy késői munkafázisban beragasztani, szintén a doboz középvonalában. A hosszú hátlaapon található három keskeny, 28. sz. lap a hátlap merevítését szolgálja, megkettőzve a hátlap vastagságát. A munkát azzal kezdhetjük, hogy ezeket felragasztjuk a hátlapra. A három lécs folytatásában, a hátlap felső részén van hely a hangszórócsatlakozót hordozó, 80×170 mm-es, 9. számú kis panel utólagos rögzítésére.

A doboz anyaga 15 mm-es fa-félgyártmány, így fajlagosan olcsóbb, mint az előző két tölcseré. Ennek ellenére az anyagfelhasználás nem kevés, mivel a tölcser kimeneti görbületét lapok egymásra ragasztásával oldották meg a tervezők. Jelen esetben is nagyon kedvező, hogy csupán derékszögű vágású lapokkal kell dolgoznunk, vagyis amennyiben a lapszabászat pontosan dolgozott, mindössze a doboz összeállítása a dolgunk. A lapszabászat számára a pontos méreteket és a szükséges darabszámot az 1. táblázat foglalja össze, míg a tájékoztató lapszabászati terveket a 32., a 33. és a 34. ábra

1. táblázat. Anyagjegyzék a 30. ábra szerinti tölcser lapszabászatához

No.	Méret [mm]	Db	No.	Méret [mm]	Db
1	170 x 210	1	16	170 x 80	1
2	170 x 395	2	17	170 x 65	1
3	170 x 144	1	18	170 x 50	2
4	170 x 285	1	19	170 x 36	1
5	170 x 271	1	20	170 x 25	1
6	170 x 315	1	21	335 x 36	1
7	170 x 425	1	22	271 x 45	1
8	170 x 250	1	23	532 x 50	1
9	170 x 80	1	24	410 x 50	1
10	170 x 900	1	25	250 x 50	1
11	170 x 532	1	26	265 x 50	1
12	170 x 200	2	27	900 x 445	2
13	170 x 155	1	28	810 x 50	3
14	170 x 125	1	29	60 x 50	6
15	170 x 100	1	-	-	-

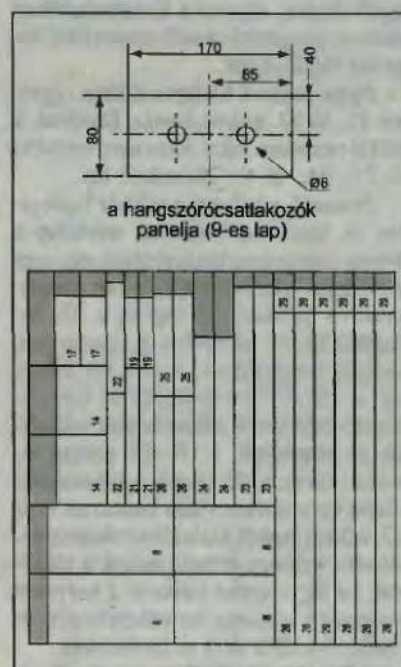


31. ábra. A 30. ábra szerinti tölcser frekvenciamenete

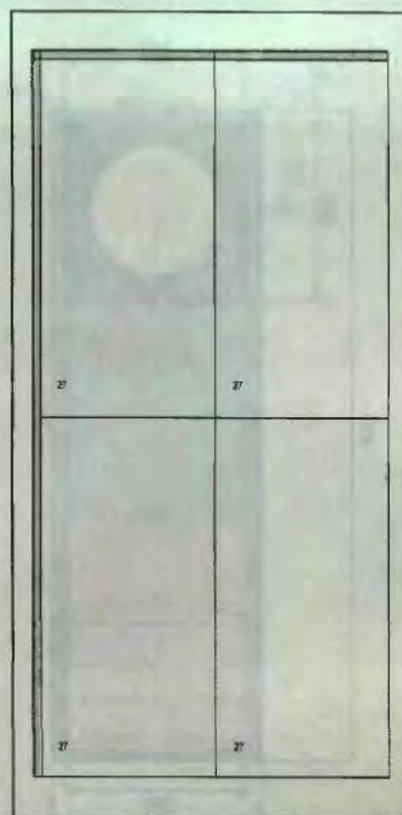
tartalmazza. A két nagyobbik tábla bruttó mérete 1900×950 mm (lapszabászati ráhagyásokkal), míg a kisebbik, némi hulladékkal bruttó 950×950 mm.

A ragasztás azonban a korábbiaknál jóval több odafigyelést igényel a meglehetősen nagy számú alkatelem folytán. Általában akkor járunk jól, ha az egyes elemcsoportokat előre összeragasztjuk, bár ezt igen nagy gondossággal kell végeznünk. Nem sikerülhet a munka a derékszögű összeállítás, ragasztás precíz elvégzése, ismételt ellenőrzése nélkül.

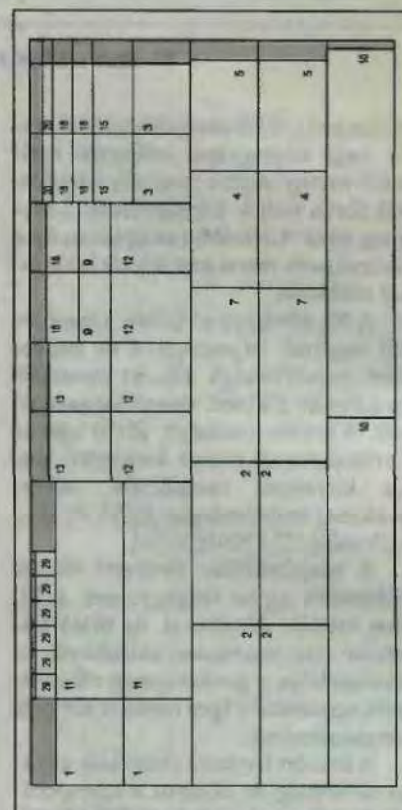
A beépítendő csillapítóanyagok helye és mennyisége ennél a tölcsernél is fontos tényező. A tölcser utolsó szakaszában kialakított rekeszekben a csillapítás egyik része homoktöltés, amelyet célszerű kis műanyag- vagy textilzacskóba töltve a tölcserbe helyezni és elmozdulás (kiesés) ellen rögzíteni. Az ugyanitt, illetve a tölcser függőleges



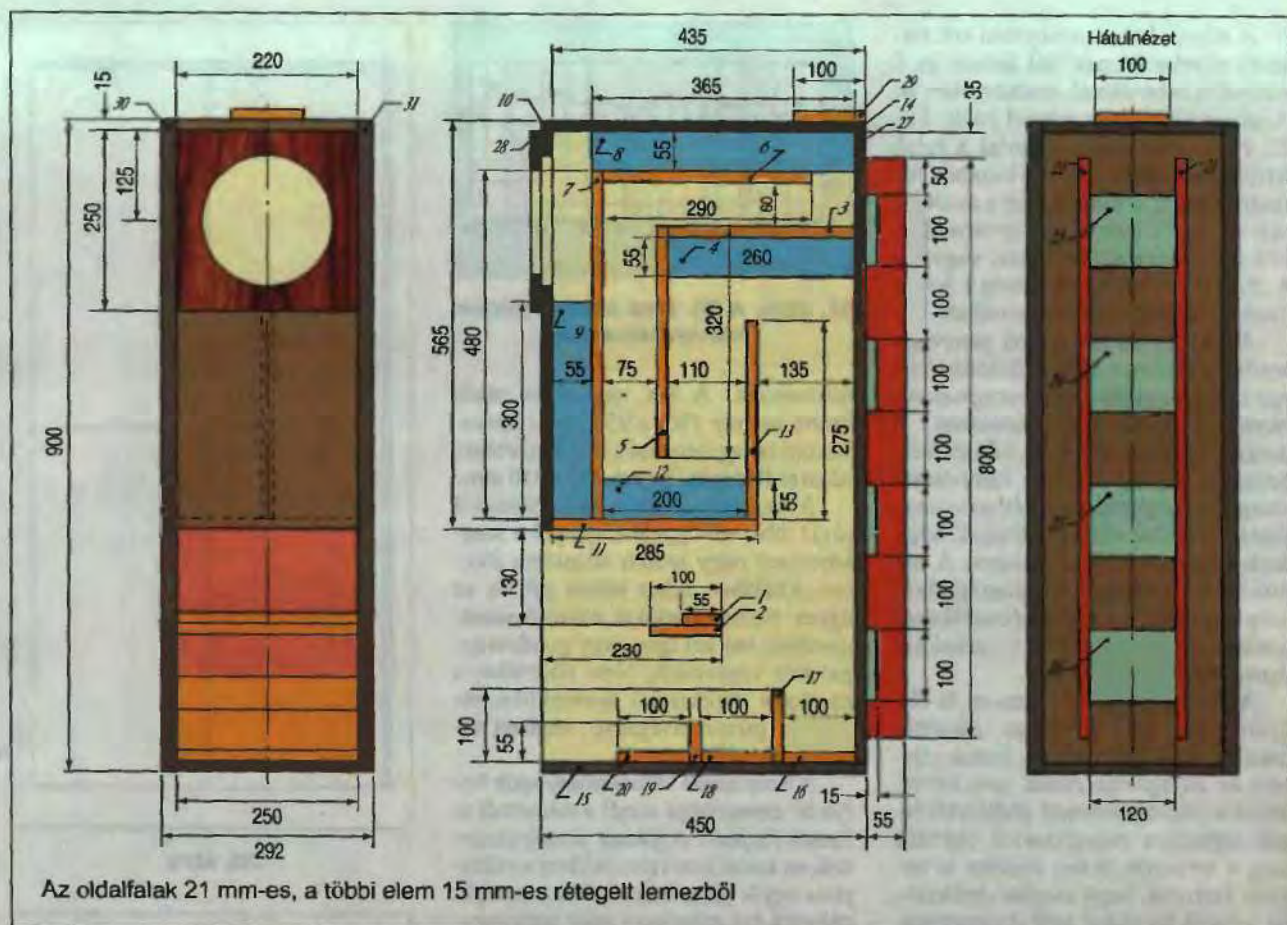
32. ábra



33. ábra



34. ábra



35. ábra. Hátsó terhelésű tölcser az FE166E típusú hangszóróhoz (Fostex)

szakaszán (a hátalon) alkalmazott textil- vagy közetgyapot csillapítás optimális mennyiségét a meghallgatási próbák során tudjuk kikísérletezni. Lehetőleg minél kevesebb csillapítóanyagot használjunk, mivel ez a tölcser hatásfokát csökkenti.

A 35. ábrán az előzőhöz képest jóval nagyobb teljesítményű és kedvezőbb sávzélességű tölcser mutatunk be a Fostex FE166E típusú hangszóróhoz. A kiváló minőségű, Ø110 mm-es ferritmágnissal szerelt hangszóró kettős kónusszal rendelkezik, névleges/zenei terhelhetősége 22/65 W, sávzélessége 22 kHz-ig terjed.

A hangszóróhoz tervezett tölcser külméretei ugyan megegyeznek a 30. ábra szerinti tölcserével, de belső felépítése attól lényegesen különbözik, és iskolapéldája a gazdaságosan elkészíthető, ugyanekkor igen masszív kivitelű hangszugárzónak.

A tölcser határoló oldalfalak anyaga szilárdsági és akusztikai szempontból 21 mm-es rétegelt lemezből készülnek. Ugyanekkor az összes többi alkat-

elem anyaga 15 mm-es vastagságú rétegelt lemez, viszont a konstrukcióban számos, megszívlelendő merevítési fogással találkozunk.

Ilyen fogás a hátlapra állítva rögzített 21. és 22. számú borda, közöttük a hátfal-rezonanciákat alaposan mérséklő, 23., 24., 25. és 26. számú lap.

Hasonló a helyzet a tölcser belsejében is, ahol majd minden terelőlap a doboz szimmetriatengelyében egy-egy merőleges merevítőlappal van megtámasztva, például a 6. lap és a 10. doboztető között merevít a 8. számú lap, de ilyen merevítő a 4., 9. és a 12. számú lap is. További merevítések és falrezonancia-csökkentő alkatrészletek találhatók az alaplapon a 16.–20. számú lapokkal kivitelvezve, illetve a két oldalfal között keresztmerevítést képezt az 1. és a 2. számú lapból kialakított támaszték. Mindez teljesen érthető annak a tükrében, ha figyelembe vesszük a beépített hangszóró villamos terhelhetőségét és kiváló, 94 dB/1 W/1 m hatásfokát.

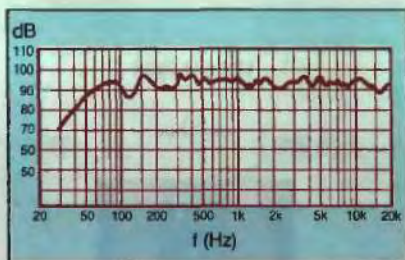
A 36. ábra a tölcser sugárzót előlnézetben, illetve levett oldallappal mutat-



36. ábra

ja, amely segít a megépítés előtti tájékozódásban. Jól megfigyelhetők a hátfalon, valamint a doboz középvonalában alkalmazott merevítések.

A hangszugárzó frekvenciamenete a 37. ábrán látható. Mivel az FE166E típusú hangszóró magashangú átvitele



37. ábra

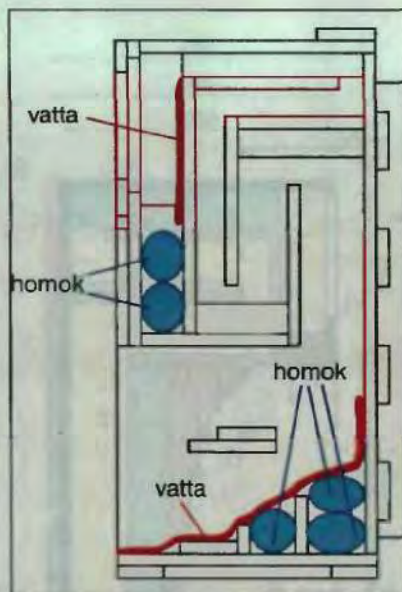
ugyan kiváló, de jelentősen irányfüggő, a cég javasolja egy pótlólagos, Fostex T90A típusú magassugárzó alkalmazását. Ez utóbbit azonos polaritással kell egyszerűen párhuzamosan kötni az FE166E hangszóróval, miközben a mélyhangokat a T90A-val sorba kötött 330 nF-os kondenzátorral célszerű attól távol tartani. A T90A Super Tweeter tölcérsugárzó 8 Ω -os, átviteli tartománya 5...35 kHz, 50 W-os zenei teljesítményre készült, 106 dB/1 W/1 m érzékenységgel. A magassugárzó fotója a 38. ábrán látható.

A famunkák hozzávetőlegesen olyan nehézségi fokúak, mint az előző tölcseré.

A tölcser optimális csillapításának beállításához a 39. ábra nyújt segítséget. A hangszóró mögötti kamrát homokkal, illetve textilalapú anyaggal (vattával) kell csillapítani. A homoktöltés azon kívül, hogy csillapító hatással is rendelkezik, a hatásos térfogat beállítását, a hangolást is lehetővé teszi. A tölcser szájnálában kiképezett rekeszekbe hasonló céllal homokcsillapítást kell helyezni, célszerűen műanyag- vagy textilzsákokban. Ezen felül a szájnálás alsó részén ízlés szerinti mennyiségű, textilalapú csillapítóanyagot (vattát) kell elhelyezni, amelynek mennyiségét a meghallgatások alapján kell optimalizálni. Általában elmondható, hogy a homok mennyiségének növelése azonos értékű a tölcser



38. ábra



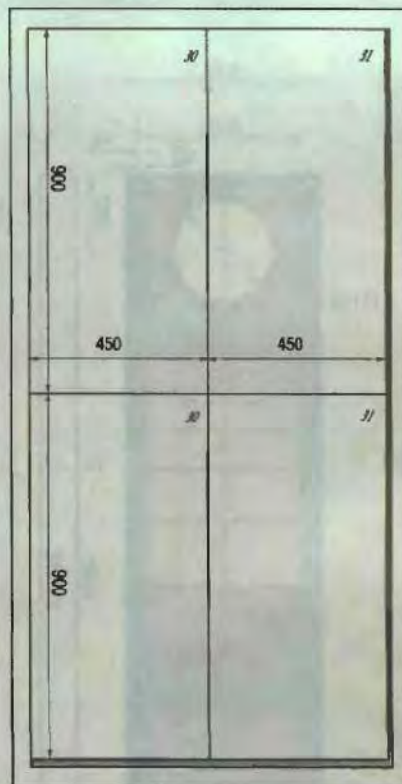
39. ábra

térfogatának csökkentésével és feszebb hangzást eredményez. A textilalapú csillapítóanyag csökkenti a tölcser 150...400 Hz közötti kisebb rezonanciáit és ugyanezzel tompítja a tranzienseket is. A csillapítóanyag alkalmazásával optimalizálhatjuk a tölcérsugárzó hangzását, de óvakodjunk a túlzott mennyiségű csillapítóanyag használatától.

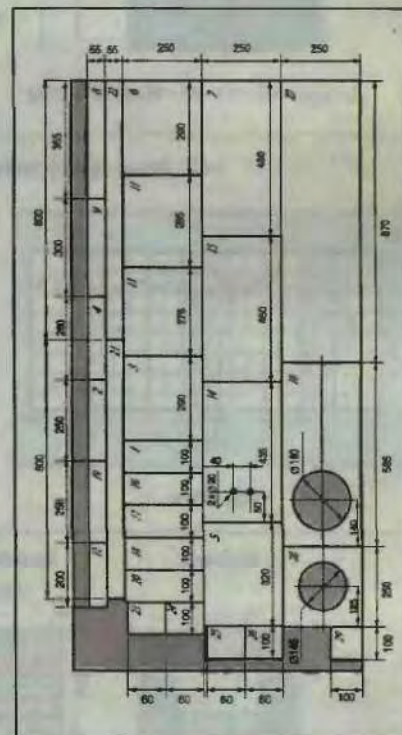
A 40. ábrán a tölcser oldallapjainak méretezett lapszabászati rajzát láthatjuk. A két dobozhoz elegendő mennyiség, azaz 4 darab oldallap egy 21 mm vastag, 1900×950 mm-es rétegeltlemez-táblából vágható ki (lapszabászati ráhagyással).

A 41. ábrán a többi dobozalkatrész méretezett lapszabászati terve látható, 15 mm vastag rétegelt lemezből, szintén 1900×950 mm-es méretű táblából. Az egyes alkatrészek azonosítását a dőlt írott számok könnyítik meg a 35. ábra, illetve a 40–41. ábra összevetése során.

A 42. ábra szerinti tölcérsugárzót a kiváló minőségű, Ø160 mm névleges méretű, FE168EΣ (más megnevezéssel FE168ESigma) típusú hangszóró számára tervezték. A lengőtekercshez közvetlenül csatlakozik a hiperbolikus paraboloid kiképezésű magassugárzó kónusz-rész (különleges alakú, bordás dóm), amely kiváló 21 kHz-ig terjedő magashang-átvitelt tesz lehetővé. Szintén a kiváló hangzást szolgálja a banánlevél-rost alapú, vékony, könnyű és bordákkal merevített papírmembrán is. A hangszóró méreteihez képes igen

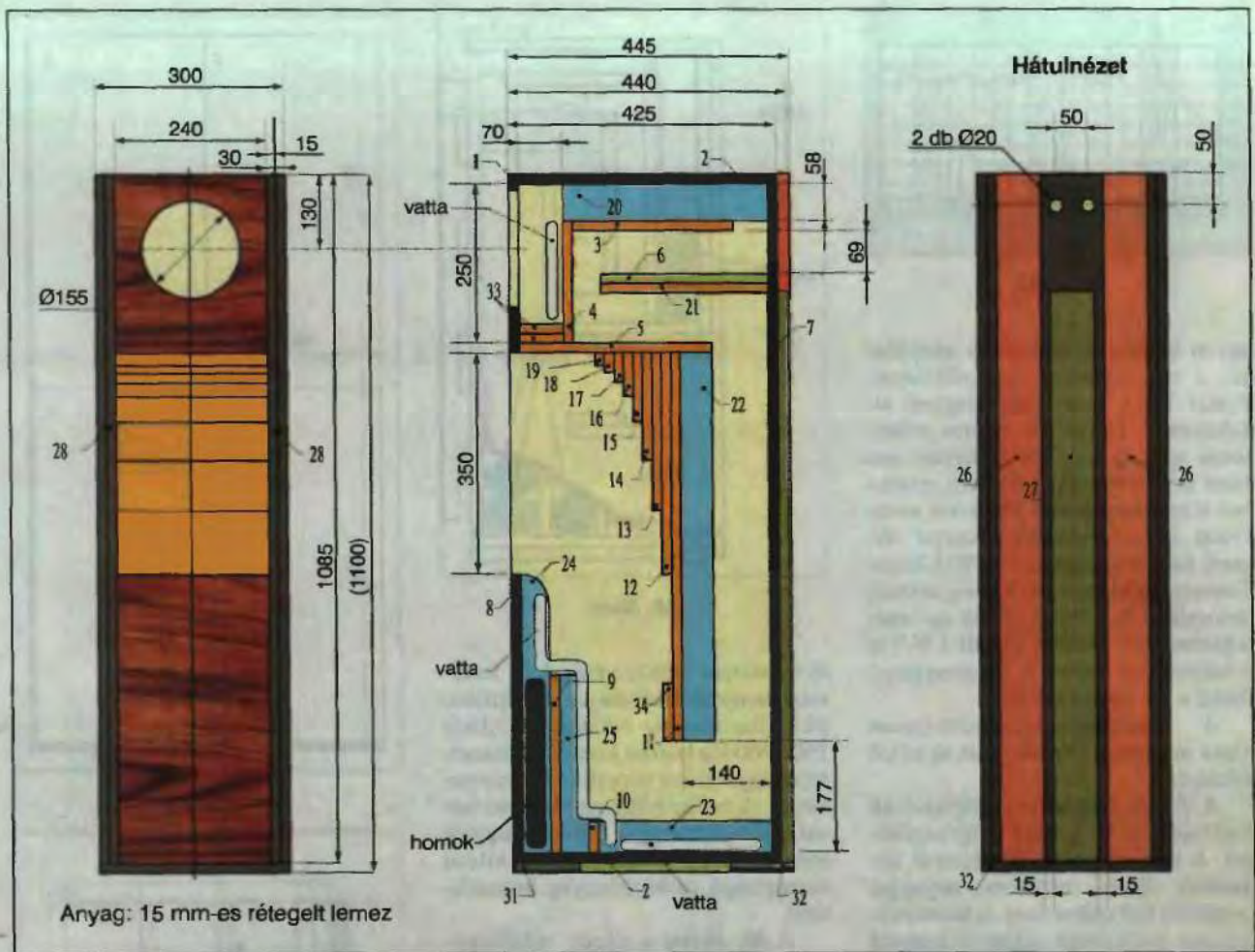


40. ábra

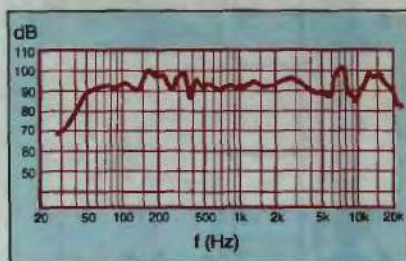


41. ábra

nagy és erős, Ø120 mm-es ferritmágnes kiváló, 94,5 dB/1 W/1 m hatásfokot eredményez. Ehhez a nagyszerű



42. ábra. Hátsó terhelésű tölcser az FE168ESigma típusú hangszóróhoz (Fostex)



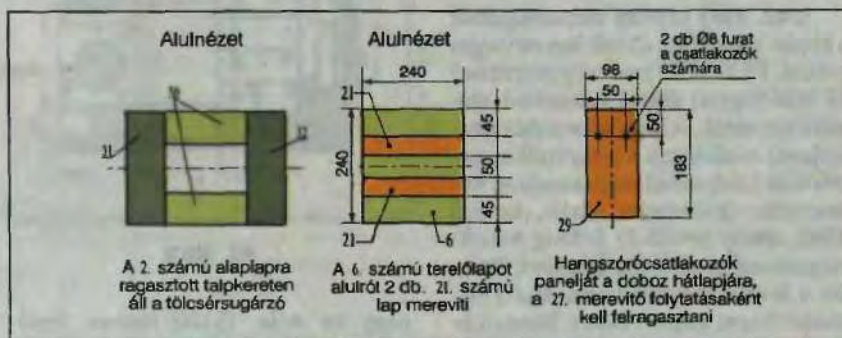
43. ábra

hangszóróhoz tervezett tölcser lehetővé teszi, hogy a hangszóró névleges/zenei teljesítményét (27/80 W) széles, 50 Hz ... 20 kHz frekvenciasávban, kiváló hangzás mellett kihasználhassuk. A tölcser frekvenciamenetét a 43. ábrán láthatjuk.

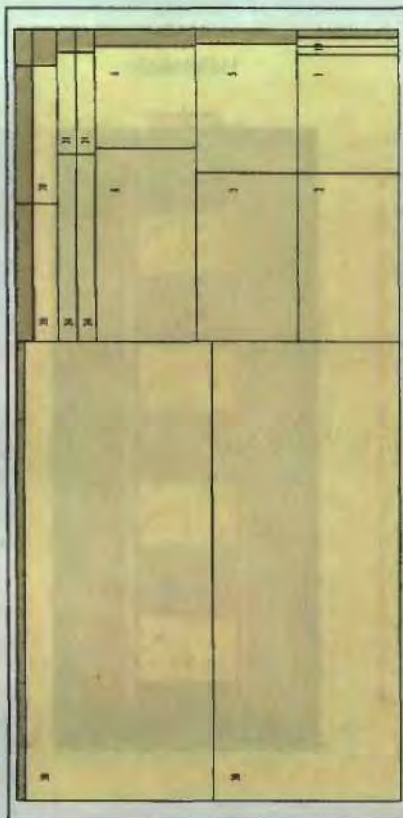
A tölcser belső felépítése erősen emlékeztet a 30. ábrán bemutatotthoz, azzal a különbséggel, hogy ez a tölcser

2. táblázat. Anyagjegyzék a 42. ábra szerinti tölcser lapszabászatához

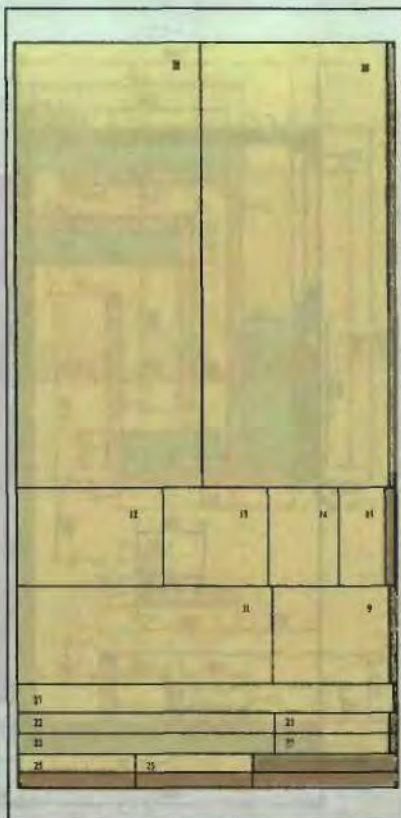
No.	Méret [mm]	Db	No.	Méret [mm]	Db
1	240 x 280	1	18	240 x 32	1
2	240 x 395	2	19	240 x 20	1
3	240 x 255	1	20	325 x 58	2
4	240 x 192	1	21	240 x 45	2
5	240 x 305	1	22	613 x 50	2
6	240 x 240	1	23	275 x 50	2
7	240 x 1085	1	24	440 x 45	2
8	240 x 455	1	25	280 x 45	2
9	240 x 280	1	26	1085 x 70	2
10	240 x 50	1	27	900 x 70	2
11	240 x 613	1	28	1085 x 445	4
12	240 x 350	1	29	183 x 98	1
13	240 x 250	1	30	240 x 110	2
14	240 x 170	1	31	300 x 105	1
15	240 x 110	1	32	300 x 100	1
16	240 x 70	1	33	240 x 70	2
17	240 x 48	1	34	240 x (90)	1



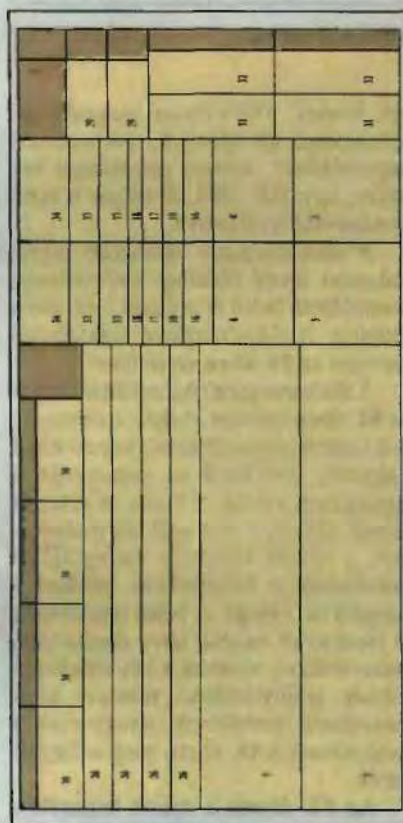
44. ábra



45. ábra



47. ábra



46. ábra

több, mint másfélszer nagyobb összterfogatú, mint a korábban bemutatott, jóval kisebb hangszóróhoz tervezett doboz. A nagyobb méretek mellett a dupla oldalfal-megoldáson túl még egyéb, nem jelentős eltérések is találhatók a két doboz között, ezekre utalunk most a 44. ábrán látható részletrajzokkal.

A lapszabászati anyaglistát a 2. táblázat tartalmazza, míg a 15 mm-es vastagságú, 1900×950 mm-es méretű rétegelt lemezekben a lapszabászati kiosztást a 45., a 46. és a 47. ábra mutatja.

Ügyeljünk arra, hogy amíg a táblázat 1 darab doboz anyagszükségletét tartalmazza, addig a 45., a 46. és a 47. ábra a valós igényeket tükrözi, tehát egy sztereó pár anyagszükségletét. Viszont két dobozhoz összesen öt darab 1900×950 mm-es méretű lap darabolását kell megrendelnünk, mégpedig egyet a 46. ábra szerint, míg 2-2 darabot a 45., illetve a 47. ábra szerint. A szükséges alkotóelemek azonosítása a 2. táblázat, valamint a 42., 44., 45., 46. és 47. ábra keskeny betűs számozásainak összevetésével történhet. Érdemes ezzel külön is foglalkozni, mivel a tölcser összeállítása nem tartozik a leg-egyszerűbb asztalosmunkák közé. Ez



48. ábra. A Fostex FE206E hangszóró

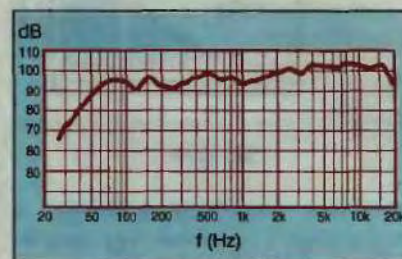
akkor is így van, ha a lapszabászat tisztességesen dolgozott, és elvileg a ragasztáson és csavarozáson kívül semmiféle további teendőnk nincsen.

A következőkben a Fostex legjobb hangszórójának tartott FE206E típusjelű drájverhez (48. ábra) tervezett tölcser-t mutatunk be. A préseltkosaras hangszóró névleges átmérője 200 mm, lengőtekercsének átmérője 35 mm, frekvenciaátvittele 20 kHz-ig terjed. Hatalmas, Ø145 mm-es ferrit mágneskörre kiváló hatásfokot eredményez, így érzékenysége kiváló, 96 dB/1 W/1 m. Nyílttéri rezonanciafrekvenciája alacsony, 39 Hz. Névleges terhelhetősége 30 W, míg zenei terhelhetősége 90 W.

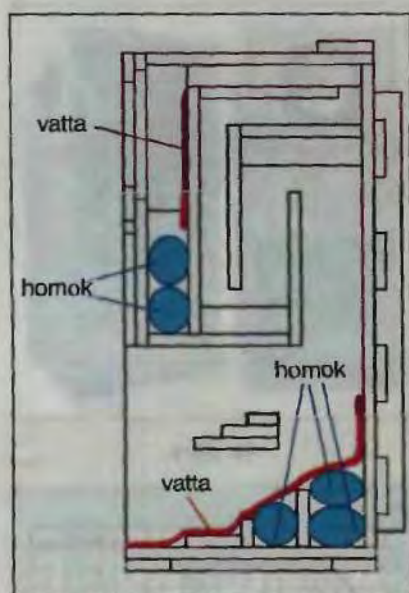
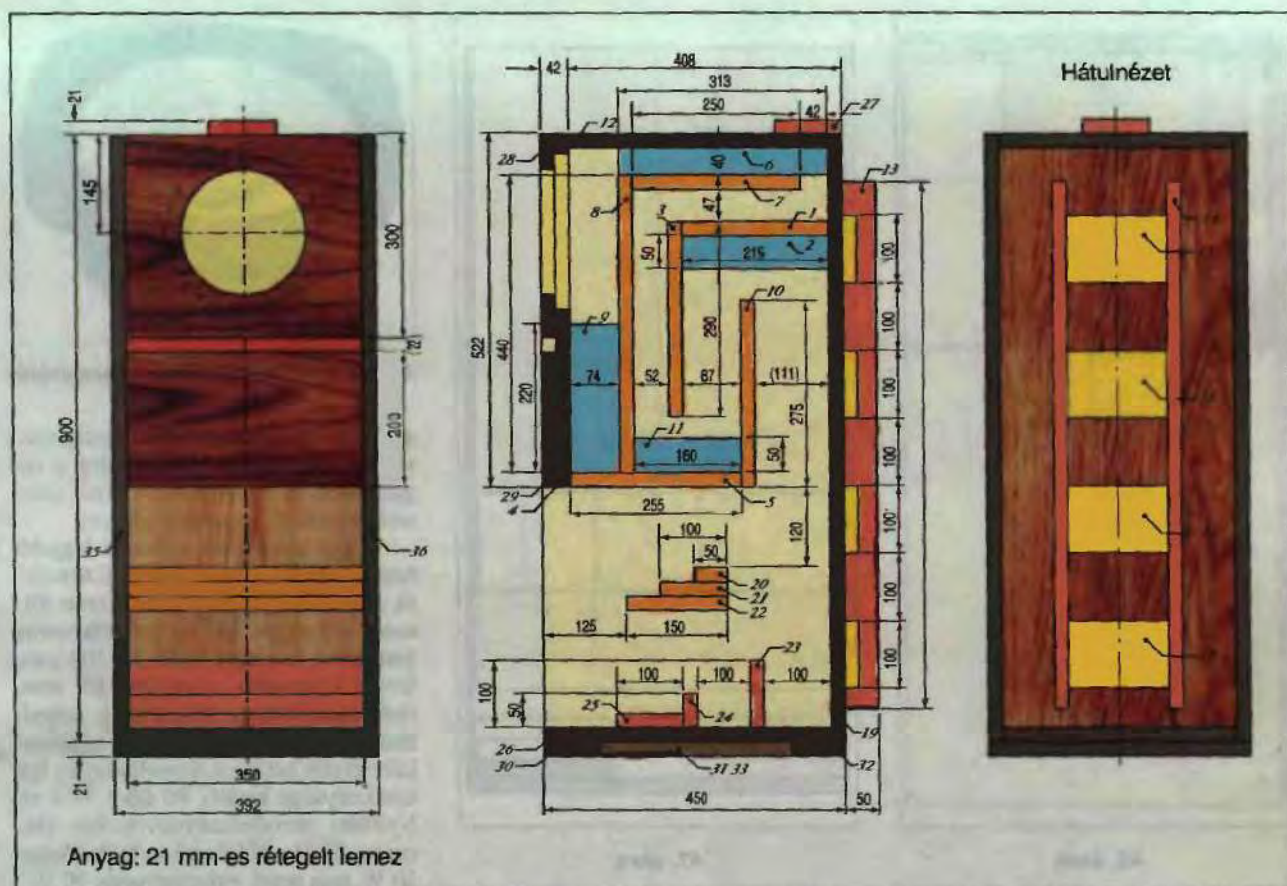
A duplakónuszos kivitel kedvező iránykarakterisztikát eredményez, ez-



49. ábra



50. ábra



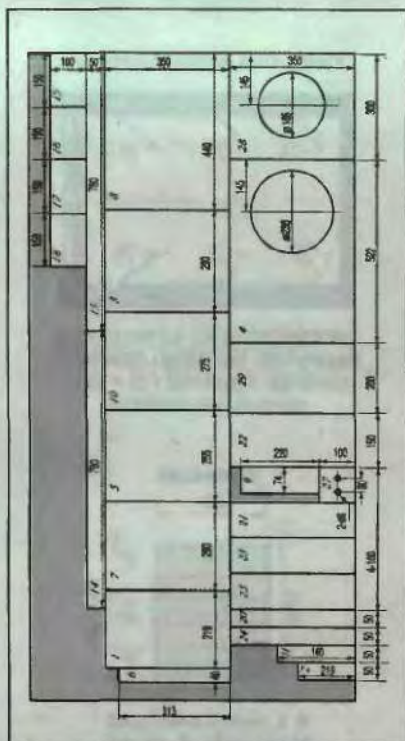
által nem okvetlenül szükséges a magashangok rásegítése egy magas-sugárzóval. Ha erre mégis igény mutatkozna, akkor a korábban már ismerte-

tett, Fostex T90A típusú magashangú tölcésrugszárt ajánljuk, párhuzamos kapcsolásban, azonos polaritással bekötve, egy 330...680 nF-os soros kondenzátorral leválasztva.

A tölcérsugárzó előlnézeti képét, valamint levett oldalap mellett megismerhetjük belső felépítését a **49. ábra** mutatja. A tölcérsugárzó frekvencia-menetét az **50. ábra** szemlélteti.

A tölcésrugsugárzó összeállítási rajzát az **51. ábra** mutatja. A doboz szerkezete a korábbi dobozfélékhez képest kissé nagyobb, zömökebb és alapanyaga is egységesen vastag, 21 mm-es rétegelt lemez. Sőt, ahol erre szükség mutatkozott, a lemezt kétszeres vastagságban tartalmazza a konstrukció, például a hangfal két rétegű. A belső terelőlapok is jócskán el vannak látva derékszögű merevítőkkal, továbbá a két oldallap a tölcésr szájnylásában masszív kitámasztással rendelkezik, ahogy ezek a megoldások a 48. ábrán meg is figyelhetők.

Az 52. ábrán a doboz belsejében elhelyezendő csillapítóeszközöket láthatjuk. A kis homokzacskók részben

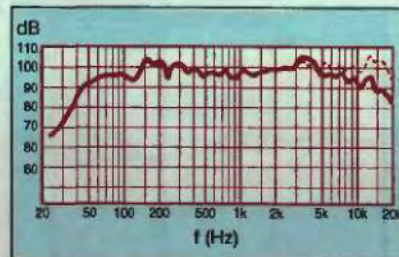


54. ábra

csillapításra, részben a térfogat szabályozására szolgálnak. (Aki kedveli a fészkes hangzást, megnövelheti a töltőhomok mennyiségét.) A szálcsillapítóanyag (pl. vatta, közetgyapot) mennyiségével szabályozhatjuk a doboz hangzását, különösen a 150...400 Hz között tapasztalható frekvenciamenet-csipkesség (kiemelések és beszakadások) mértékét. Mindkét anyagból a túlzottan nagy mennyiség behelyezése feleslegesen nagy változásokat idézhet elő a tölcser hangzásában, tehát ezek behelyezésével óvatosan járjunk el.

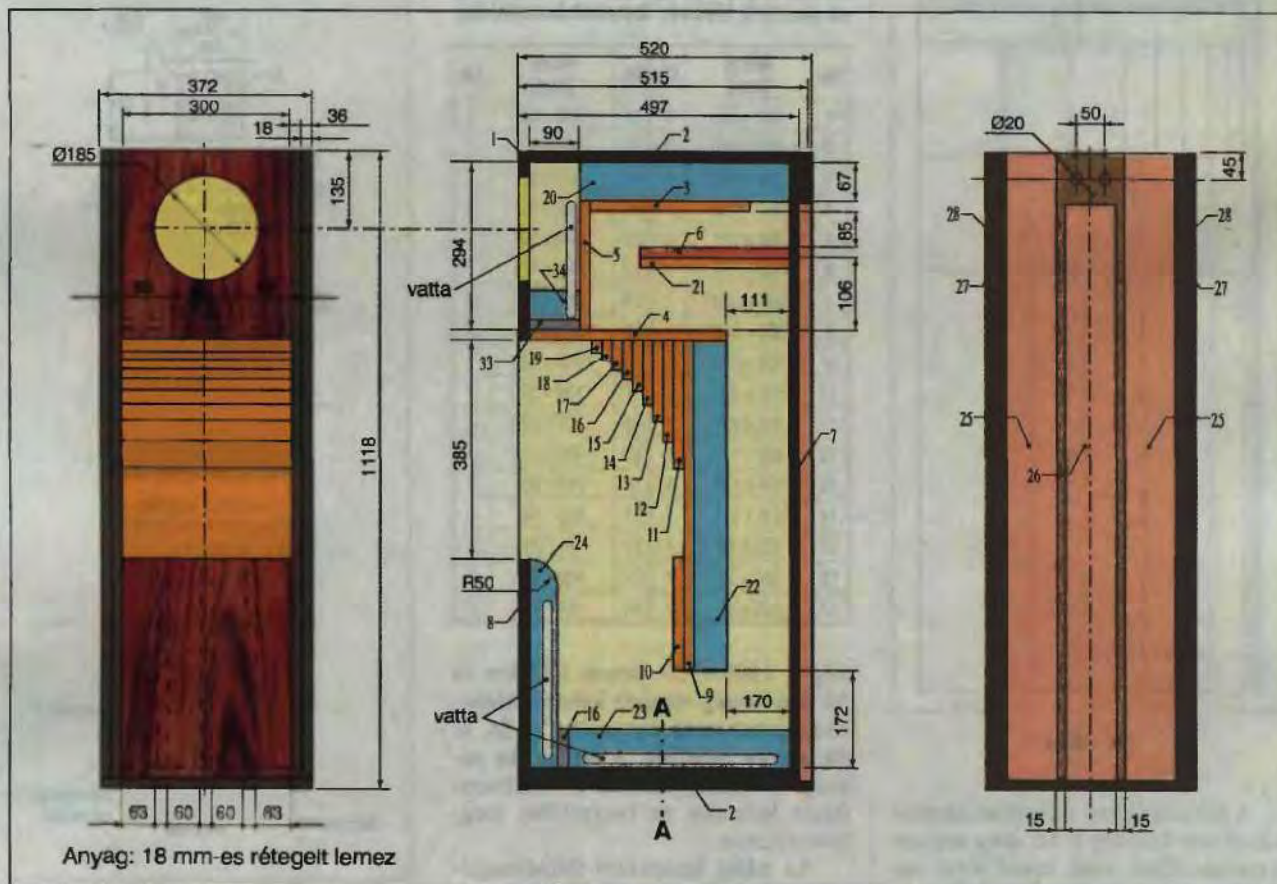
Az 53. és az 54. ábrán a doboz lap-szabászati tervét láthatjuk 21 mm-es rétegelt lemezből, 1900×950 mm-es nyers méretű táblák esetén.

Az 55. ábrán az előbbi tölcser-sugárzónál nagyobb teljesítményű típust mutatunk be. Az alkalmazott hangszórótípus a Fostex FE208EΣ (más írásmód szerint FE208ESigma). Az öntött-kosaras, Ø200 mm-es hangszóró névleges, illetve zenei teljesítménye az eddig bemutatottak közül a legnagyobb, 40/120 W. A hatalmas és igen erős, Ø156 mm-es, 1400 g tömegű ferrit-



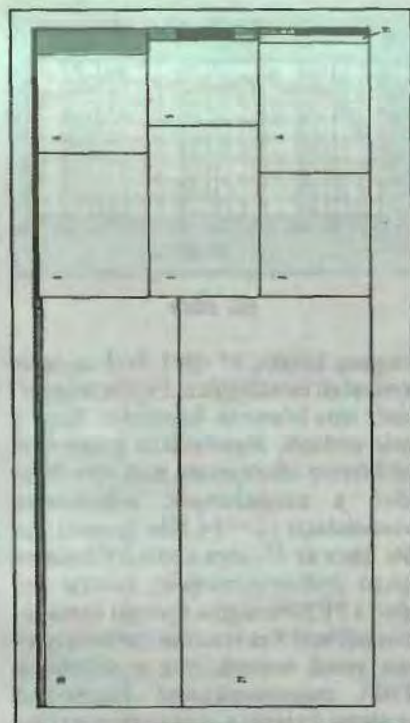
56. ábra

mágnes kiváló, 97 dB/1 W/1 m érzékenységgel és hatásfokú drájer megépítését tette lehetővé. Sajnálatos, hogy a már említett, hiperbolikus paraboloid pótkónusz alkalmazása sem tette lehetővé a magashangok kifogástalan visszaadását ($f_s = 14$ kHz csupán). Az 56. ábra az 55. ábra szerinti tölcser-sugárzó frekvenciamenetét mutatja be, ahol a FE208ESigma típusú önmagában elérhető frekvenciaátvitelt a folytonos vonal mutatja, míg a pótlólagos T90A magassugárzóval kiegészített rendszer átvitelét a szaggatott vonal ábrázolja. Belátható, hogy a T90A alkalmazása nélkülözhetetlen.

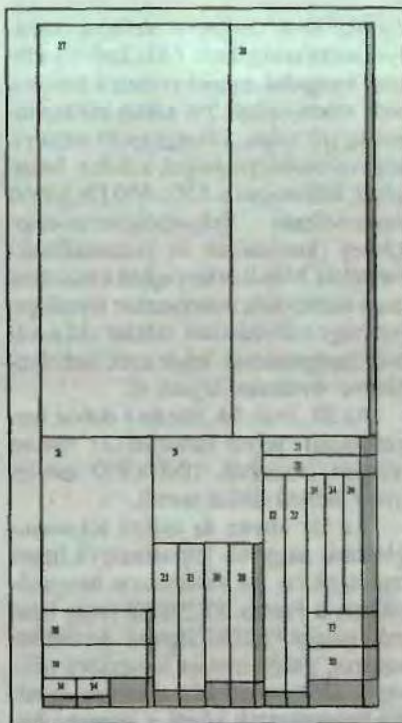


Anyag: 18 mm-es rétegelt lemez

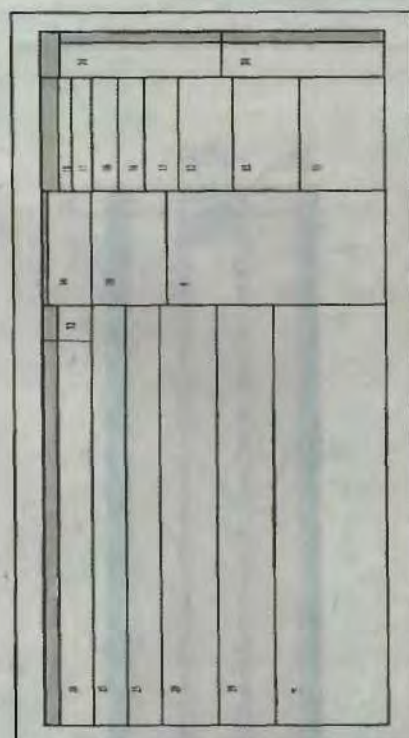
55. ábra. Hátsó terhelésű tölcser az FE208ESigma típusú hangszóróhoz (Fostex)



57. ábra



59. ábra



58. ábra

A tölcésrugsugárzó felépítése jelentős mértékben hasonlít a 42. ábra szerinti konstrukcióhoz, csak annál jóval nagyobb méretű. A lapszabászathoz az anyaglistát a 3. táblázatban találjuk,

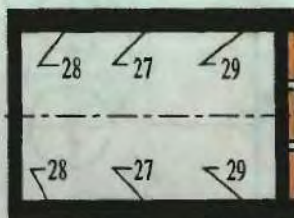
3. táblázat. Anyagjegyzék az 55. ábra szerinti tölcésrugsugárzóhoz

No.	Méret [mm]	Db	No.	Méret [mm]	Db
1	300 x 330	1	18	300 x 36	1
2	300 x 461	2	19	300 x 22	1
3	300 x 283	1	20	371 x 67	2
4	300 x 350	1	21	265 x 50	2
5	300 x 227	1	22	580 x 59	2
6	300 x 265	1	23	393 x 70	2
7	300 x 1100	1	24	367 x 50	2
8	300 x 385	1	25	1100 x 90	2
9	300 x 580	1	26	1010 x 520	2
10	300 x 200	1	27	1100 x 520	2
11	300 x 225	1	28	1100 x 370	4
12	300 x 178	1	29	1100 x 150	1
13	300 x 143	1	30	282 x 90	2
14	300 x 115	1	31	430 x 90	1
15	300 x 90	1	32	90 x 90	1
16	300 x 70	1	33	150 x 90	2
17	300 x 53	1	34	90 x 50	1

míg a 1900x950 mm-es táblákra és 18 mm vastag rétegelt lemezre alapozott lapszabászati tervet az 57., 58. és 59. ábrán láthatjuk. A 60. ábrán néhány alkatétel méreteit és szerkezeti rajzát láthatjuk az összeállítás megkönnyítésére.

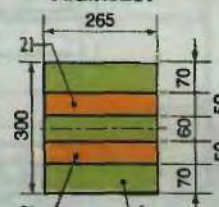
Az eddig bemutatott tölcésrugsugárzó felépítése abban különbözött az általában közismert egyéb tölcésrugsugárzó

Vízszintes keresztmetszet

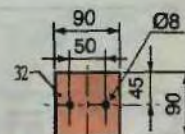


Takarékosságból a hangdoboz ragasztott, kétrétegű oldalfalai belül két darabból (28 + 29) vannak összeállítva

Alulnézet



A 6. számú terelőlapot alulról 2 db. 21. számú lap merevít



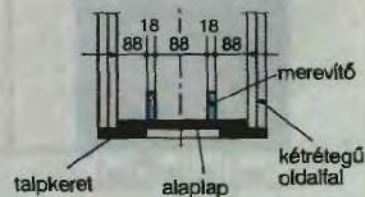
A hangszórócsatlakozók paneljét a doboz hátlapjára, a 27. merevítő folytatásaként kell felragasztani

Doboz talp (alulnézet)

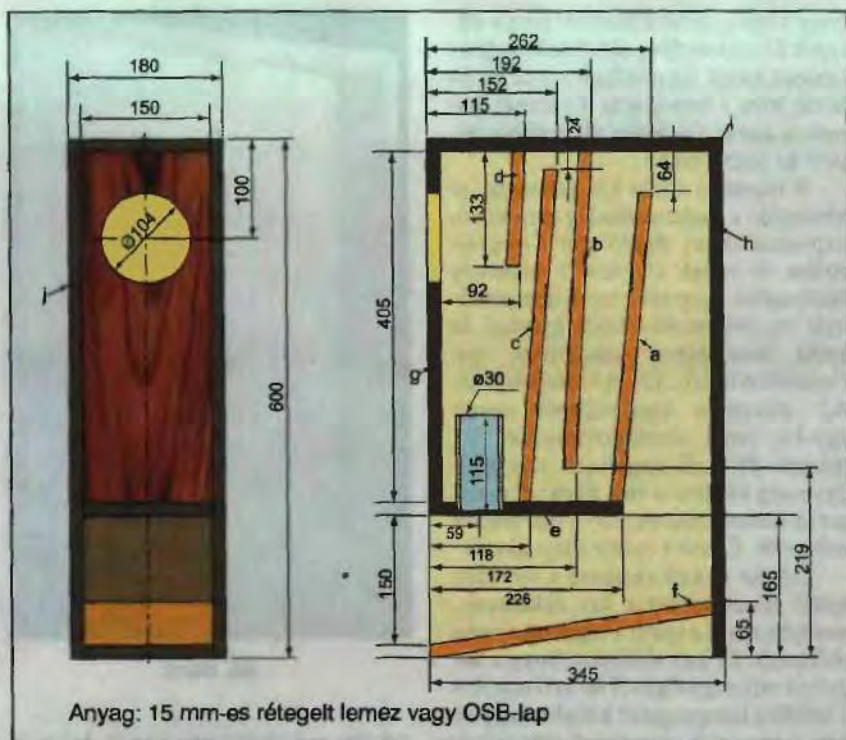


A 2. számú alaplappal ragasztott talpkereten áll a tölcésrugsugárzó

A-A keresztmetszet



60. ábra



61. ábra. Különleges, hátsó terhelésű tölcser + bassreflex doboz kombináció az FE126E típusú hangszóróhoz (Fostex)

soktól, hogy az összes alkotóelemük (egy terelőlap kivételével) derékszögű vágású volt. Ez két körülménnyel járt együtt. Egyrészt a tölcser anyagszükséglete valamivel nagyobb volt, mint azt eddig megszokhattuk egy hagyományos kivitelű tölcser esetében, másrészt másképpen volt nehéz elkészíteni, mint a ferdevágású lapokkal készült tölcseréket. Óriási könnyebbséget jelentett viszont a – kifogástalan lapszabászati munka esetén – teljesen elmaradó illesztési munka, a ferde csatlakozó síkok kialakításának elmaradása. Szintén nagy könnyebbséget jelentett a meglehetősen egyszerű konstrukció, az egy síkban kivitelezett tölcser. Ismeretes, hogy nem kevés olyan tölcserkonstrukció rajza forog közkézen, amelyet hosszú percekig kell ahhoz szemlélni, hogy kiderüljön, hol a hangszóró, mi van alul, mi van felül és egyáltalán, a tölcser hogyan is néz ki. És sajnos, ez nem mindig sikerül a túlzottan elbonyolított konstrukció miatt.

A 61. ábrán a korábbiakhoz képest kisebb fajlagos anyagszükségletű, de egyúttal munkásabb kivitelű, kombinált működésű tölcser láthatunk. Már korábban szó esett a drájer mögötti üreg szerepéről, és itt most egy érdekes megoldást láthatunk erre az üregre. A tölcser szájnyílása ehhez a tölcserhez

csatlakozik és bassreflex kivitelű, olyan hangolósóval, amely a tölcser szájnyílásába torkollik. A konstrukció nem is túl távoli rokonságban van a Lowther *Fidelio* típusú hangszórójával (19. ábra).

A névlegesen Ø120 mm-es, széles-sávú hangszóró mélyátviteli képességeit igyekszik támogatni a hangszóró mögötti viszonylag nagy tér, hangolt rezonáns viselkedésével. Mivel a hangolósó a tölcser szájnyílásába

4. táblázat. Anyagjegyzék a 61. ábra szerinti tölcser lapszabászatához. Két darab hangszóróhoz!

Jel	Szélesség [mm]	Hosszúság [mm]	Db
a	150	343	2
b	150	367	2
c	150	383	2
d	150	135	2
e	150	228	2
f	150	349	2
g	150	405	2
h	150	585	2
i	150	345	2
j	345	600	4

csatlakozik, a reflexüreg működése a hallgatóság szempontjából nem különíthető el a tölcserétől. Eredőben javított mélysugárzásra számíthatunk. A tölcser 100 Hz-es kisfrekvenciás frekvenciahatára terveztek, a reflexüreg hangolási frekvenciája pedig 55 Hz.

A tölcserűrgő anyagszükségletét a méretekkel a 4. táblázat mutatja. Az összeállítási munka kellemetlen és időrabló részét képezi az a, b, c, d és f jelű terelőlapok élének szögben történő megmunkálása, illesztése. A hangolósó PVC-lefolyócső hulladékból készíthető el.

Ha nem Fostex...

Noha az ajánlott Fostex hangszórók beszerzése ma már itthon is megoldott, az árak azonban olvasóink számára elriasztó lehet, nem is említve a közel tízszeres árszínvonalú Lowther típusokat. Felvetődik a kérdés, hogy akkor hogyan lehetne sokkal olcsóbban megúszni a tölcserépítést. Az itthon szintén beszerezhető Tangband W3-as sorozatú hangszórók között – elsősorban a kisebb méretű drájerok között – találunk olyan alkalmas szélessávú típusokat, amelyek kisebb árszínvonalúak, beszerezhetők és az első négy tölcserűrgőbe (23., 25., 28. és 30. ábra) beépíthetők. Célszerű az interneten tájékozódni a műszaki paraméterek iránt a www.tb-speaker.com honlapon, ahol a hangszórófotóra kattintva feltárlanak a műszaki paraméterek. A nagyobb tölcserékre javasolt Fostex hangszórók ára a minőséggel arányos.

Spirális tölcser

Amint arról már korábban említett tettünk, a tervezői fantázia az utóbbi néhány évben meglódult és a hagyományos, dobozféle szerkezetű összehajtogatott tölcserék mellett merőben új ötletek szerinti tölcserformák kerültek a köztudatba. A kiindulási pont a nehézkesen, jelentős famunkával elkészíthető, egyenes szakaszokból alkotott tölcserféle volt, amelynek egyenes szakaszait kívánták többen is leváltani úgy, hogy az eredeti görbe (például exponenciális) alkotójú tölcser sokkal nagyobb hűséggel reprodukálja. A nagyobb hűség az eredeti exponenciális görbe precíz, hű leképezését jelenti úgy, hogy az mégis elfogadhatóan kis méreteket eredményezzen. Ennek pedig az egyik legkézenfekvőbb módja a görbe által határolt tölcser síkban, de

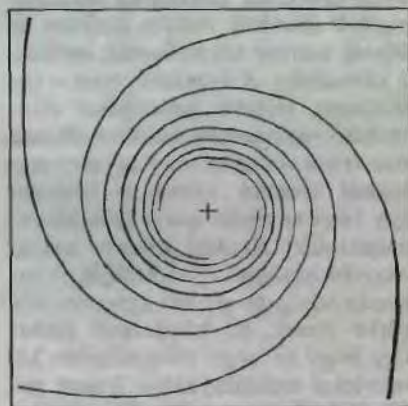


62. ábra

spirális alakban történő felcsavarása egy központi (képzelt) tengelyre.

Azonnal kézenfekvő volt a szimmetrikus konstrukcióra való törekvés, hiszen egy olyasféle konstrukció, mint az éticsiga háza, a valóságban nehezen kezelhető. Ha viszont a síkban két párhuzamos spirált két bekezdéssel indítunk, az indulási pontokat 180° -kal eltolva, akkor máris egy szimmetrikus, jól kezelhető konstrukció jön létre. Ha például veszünk egy négyzetes alakú síklapot (falemezt) és a középpontjában készített nyílásba építjük be a hangszórót, akkor ez még csupán egy síkhangfal. Ha viszont a hangszórótól indulva, négy vékony, görbithető falemezből készítünk egy négybekezdésű spirált, amelynek a szájnyílásai a lap szélein vannak, továbbá az egészet lefedjük egy második falappal, akkor elkészítettük a síkba kiterített spirális exponenciális tölcserét.

A geometriai viszonyokat jól szemlélteti a tervezést segítő előzetes kis-minta, amely egy alkalmas tengelyre felcsavart négy bronzrugó-lapból készült (62. ábra). Rögtön az is látható,



63. ábra

hogy a lapos spirál tölcserénél nem a síklapok kivágásával és oldaléleik meghatározott szögű legyalulásával lesz probléma, mint a hajtogatott tölcserénél, hanem a spirál tényleges elkészítése képezi az igazi gondot.

A famunka során két nehézség jelentkezik: a matematikailag megfelelő, exponenciálisan táguló spirál megrajzolása és ennek elkészítése valamely faanyagból. A spirál kicsinyített példányát rajzprogamban lehet gyorsan és kellő minőségben elkészíteni (pl. CorelDRAW 10...12). A legfeljebb A4, A3 méretben kiprintelhető spirált egy-két ívnyi csomagolópapíron 1:1 méretre fel kell nagyítani, ami kezűgyesség kérdése is (63. ábra). Ugyanezt az alakot realizálni fából már sokkal nehezebb. Ennek a módja a következő.

Először el kell készíteni a tervezett spirál fészekvájátát a két oldallapon, amelybe majd a spirál a ragasztás során befekszik. Ez úgy történhet, hogy a nagyított rajz segítségével fel kell rajzolni a spirált a hangsugárzó két oldallapjára úgy, hogy azok egymásnak tükörképei legyenek. A két oldallapon a spirál mentén kellő szélességű és mélységű (5–8 mm-es) vajatot kell készíteni. Éppen ezért az oldallapoknak eléggé vastag anyagból kell készülniük, pl. 21 mm-es rétegelt lemezből. A spirált magát is rétegelt elemezből alakíthatjuk ki, de sokkal vékonyabból. A fa spirálkarok hajlítása csak forróvízes vagy gőzölt állapotban lehetséges, ráhajlítva a spirált egy alkalmas hengeres tárgyra. A spirált valamivel szűkebbre kell hajlítani, mint a kívánt készméret, mert száradás után az anyag hajlamos valamelyest kiegyenesedni.

Kísérleteket kell végezni – nem túl merev – legfeljebb 5–7 mm vastag rétegelt lemezzel a gőzölés közben elérhető eredményre. Mivel a spirál egy olyan központi – képzelt – hengerhez csatlakozik, amelybe a hangszóró éppen befér, célszerű a rétegelt lemezt is egy ilyen hengerre a hajlítható állapotában felcsavarni. A henger célszerűen egy főzőedény (pl. alkalmas méretű fazék) lehet, amit a konyhából kunyerálunk el. A felcsavart lemezt felszáraz állapotában lehet levenni a formáról és kissé kiengedve, a teljes száradásig spárgával össze kell kötni.

A fokozatos száradás során fokozatosan lazítani kell a kötözésen. Ha ügyesek voltunk, a teljes száradás után a lemez eléggé jól meg fogja közelíteni a spirál alakzatot, amelyet úgy ellenőrizhetünk, hogy alkalmanként hozzá-



64. ábra

mérjük az oldalfalakra rajzolt, kivésett spirális fészekvájathoz.

Sok pepecselő munkával jár a spirálkarok berakása, beragasztása a vajatokba, továbbá az egyik oldalba már beragasztott spirálkarokra a másik lap ráragasztása. A lapok közé ragasztott spirálok igen szilárd és nagyon merev konstrukciót hoznak létre.

Ha csupán két spirált indítunk, a konstrukció valamivel egyszerűbb lesz. A 64. ábrán egy kísérleti modell látható, kétbekezdésű spirállal, míg a 65. ábrán négybekezdésű spirállal megépített tölcserugárzót láthatunk.



65. ábra

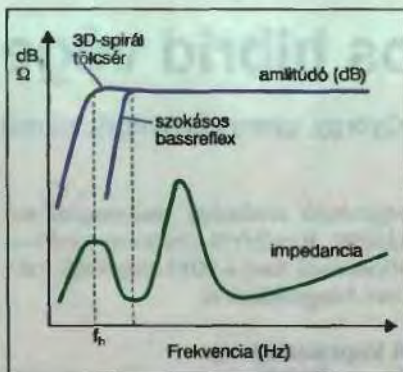


66. ábra

„3D Spirál Horn Speaker örület”

A spirál másik formája a helikális elrendezésű spirál, amikor is nem síklap mentén, hanem egy tengely hosszában alakítjuk ki ezt a különleges, dugóhúzó-szerű tölcserformát. A 3D-spirálnak nevezett formai kiképezés az utóbbi időben számos hívet szerzett magának, néhány nagyon figyelemre méltó tulajdonsága folytán. A nyomok Japánba vezetnek, egy Masaaki Takenaka nevű HIFI-megszállotthoz, aki számtalan dobozfűléseget megépített és azon bizonyító erejű méréseket végzett.

A 3D-spirálnak lényegében kétféle kiviteli formája létezik. Az egyik esetben egy hangszóró mögötti kis üreghez csatlakoztatva a tölcser, lényegében a hagyományos tölcserkonstrukció egy különleges válfaját képezi. Megépítéséhez rendszerint PVC-lefolyócső elemeket használnak (66. ábra). A másik esetben egy bassreflex-tölcser kombináció készül, amelynek a lényege az, hogy a 3D-spirál a doboz belsejében

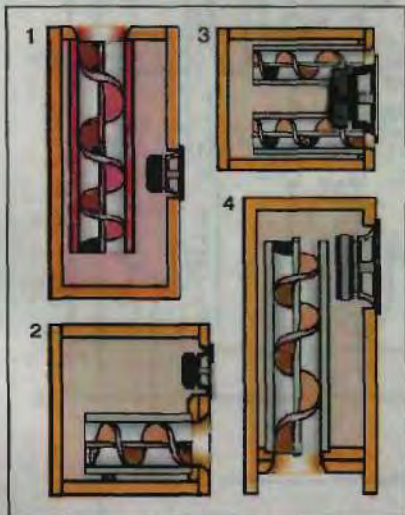


68. ábra

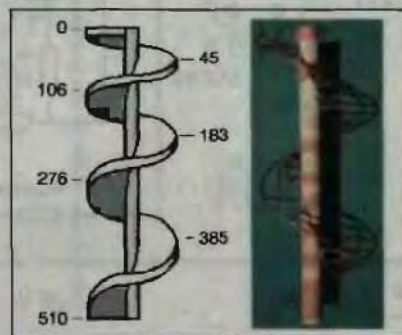
foglal helyet. Aszerint, hogy a spirál vízszintesen avagy függőlegesen helyezkedik el a doboz belsejében, horizontális, illetve vertikális modellről beszélünk (67. ábra). A reflexdoboz térfogatoméretezésénél a 3D-spirál beépítési térfogatát ki kell vonni a doboztérfogtból. Ezt a dobozt rátekintéssel alig lehet megkülönböztetni egy szokásos reflexdoboztól. A 3D-spirállal szerelt reflexdoboz frekvenciatartománya az eredeti működémódhoz képest mélyebb tartományok felé figyelemre méltó módon kiterjeszthető.

Mindkét kiviteli forma kifejezetten házilagos elkészítésen alapuló, eredeti, szenzációs amatőr konstrukciós ötleteket tartalmaz.

A spirálkonstrukció alapvetően a kapható PVC-lefolyócsővek méretválasztékából indul ki. A japán méretválaszték csekély mértékben tér el a hazaitól, illetve az eltérés mértéke a működést minimális mértékben befolyásolja. A szóba jöhető névleges méretek: Ø100, Ø125, Ø150, Ø200, Ø250, Ø300 mm.



67. ábra. 3D-spirál dobozok: 1. vertikális, felső nyílással; 2. horizontális; 3. horizontális, szub-basszus; 4. vertikális, alsó nyílással és lábakkal



69. ábra. Spirál készítése: fa rúdra a terv szerinti menetemelkedéssel forrasztott drótváz készítése, erre habszivacs-, parafa- stb. szalagból spirál ragasztása például tömítőpasztával, PVC-ragasztóval stb.

A spirál elkészítése a méretezéssel indul, amely néhány ökölszabály betartásával igen egyszerű (68. ábra). A reflexdoboznak eléggé nagyoknak kell lennie, ami lényegében azt jelenti, hogy a doboz rezonanciafrekvenciájának (f_h) mintegy a hangszóró nyílttéri rezonanciafrekvenciája (F_0) felének kell lennie. A spirál fordulatainak optimális értéke 1 és 2 között van. Jó eredményt nagy Q_{TS} értékű ($>0,4$).

A fenti tapasztalati szabályok szerint a doboz rezonanciafrekvenciája:

$$f_h = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{A_t}{V_n \cdot L}},$$

ahol: c = a hangsebesség (344 m/s)

A_t = a tölcserörök keresztmetszeti felülete (m^2)

V_n = a doboz belső nettó térfogata (m^3)

L = a spirál max. hossza (m)

A spirál max. hosszúsága:

$$L = n\pi \cdot D + \frac{L_t}{n+1},$$

ahol: n = a spirál fordulatainak száma

D = a cső belső átmérője

L_t = a cső hossza

A spirál kivitelezésére számtalan ötlet született. A legtöbbjük lényege az, hogy a néhány menetnyi spirált hajlékony anyagból, farúdon előre elkészített drótváz, bevert szegek stb. alapján kell elkészíteni. A rögzítés ragasztófelésekkel történhet (69. ábra). Akkor a átmérőjű spirált kell készíteni, ami a kiválasztott PVC-csőbe befér és oda beragasztható.

Az egyik legszemélyesebb megoldás a kettős szigetelésű MM-falvezeték felhasználása, amely könnyen hajlítható, ugyanakkor kellően merev is. Ebből lapjával kell egymás mellé a szükség szerinti számú vezetékharaszt felcsévelni a formára, majd PVC-ragasztóval összeragasztani. Hasonlóan jó megoldás kis, téglalap alakú falapok felhasználása, amelyekből a kellő mennyiséget feldarabolva és egyik végükön átfúrva, a furatok felhasználásával egy rúdon összeállítható a spirál.

A bármely módon elkészített spirált célszerű plasztikus tömítőanyaggal bevonni, átsimítani. A PVC-csőbe történő beragasztás során az esetleg megmaradó hézagokat is plasztikus tömítőpasztával kell eltüntetni, tömíteni.

70 W-os hibrid végerősítő

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

Az utóbbi időkben az interneten, külföldi szakmai folyóiratokban több olyan kapcsolást találtam, amelyek vegyesen alkalmaznak félvezetőket és elektroncsöveket. Van köztük olyan rajz is, amely szakmailag meglehetősen gyenge. Most csak a végerősítő-kapcsolásokat értékelem.

Teljesen hibás felfogás olyan végerősítőt készíteni, ahol az „elején”, a feszültség-erősítő fokozatban elektroncső, míg a teljesítményerősítőben bipoláris tranzisztor vagy teljesítmény-FET üzemel. A sokak által kedvelt „csöves hangzást” az elektroncsöves végerősítő hozza létre, függetlenül a feszültség-erősítő felépítésétől.

Az alábbiakban ismertetésre kerülő végerősítő hibrid felépítésű. Feszültség-erősítő és fázisfordító fokozatát tranzisztortal, míg a teljesítményerősítést elektroncsővel oldottam meg. A

végerősítő eredetileg basszusgitárhoz készült. Rendkívül alacsony torzítása alkalmassá teszi a HiFi-minőségű, otthoni hangosításra is.

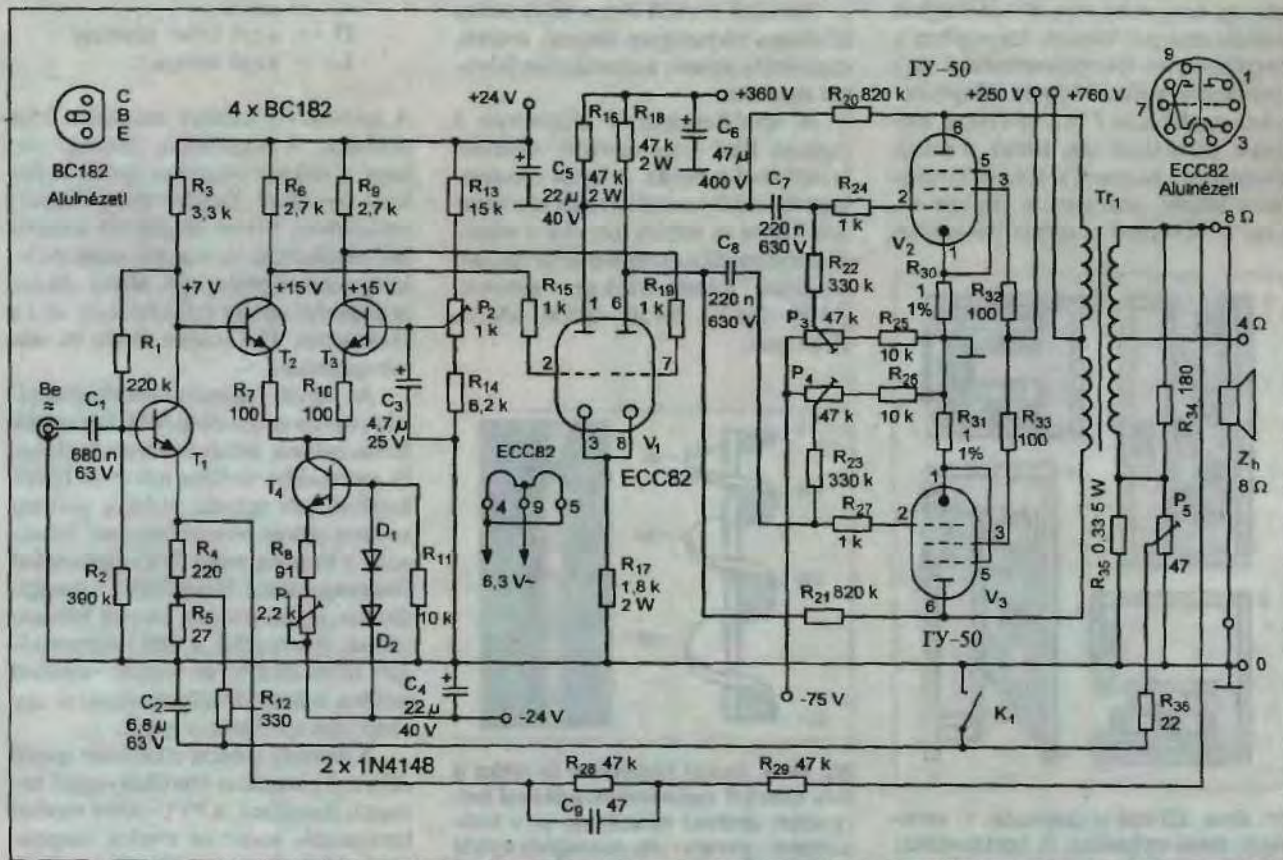
A kapcsolási rajz és a működés ismertetése

A végerősítő kapcsolási rajza, az 1. ábrán látható. Négy darab tranzisztort és három darab elektroncsövet tartalmaz csatornánként. Az erősítő műszaki adatai a következők:

- bemeneti érzékenység 160 mV ($P_{ki} = 70 \text{ W}$),
- bemeneti impedancia $>150 \text{ k}\Omega$,
- kimenőteljesítmény 70 W szinuszos ($f = 1 \text{ kHz}$, $k = 0,8\%$),
- névleges kimenőimpedancia 4Ω vagy 8Ω .

A hangfrekvenciás jel a C_1 kondenzátoron át a T_1 tranzisztor bázisára kerül. A T_1 tranzisztor munkapontját az R_1 - R_2 osztó állítja be. A tranzisztor kollektora és bázisa közé kapcsolódik be az R_1 ellenállás. Ez az ellenállás a tranzisztor egyenáramú munkapontján kívül a fokozat erősítését is meghatározza. Rajta keresztül ugyanis negatív feszültség-visszacsatolás jön létre. További munkapont-stabilizáló szerepe van az R_4 és R_5 emitterellenállásnak is. Ennek sarkain negatív áram-visszacsatolás jön létre. A többszöri visszacsatolással felépített áramkör azonnal üzemképes. A beépített tranzisztor áramerősítési tényezőjétől függetlenül, néhány tized volt eltéréssel beáll a kapcsolási rajzon megadott feszültség.

A T_1 kollektorához galvanikusan kapcsolódik a T_2 tranzisztor bázisa. A T_2 és a T_3 differenciálerősítő kapcsol-

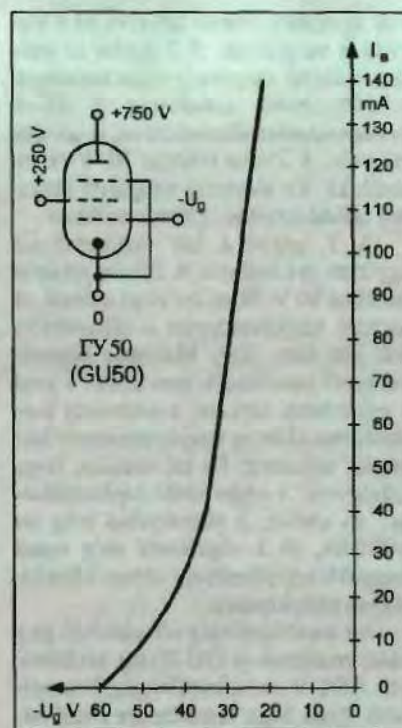


1. ábra. A végerősítő kapcsolási rajza

lásban üzemel. Ennek a kapcsolásnak számtalan előnye van. Mint tudjuk a szilíciumalapú bipoláris tranzisztorok feszültségdritte 2...3 mV/°C. Az erősítőben keletkező hő megváltoztatja a benne levő tranzisztorok munkapontját, így tehát a kivezérelhetőséget csökkenti. Differenciálerősítő alkalmazásával ez a hiba megszűnik, ugyanis a kimeneten a két tranzisztor driftjének különbsége jelenik meg. Amennyiben a T_2 és a T_3 tranzisztor párbá válogatjuk, a hibafeszültség tovább csökken.

A T_2 és a T_3 végzi a fázisfordítást. A T_2 tranzisztor lényegét tekintve egy földelt emitteres, míg a T_3 földelt bázisú áramkörnek tekinthető. A T_3 tranzisztor az emitterén keresztül vezéreljük. E tranzisztorok kollektorán azonos amplitúdójú, de ellenkező fázisú jel jön létre. Az amplitúdószimmetria az emitterellenállás nagyságától függ. Ezért „aktív” emitterellenállást, azaz egy áramgenerátort alkalmazunk. Az angolszász műszaki irodalom „long tailed” (hosszú farkú) kapcsolásként tartja számon ezt a felépítést. Az áramgenerátor T_4 tranzisztorának referenciafeszültségét a D_1 és a D_2 szilíciumdióda állítja elő. A diódák előfeszítését az R_{11} ellenállás végzi. Az áramgenerátor kimeneti árama a P_1 potenciométerrel szabályozható. A T_2 és a T_3 tranzisztorok emitterkörében található az R_7 és R_{10} ellenállás. Ezek sarkain áram-visszacsatolás jön létre. A negatív visszacsatolás csökkenti az erősítést, javítja a fokozat linearitását, termikus stabilitását. A differenciálerősítő szimmetrizálását a T_3 tranzisztor báziskörében levő P_2 potenciométerrel végezzük el. A félvezető egység szimmetrikus, ± 24 V-os tápfeszültségről működik.

A T_2 kollektoráról a jel galvanikus csatolással a V_1 trióda rácsára jut az R_{15} ellenálláson keresztül. Az R_{15} „stop” ellenállás az ún. vadrezgések kialakulását akadályozza meg. A kettőstrióda másik felének rácsa az R_{19} ellenálláson át kapcsolódik a T_3 kollektorához. Az átblokkolatlan közös katódelőállás (az R_{17}) tovább javítja az anódokon megjelenő hangfrekvenciás jel szimmetriáját. Az elektroncső feladata a to-



2. ábra. A GU-50 rácseleőfeszültség-anódáram karakterisztikája

vábbi feszültségerősítés. A feszültségerősítő 360 V-os tápfeszültségről üzemel. Az azonos amplitúdójú, ellenfázisú jel a C_7 és a C_8 csatolókonduktoron keresztül jut a V_2 , illetve a V_3 végcsövek rácsára. A két végerősítő cső ellenütemű (push-pull) kapcsolásban üzemel, AB-osztályú beállításban, állandó (fix) rácseleőfeszültséggel. A negatív rácseleőfeszültséget csővenként lehet állítani, a P_3 , ill. a P_4 potenciométerrel. A végerősítő csövek vezérlő rácsaival soros R_{24} és R_{27} a nagyfrekvenciás gerjedés létrejöttét akadályozzák meg. Hasonló célt szolgál a segéd-rácsok körében levő R_{32} és R_{33} soros ellenállás is. A katódkörökben levő R_{30} és R_{31} ellenállások sarkain mérhetjük a végcsöveken átfolyó áramot. Ez az áram az anód- és a segéd-rácsáramból tevődik össze.

A végcsövek típusa GY 50 (GU-50). Orosz (szovjet) gyártmány. Katonai célra készült, robusztus felépí-

tésű, megbízható típus. Hátránya a speciális foglalat igénye, de a szerkesztőségi HAM-bazárban megvásárolható az elektroncső és a foglalat is, kedvező áron. Az elektroncső lényeges adatai a következők:

- fűtőfeszültség 12,6 V,
- fűtőáram 0,6...0,85 A,
- meredekség 3...5 mA/V,
- anóddisszipáció max. 40 W,
- anódfeszültség max. 1000 V,
- segéd-rácsfeszültség max. 250 V,
- katód-fűtőszál közötti feszültség max. 200 V.

Felvettem a GU-50 rácseleőfeszültség-anódáram karakterisztikáját, amely a 2. ábrán látható. A mérést 750 V-os anód- és 250 V-os segéd-rácsfeszültség mellett végeztem 10 darab elektroncsőben. Az általam mért példányokból könnyen alakítottam ki párokat. Az elektroncsövek kis szórással azonos karakterisztikát produkáltak. (Feltehetőleg válogatott példányok, mivel katonai eszközökben alkalmazták ezeket.) Az ábrát szemlélve feltűnik a viszonylag hosszú lineáris szakasz. (Az ilyen jellegű elektroncsövekkel lehet alacsony torzítású végerősítőket építeni. Ilyen például az EL34, amellyel egy következő cikkben foglalkozom.) A nyugalmi anódáramot 25 mA-ra állítottam be, amely teljes kivezérlésnél 77 mA-re megy fel. Ennél a munkapontnál alacsony teljesítménynél (0,5...1 W) valamelyest nagyobb a torzítás, ez azonban nem jelentős. Ez a beállítás a B.Z. (beszéd-zene) néven található a műszaki irodalomban. Ez is az AB-osztályban van, de nyugalmi árama alacsony. Alacsony (1 W) teljesítménynél a torzítás alig emelkedik, viszont a végcsövek disszipációja jelentősen csökken.

A végcsövek 250 V-os segéd-rács- és 760 V-os anódfeszültséggel üzemelnek. A nyugalmi segéd-rácsáram 0,5 mA, amely teljes kivezérlésnél 5 mA-re megy fel csővenként. A végerősítő két negatív visszacsatolást tartalmaz. Az első, a végerősítő csövek anódjáról a „meghajtó” csövek anódjaiba történő

((beyma)) REFLEX SOUND SYSTEM

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

GELESTION ECLER

Hangrendszerek tervezése kivitelezése | Hangszórók, hangszugárzók

Erősítők, processzorok | 100 V-os rendszerek

Külső hangszugárzók | Hangosítás

Elektroakusztikai eszközök javítása

MINDEN AMI HANG

Beyma pro mélynyomók:
Neodymium mágnessel is
- Két év garanciával

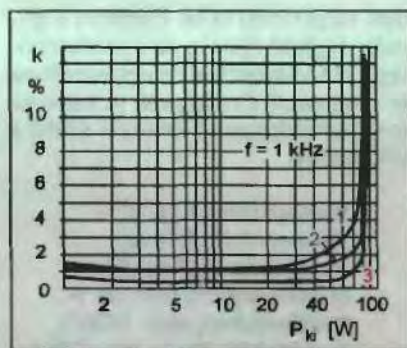
2000 W / 18"

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



3. ábra. Torzítás 1 kHz-es frekvencián különböző negatív visszacsatolásoknál

visszacsatolás az R_{20} és az R_{21} ellenálláson keresztül. Ennek nagysága 2 dB. A következő negatív visszacsatolásban a kimenőtranszformátor is benne van. A Tr_1 szekunder tekercséről a R_{28} és a C_9 , valamint a velük soros R_{29} ellenállással negatív visszacsatolást valósítunk meg. Ennek nagysága 13,2 dB.

Az 1960-as években ismertett (csöves) erősítők némelyike 20...30 dB-es visszacsatolással működött. Azóta kiderült, hogy az ily' módon visszafogott torzítás még nem jelent jó minőségű hangerősítőt. A túlzott negatív visszacsatolás miatt a hirtelen, nagy amplitúdójú (fortisszimó) jeleknél a legtöbb erősítő lefullad.

A szerintem is helyes koncepció a következő. Olyan erősítőt kell tervezni, készíteni, amely negatív visszacsatolás nélkül is megfelel az elvárásainknak. Ezután a negatív visszacsatolás (mértékkel) tovább csökkenti a torzítást. Lehetőleg többféle negatív visszacsatolást alkalmazzunk. Ezek együttes hatása lényegesen jobb, mintha csupán egyfelét alkalmazzuk.

A 3. ábrán az erősítő jelalak- (harmonikus-) torzítása látható 1 kHz-es frekvencián:

1. negatív visszacsatolás nélkül,
2. anódok közötti negatív visszacsatolással,
3. anódok közötti negatív visszacsatolás + a szekunder tekercsről ellen- csatolással.

Az 1. görbe a legnagyobb torzításra utal. A kapcsolást dicséri, hogy a 2%-os torzítást 40 W kimenőteljesítménynél éri el az erősítő. Ezt a jó eredményt tisztán elektroncsövekkel nehéz elérni. A B.Z. (beszéd, zene) beállítás kis teljesítménynél növeli a torzítást, amely 2,5 W után lecsökken. A végcsö-

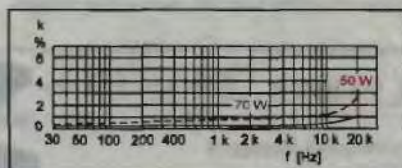
vek nyugalmi áramát növelve ez a torzítás is megszűnik. A 2. görbe az anódok közötti negatív visszacsatolással készült. Noha mindössze 2 dB-es visszacsatolást alkalmaztam, a javulás jelentős. A 2%-os torzítás 70 W-ra tolódik ki. Az alacsony nyugalmi áramból adódó torzítás is felére csökken.

A 3. görbe a két visszacsatolás együttes eredménye. A 2%-os jelalaktorzítást 80 W felett éri el az erősítő. A torzítás tulajdonképpen a túlvezérlésből jön létre. Egy bizonyos teljesítménynél oszcilloszkópon nézve a jelet a műterhelés sarkain, a szinuszos hullámforma alján és tetején szimmetrikus vágást láthatunk. Ez azt mutatja, hogy „elfogyott” a végerősítő tápfeszültsége. Az előfok, a fázisfordító még jól működik, de a végesővek még ennél nagyobb teljesítményre ebben a beállításban nem képesek.

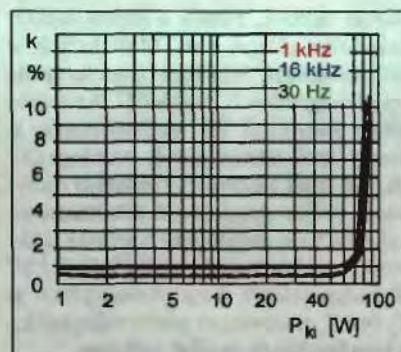
Az anódfeszültség növelésével ez a határ emelhető. A GU-50 tip. elektroncső 1000 V anódfeszültségig használható. Ilyen nagy feszültségre mind hálózati, mind kimenőtranszformátort készíteni komoly feladat. Számításaim szerint ebben a beállításban kb. 100 W szinuszos teljesítmény vehető le.

Megmértem a végerősítő frekvenciamenetét 50 W kimenőteljesítménynél. Alacsony frekvencián 30 Hz-nél nem volt szintesítés (ez szinte hihetetlen). Ez abból adódik, hogy a végerősítő nagy része DC-csatolt, csak a végerősítő csövek rácsainál találunk (C_7 és C_8) csatoló-kondenzátort. Ennek a konstrukciónak másik előnye, hogy csökken a fázistorzítás is.

A jó mélyhangátvitel másik tényezője a kimenőtranszformátor. Az erősítőt eredetileg zenekari célra, basszusgitárhoz terveztem. A nagy méretű transzformátorvasmag, valamint a primer indukció helyes megválasztásának eredménye a kiváló mélyhangátvitel. Feltétlenül szabtam a jó minőségű magashangátvitelt is. Sajnos a GU-50 optimális illesztőellenállása ebben a tartományban anódtól anódig 10...12 kΩ. A gyakorlatban ez igen nagy menetszá-



4. ábra. Torzítás a frekvencia függvényében 50 és 70 W kimenőteljesítménynél



5. ábra. Torzítás különböző frekvenciákon a teljesítmény függvényében

mot jelent. A nagy menetszám növeli szórt kapacitást s a szórt indukciót, ezek együttesen a magashangátvitelt rontják; a megoldás az osztott tekercselés.

A jelen konstrukcióban a primer tekercset anódtól anódig nyolc egyenlő részre osztottam. A szekunder tekercs öt egyenlő részből áll, amelyeket párhuzamosan csatlakoztattam.

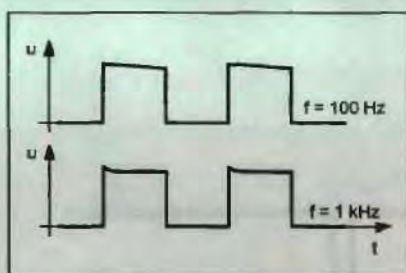
A 4. ábra szemlélteti az erősítő torzítását a frekvencia függvényében, 50 és 70 W kimenőteljesítménynél.

Visszatérve a végerősítő 50 W-nál mért frekvenciamenetéhez a -3 dB-es szintesítés 60 kHz után jön létre. Itt jegyzem meg, hogy 30 kHz-es frekvenciáig szabályos szinuszelet láthatunk az oszcilloszkóp képernyőjén. A frekvencia emelkedésével az amplitúdó marad, de a szinuszos hullámforma egyre jobban egyenesedik, háromszögformát vesz fel.

Természetesen, ha kisebb kimenőteljesítménynél végezzük el ezt a mérést, lényegesen jobb eredményt kapunk.

Megmértem a végerősítő jelalaktorzítását az alsó (30 Hz) és felső (16 kHz) frekvencián is, a teljesítmény függvényében. A görbék az 5. ábrán láthatók. A torzítás a magas hangoknál emelkedik. A 2%-os jelalaktorzítás a 16 kHz-es frekvencián 72 W kimenőteljesítménynél mérhetjük.

A hangerősítők mérésének kritikus része az intermodulációs torzítás. A mérés során két különböző frekvenciájú és amplitúdójú jelet adnak a végerősítő bemenetére. Az alaphangokat kiszűrjük, majd mérjük a létrejövő kombinációs hangok összességét. Ez az intermodulációs torzítás. Tulajdonképpen ez minősít igazából egy hangerősítőt. A jelalak- (harmonikus-) torzítás-mérés lé-



6. ábra. 100 Hz-es és 1 kHz-es négyszögjeles mérés képe

nyege, hogy beadunk egy frekvenciát, melyet a torzítás mérő műszer kiszűr, és mérjük a létrejövő kombinációs hangok összességét. Valójában, minden zenei anyag különböző frekvenciájú és amplitúdójú hangokból áll.

Az alacsony jelalak- (harmonikus-) torzítás még nem jelent alacsony intermodulációs torzítást is. Az intermodulációs torzítás mérése házi eszközökkel lehetetlen. A négyszögjeles vizsgálat (amelyet már többször leírtam) tájékoztatást nyújt az erősítő átviteli tulajdonságairól. A végerősítőt 100 Hz-es és 1 kHz-es négyszögjellel vizsgáltam. A 100 Hz-es jel a mélyhangátvitelre adott információt. A tetőesés mindössze 8%, ami igen jó érték. Ez az erősítő felépítéséből adódik, végül is AC (kondenzátoros) csatlós csak a bemeneten, illetve a végerősítő csövek rácsainál van. Az 1 kHz-es négyszögjel az oszcilloszkóp képernyőjén alakhú. A felfutásnál látható némi túllövés, ami azt jelenti, a transzformátor rezonanciája 10 kHz felett némi kiemelést okoz. A két negatív visszacsatolás ezt hatásosan csillapítja, amit igazol az erősítő frekvenciamenete.

A négyszögjeles mérés képét a 6. ábra tartalmazza, amelyet 80 mV bemenőfeszültségnél mérünk.

A végerősítő érdekessége, hogy tartalmaz egy pozitív áram-visszacsatolást a kimenő-transzformátort szekunder tekercséről. A K_1 kapcsoló nyitásával működésbe lép a pozitív áram-visszacsatolás.

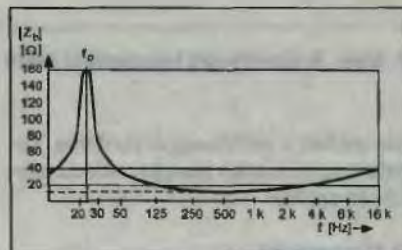
Alacsony frekvencián (a rezonanciafrekvencián) a hangszóró önálló életet él. A különböző mechanikai tényezők (a membrán és a pille rugalmassági tényezője, a lengőtekercs tömege stb.) meghatározzák egy rezonanciafrekvenciát. A 7. ábrán a Goodmans cég által gyártott 15 Ω -os hangszóró impedanciamenete látható a frekvencia függvényében. A rezonanciafrekvenciát az alábbi módon tehetjük hallhatóvá.

A hangszórót hátulról a mágnesnél tenyérrel megütjük, a hallható hang a rezonanciafrekvencián keletkezik. (Ezt a trükköt az 1960-as években mutatta egy hangszórójavítással foglalkozó kolléga.) Amennyiben zárt dobozba építjük be a hangszórót, minél kisebb a doboz űrtartalma, annál jobban emelkedik a rezonanciafrekvencia.

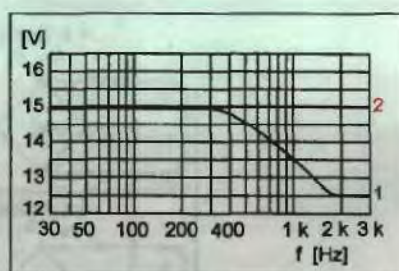
A reflexdobozzal más a helyzet. A reflexnyílásban levő toldattal lehet hangolni a dobozt, tehát a mélyhangátvitel alsó frekvenciáját kiterjeszti. A reflexdoboz hibája, hogy a mélyhang „nyúlik”. Vegyünk egy példát. A zenei anyagban egy hirtelen mélyhangot tartalmazó rész van (pl. dob stb.). A reflexdoboz miatt ez az impulzusszerű hang tovább szór, „nyúlik” a hangszóró rezonanciája, valamint a doboz kiemelése miatt. Ezen úgy segíthetünk, ha olyan erősítőt készítünk, amelynek belső ohmos ellenállása megegyezik a hangszóró ellenállásával, de ellenkező előjelű. Természetesen ez az ellenállás nem tévesztendő össze a kimenő-transzformátor szekunder tekercsének impedanciájával. Az ellenkező előjelű erősítő ellenállás „nullaohmot” produkál, leterheli a hangszórót, csillapítja a doboz és a hangszóró rezonanciájából adódó káros kiemeléseket.

Az érthetőség kedvéért egy példával illusztrálom.

A Deprez-műszer mutatója nyitott kapcsok esetén könnyen elmozdul lengtetés hatására. Zárjuk rövidre a műszer kivezetéseit. A műszer mutatója alig mozdul el bármilyen behatásra. A dinamikus hangszórónál ugyanez a helyzet. Ha a hangszórót nagy belsőellenállású generátorról tápláljuk, akkor nincs ami „megfogja” a lengőtekercset rezonancia környékén. Amennyiben a generátor belsőellenállása nullaohmos, a káros rezonanciák gyakorlatilag megszűnnek (lényegében a csillapítási tényező növekszik meg ebben a kapcsolásban).



7. ábra. A 15 Ω -os hangszóró impedanciamenete a frekvencia függvényében

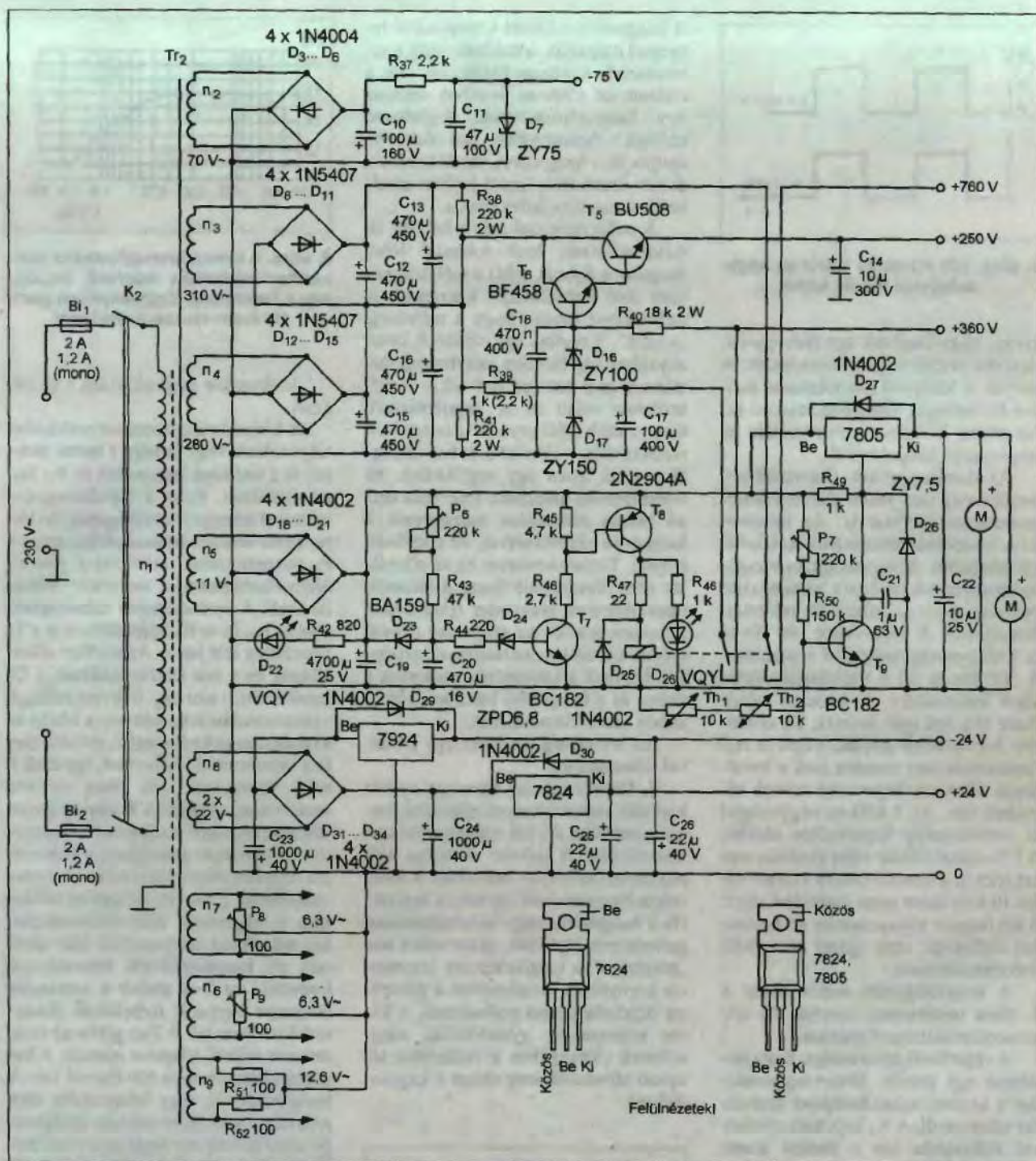


8. ábra. A kimenőtranszformátor szekunder tekercsén mérhető feszültség a frekvencia függvényében pozitív áram-visszacsatolásnál

Az áramkör megvalósítása a következő.

A kimenőtranszformátor szekunder tekercsének vége (amely a testre menne) és a test közé kapcsoljuk az R_{36} huzalellenállást. Ezen a kimenőteljesítménnyel arányos feszültségesés jön létre. Ezzel az ellenállással párhuzamos a P_5 potenciométer, amellyel a pozitív áram-visszacsatolás mértékét szabályozzuk. A potenciométer csúszkájáról a jel az R_{36} és az R_{12} ellenálláson át a T_1 tranzisztor felé jut el. Az említett ellenállások és a test között található a C_2 kondenzátor, ami egy frekvenciafüggő visszacsatolást eredményez: a közép és a magas hangoknál söntöli, rövidre zárja a visszacsatoló-hálózatot, így csak a mély hangoknál jön létre pozitív áram-visszacsatolás. A 8. ábra a kimenőtranszformátor szekunder tekercsének feszültségét szemlélteti a frekvencia függvényében pozitív áram-visszacsatolásnál. Ez a visszacsatolás módosítja a végerősítő frekvenciamenétét, kis mértékben mélyemelés hoz létre, ami pl. basszusgitárnál kimondottan kedvező. Az 1-es görbét a szekunder tekercsre kapcsolt terhelésnél (hangszóró) vettem fel. A 2-es görbe az üres, terhelés nélküli állapotot mutatja. A két görbe metszéspontja 300 Hz-nél van. A hangszórót rá- vagy lekapcsolva nem változik a szekunder tekercs feszültsége, ennél a frekvenciánál az erősítő belsőellenállása egyezik a hangszóró valódi ellenállásával, de ellenkező előjelű. Ilyenkor beszélünk „nullaohmos” beállításról. A P_5 potenciométer csúszkáját felfelé csavarva növeljük a pozitív visszacsatolás mértékét. Ekkor, ha a hangszórót (terhelést) lekapcsoljuk, a szekunder tekercs feszültsége csökken. Ezt a beállítást nem ajánlom...

Megmértem a jelalak- (harmonikus-) torzítást 30 Hz-en pozitív visszacsatolásnál. A torzítás egy-két tized



9. ábra. A tápegység kapcsolási rajza

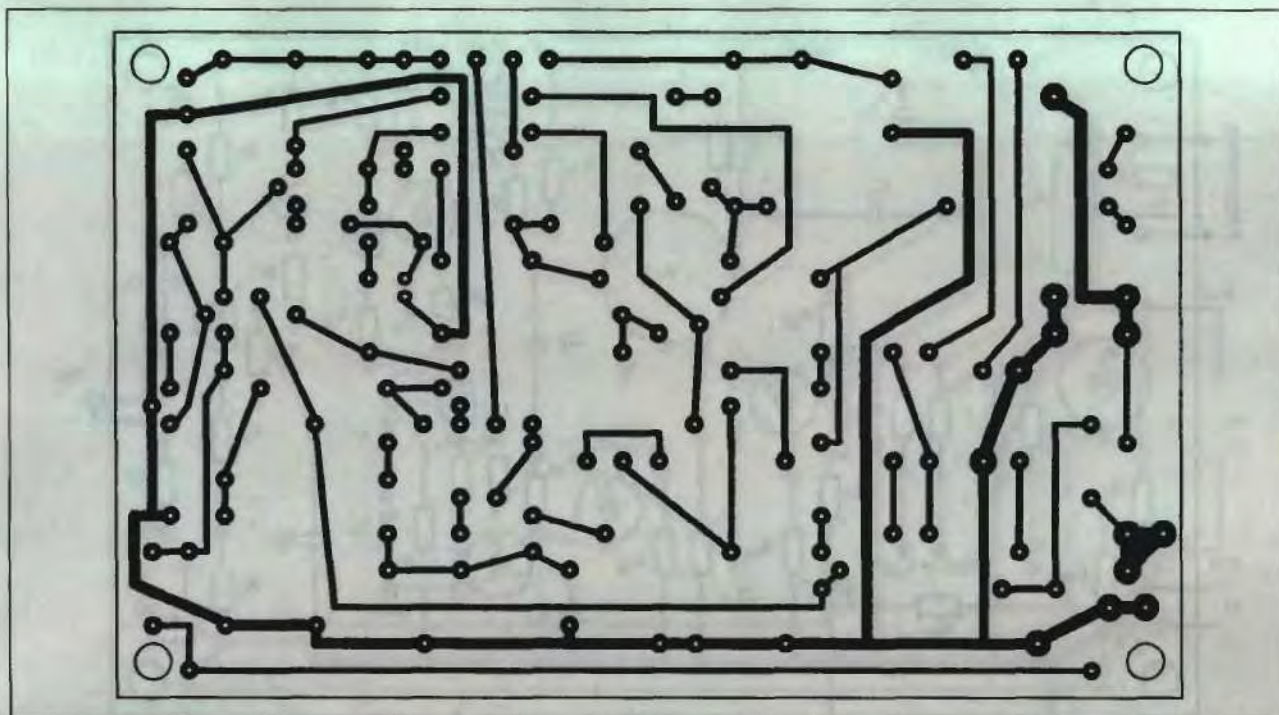
százalékkal emelkedett, tehát gyakorlatilag nem változott. Az 1960-as évek közepén épített 2x6 W-os sztereóerősítőmben (2xEL84 triódának kapcsolva) alkalmaztam ezt a visszacsatolást. A Goodmans-hangszórókkal megépített sarokhangfalak felejthetetlen hangzást adtak. A jellegzetes csöves hang-

zás mellett a mélyhangok élethűen, keményen, az eredeti hangképnek megfelelően szóltak.

A tápegység

Kapcsolási rajzát a 9. ábra tartalmazza. A hálózati feszültség a K₂ kapcsolón,

valamint a Bi₁ és a Bi₂ lomha kioldadási olvadóbiztosítón keresztül a Tr₂ transzformátor n₁ tekercsére jut. Az n₂ tekercsen ébredő váltófeszültséget a D₃...D₆ diódahíd egyenirányítja. A pulzáló egyenfeszültség simítását a C₁₀ elektrolitkondenzátor végzi. Az egyenfeszültséget a D₇ Z-dióda stabilizálja.



10. ábra. A végerősítő nyomtatott áramkör rajza

Ez azért szükséges, mert a hálózati feszültség ingadozásai megjelennek az n_2 tekercs sarkain. A negatív rácselőfeszültség változása a nyugalmi anódáram változásához vezet. A precíz megoldás az előfeszültség stabilizálása.

Az elektroncsövek részére az anód-feszültséget az n_3 , $D_8...D_{11}$, valamint az n_4 tekercs és a $D_{12}...D_{15}$ diódák állítják elő. Az egyenfeszültségek sorba kapcsolódnak, így jön létre a 760 V-os anód-feszültség.

A V_1 feszültség-erősítő trióda tápfeszültsége 360 V. Ezt az egyenfeszültséget az n_4 tekercs és a hozzá kapcsolódó $D_{12}...D_{15}$ diódák, valamint a C_{15} és C_{16} elektrolitkondenzátorok állítják elő. Az R_{39} ellenállás és a C_{17} elektrolitkondenzátor további szűrést végez, csökkenti az egyenfeszültség hullámosságát.

A végcsövek G_2 (segéd-*rács*) feszültsége 250 V, amelyet a T_5 és a T_6 , Darlington-kapcsolású emitterkövetős stabilizátorral hozunk létre. A kimenő-

feszültséget a D_{16} és D_{17} feszültsége állítja be, ebből persze levonódik a T_5 és a T_6 tranzisztor bázis-emitter feszültsége. Értéke elhanyagolható, mindössze 1,2 V. A T_6 bázisáramát az R_{40} ellenállás hozza létre. Az ellenállás a kapcsolt pontról táplálkozik, így addig nincs segéd-*rács*-feszültség, amíg a „J” jelfogó meg nem húz.

Az R_{38} és az R_{41} tápegység kikapcsolása után az elektrolitkondenzátorokban tárolt töltést kísüti, megakadályozva ezzel egy esetleges áramütést. Itt hívom fel a figyelmet az óvrendszabályok betartására. A 360 és 760 V-os tápfeszültség nagy áramot képes leadni. Amennyiben ez a feszültség a testünkön keresztül záródik, akár halálos balesetet is okozhat!

Az n_5 -ös tekercs a $D_{18}...D_{21}$ diódákkal és a C_{19} elektrolitkondenzátorral kb. 14 V egyenfeszültséget állít elő. A tápegység bekapcsolásának tényét a D_{22} LED fénye jelzi, e dióda áramát az R_{42} ellenállás állítja be kb. 15 mA-ra.

Az elektroncsöves fokozat tápfeszültségét 30...40 s késleltetéssel kapcsoljuk be. Az R_{43} ellenálláson és P_6 potencióméteren keresztüli töltjük fel a C_{20} elektrolitkondenzátort. Amikor feszültsége eléri a $U_Z + U_{EB}$ (6,8 V + 0,6 V) feszültséget, az R_{44} ellenálláson át áram folyik a T_7 bázisába. A tranzisztor kinyit, kollektorárama az R_{46} ellenálláson keresztül a T_8 bázisába folyik. A T_8 tranzisztor kollektorárama meghúzza a „J” jelfogót, az R_{48} ellenálláson át kigyújtja a D_{26} LED-et, amely a tápfeszültség megjelenését jelzi. Az R_{47} ellenállás a jelfogó tekercsének feszültségét állítja be 12 V-ra. A D_{25} jelű dióda a jelfogó kikapcsolásakor létrejövő induktív feszültségugrástól védi meg a T_8 tranzisztort. A T_7 és a T_8 egy komplementer kapcsolót képez. Nyugalmi helyzetben mindkét tranzisztor zárva, míg aktív állapotban mindkettő nyitva van.

Erről a tápfeszültségről működik a ventilátort szabályozó áramkör. Az

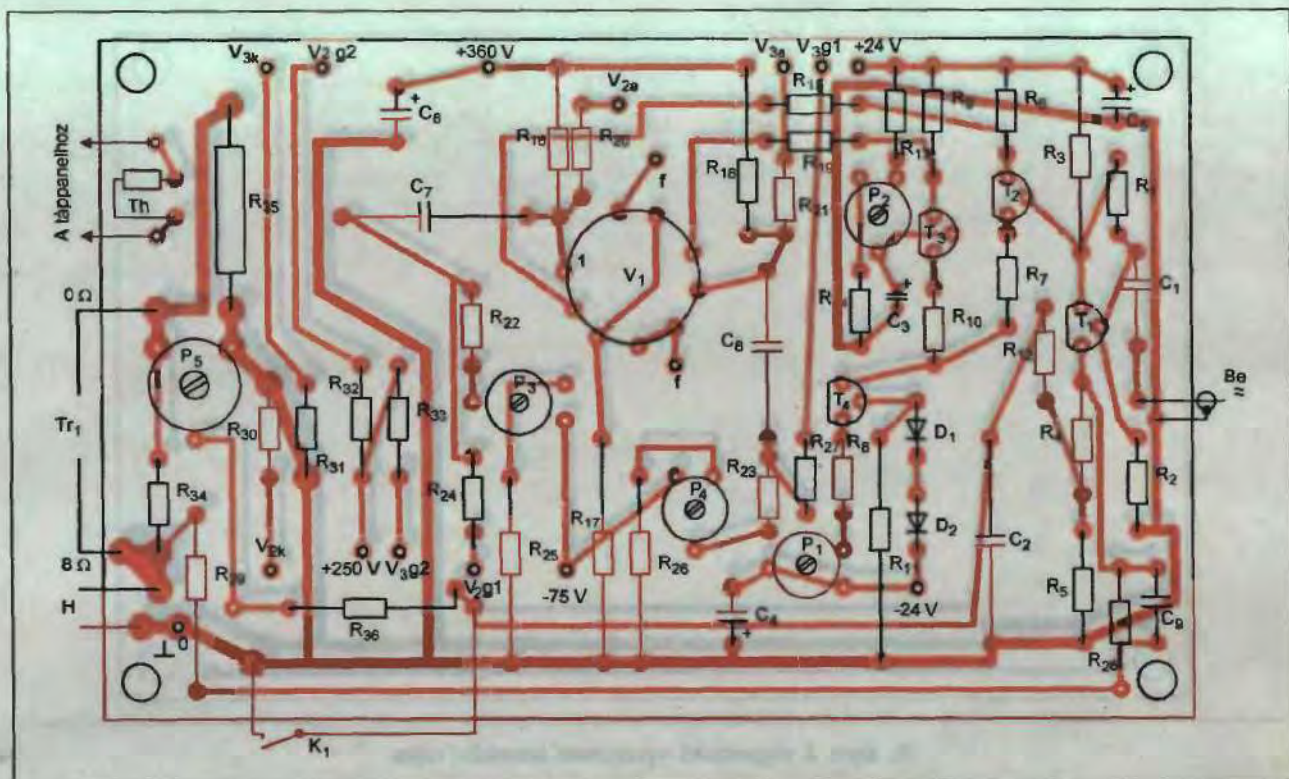


ALFANUMERIKUS ÉS GRAFIKUS KIJELEZŐK

LCD kijelzők, PLED, - OLED kijelzők, vacuumfluorescent kijelzők, mérőműszerek...

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





11. ábra. A végerősítő alkatrész-beültetési rajza

elektroncsövek tekintélyes hőt termelnek. A kapcsolási rajz tranzisztoronként tartalmaz hőkompenzációt, de a DC-csatolás miatt szükségesnek találtam a ventilátoros hűtés beépítését. Az ilyen kapcsolásoknál az erősítés függvényében a hőmérsékletváltozás a munkaponti feszültség eltolódását eredményezheti. Ez csökkenti a maximális kivezérlest, növeli a torzítást.

A ventilátorok üzemi feszültségét a 7805-ös stabilizátor-IC adja. Amikor ennek a talp (közös) pontja a testen van, a kimenőfeszültség 5 V. Amennyivel emeljük a talp feszültségét, annnyival emelkedik az IC kimenőfeszültsége.

A talppont és a test között található T_9 tranzisztor, a bázisában egy hőfüggő osztóval. A felső részben az R_{30} ellenállás és a P_7 potenciométer, az alsó tagban a Th_1 és a Th_2 termisztor. Alaphelyzetben a T_9 tranzisztor nyitva van. Ekkor a 7805-ös stabilizátor kimeneti feszültsége $5V + U_{CEsat}$, azaz kb. 5,4 V. Ahogy emelkedik a hőmérséklet, úgy csökken a termisztorok ellenállása. A T_9 tranzisztor bázisárama csökken, kollektorfeszültsége emelkedik. Az 5 V-os stabilizátor kimenőfeszültsége is ennyivel emelkedik. A ventilátorok fordulatszáma növekszik, a hűtés intenzívebb lesz. A D_{28} jelű, 7,5 V-os

Z-dióda a kimenőfeszültséget határolja 12,5 V-nál.

Az n_6 középleágazású tekercs a $D_{31}...D_{34}$ Graetz-hídhoz kapcsolódik. A középleágazáshoz képest (amely a testpont) pozitív és negatív feszültség jön létre, amelyet a C_{24} , illetve a C_{23} elektrolitkondenzátor simít. A kimeneten a 7824 pozitív és a 7924 negatív feszültséget stabilizáló integrált áramkör található, a szokásos kapcsolásban. Az n_7 és az n_8 tekercs a V_{1A} és a V_{1B} (sztereoe erősítő) fűtőfeszültségét szolgáltatja. A P_8 és a P_9 potenciométerrel a mini-

mális zajt (tehát a leghalkabb 50 Hz-es brummot) lehet beállítani. Ez rossz minőségű csövek esetén leginkább a katód és a fűtőszál közötti elégtelen szigetelési ellenállásból adódik. A GU-50 csövek névleges fűtőfeszültsége 12,6 V. Ezek fűtőfeszültségét az n_9 tekercs szolgáltatja. A csövek g_1 vezérlőrácsára kis kimenőtéljesítménnyel is több voltos hangfrekvenciás feszültséget adunk be. A katód és a fűtőszál közötti átvezetésből adódó brumm itt már nagyságrendileg elhanyagolható. Elmarad a kompenzáló potenciométer, helyette az R_{51} és az R_{52} ellenállásból álló szimmetrikus osztó található, amelynek közepe a testre csatlakozik.

A készülék megépítése

A munkát az alkatrészek beszerzésével kezdjük. Jónéhány alkatrész a Rádiótechnika HAM-bazárjában megvásárolható. A kapcsolásban levő ellenállások 0,6 W-osak. Természetesen minden más megbízható típus megfelel. A mintapéldányt 0,5 W-os REMIX R510, valamint az orosz MLT tip. ellenállásokból építettem fel. Ezek fémréteg ellenállások, igen jó minőségűek. A 0,6 W-os ellenállásnál nagyobb teljesítményűeket a kapcsolási rajzon jelöl-



12. ábra. A GU-50 lábkiosztása: 1 - katód, 2 - vezérlőrács, 3 - segédrács, 4 és 8 - fűtés, 5 - fékezőrács, 6 - anód, 7 - árnyékolás



13. ábra. A végerősítő fotója

tem. A kondenzátorok üzemi feszültsége a kapcsolási rajzon megtalálható.

A végerősítő nyomtatási rajza a 10. ábrán, míg alkatrész-beültetési rajza a 11. ábrán látható. Az alap (hordozó) lap 3 mm vastag fredál (aluötvözet) lemez. Erre csavaroztam fel a GU-50-es végsőcsövek foglalatait. Ezek lábainak elrendezése s azok sorszámozása a 12. ábra alapján követhető. Az

1. táblázat. Vasmag: SM102b hiper-szil szalagmag

Tekercs	Jele	Menet-szám	Huzal
Primer	n6	390	0,33 mm Mz
	n7		
	n8		
	n9		
	n10		
	n11		
	n12		
Szekunder	n1	60*; 90	0,6 mm Mz
	n2		
	n3		
	n4		
	n5		

Soronként 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. A primer és a szekunder tekercsek között három sor 0,1 mm-es prespánszigetelés szükséges. * leágazás

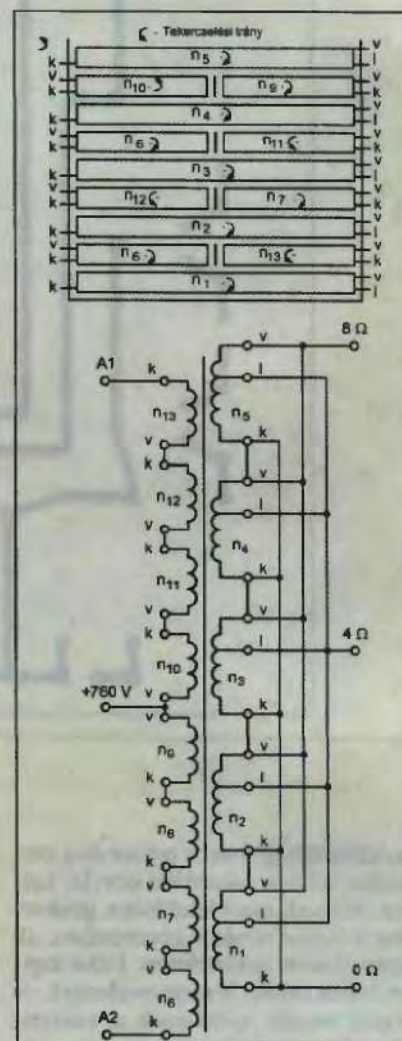
elektroncső üvegburáján a „kidudorodás” az 1. lábat jelzi. (A gyárilag felcsavarozott árnyékolólemez helyzete is támpontot nyújthat.) A megszerelt nyomtatott áramkört lapot a sarkain négy darab M3-as csavarral rögzítettem a hordozólaphoz. A hordozólapon a nyák-lapnál kisebb kivágásba csavaroztuk a panelt. A hordozólap és a panel között 10 mm-es távtartót használunk. A lap tehát ennyivel van lejjebb a hordozólap szintjénél.

A végsőcsövek jelentős hő termelnek. A speciális foglalat révén ez a hő átadódik a hordozólaphoz. A nyomtatott áramkört lap távtartós szerelésével minimális felületen érintkezik a hordozó lappal, így csekély a hőátadás. A 10 mm-es távolság hatékony hűtést eredményez a ventilátorok részéről. Ezt a felépítést szemlélteti a 13. ábra, amely a mintapéldányról készült. Ezen nem szerepel a kimenő-transzformátor, amit a két végső mögött célszerű felszerelni. A csövek és a transzformátor között hagyjunk 50...60 mm távolságot, hogy ventilátor által mozgatott levegő szabadon áramolhasson!

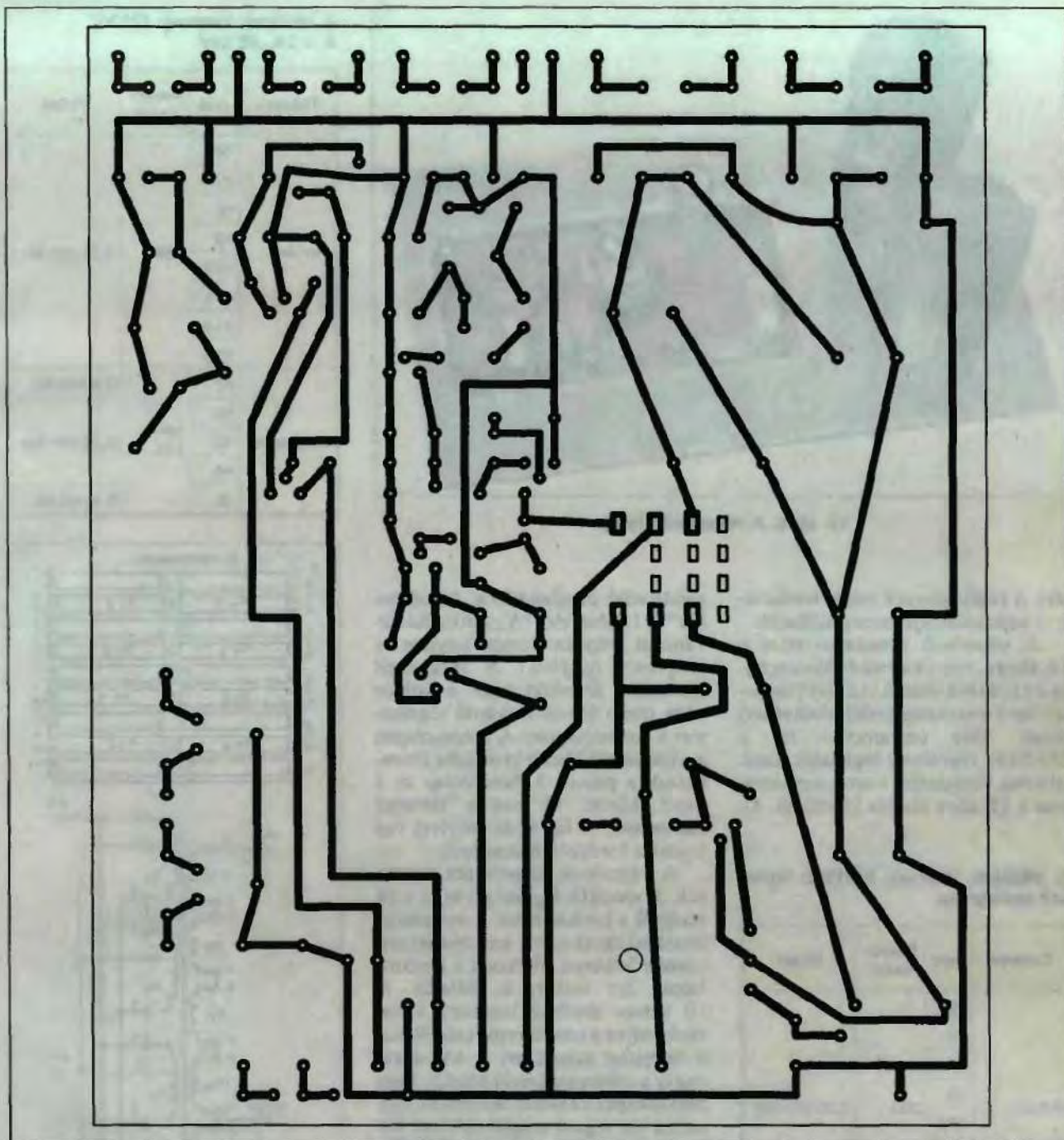
A végerősítő kritikus része a kimenőtranszformátor. Nem véletlen, hogy ez az alkatrész az erősítő legdrágább része. A külföldi folyóiratokban a kimenőtranszformátor műgyantával kiöntött modul, amelyet a cikkszám alapján borsos pénzért meg lehet vásárolni. A transzformátor adatait (menetszám, huzal vastagság, osztások száma, szigetelés stb.) a gyártó nem közli. A 760 V-os

2. táblázat. Vasmag: EI130, A = 24...25 cm²

Tekercs	Jele	Menet-szám	Huzal
Primer	n6	466	0,35 mm Mz
	n7		
	n8		
	n9		
	n10		
	n11		
	n12		
Szekunder	n1	70*; 110	0,9 mm Mz
	n2		0,45 mm Mz
	n3		
	n4		0,9 mm Mz
	n5		



14. ábra. A kimenőtranszformátor tekercselési sorrendje és összekötése



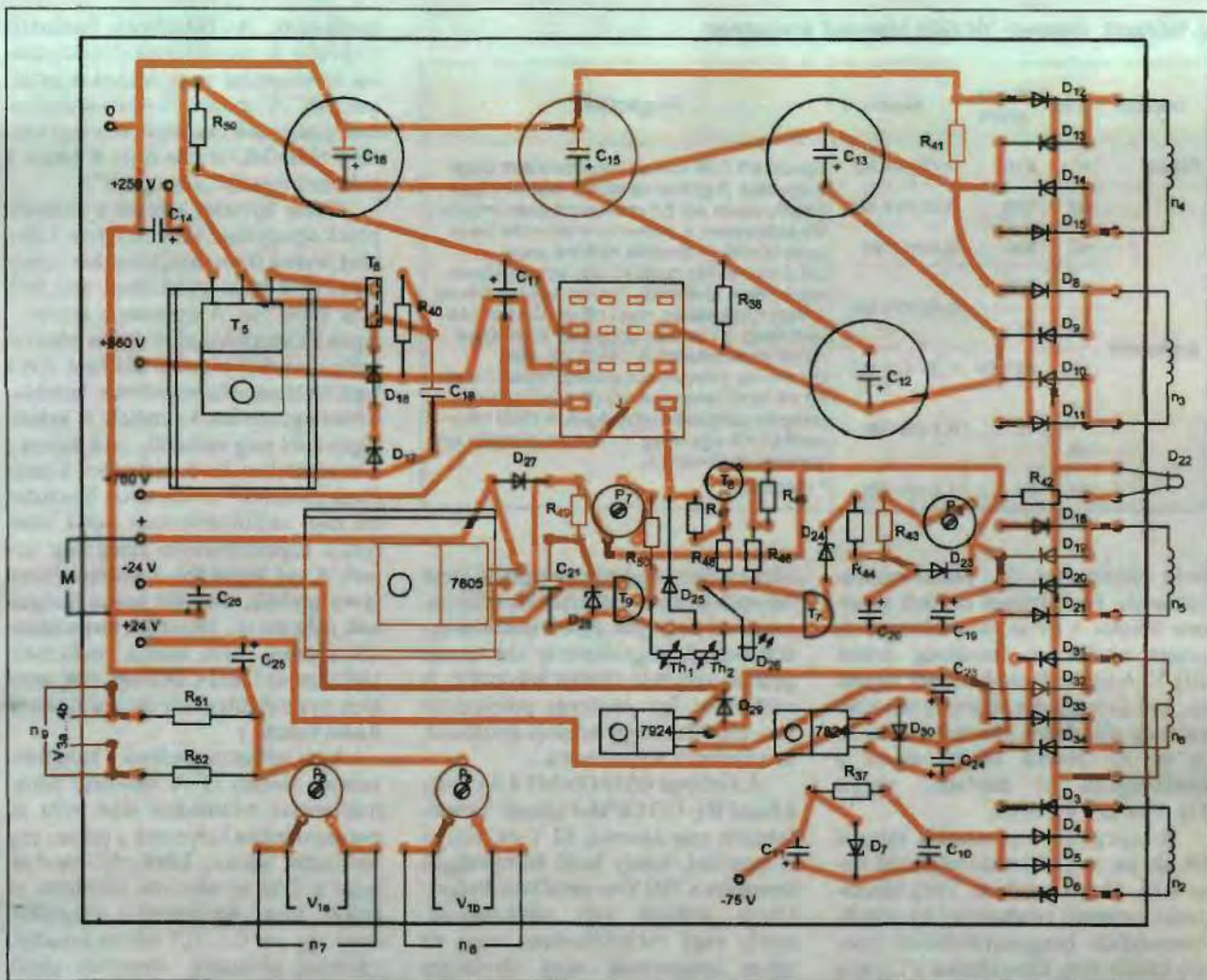
15. ábra. A tápegység nyomtatási rajza

anódfeszültség miatt a primer és a szekunder közötti szigetelést növelni kellett. Akiknek nincs lehetősége, gyakorlata a transzformátor készítésében, az bízza inkább szakemberre. Ezzel kapcsolatban engem is megkereshetnek. A precíz munka vonatkozik a hálózati transzformátorra is.

A mintapéldány kimenőjét SM102b típusú hiperszil szalagmagra készítet-

tem el. Valószínűleg elegendő lett volna a kisebb vasmag keresztmetszetű SM102a is, de mint említettem, az erősítő eredetileg basszusgitárhoz készült. Az, hogy teljes kivezérlésnél 30 Hz-es frekvencián nem mértem számottevő torzítást és szintesést, az ennek a túlméretezésnek köszönhető. A transzformátort kiszámoltam EI130-as lemezezt vasmagra is. Kimenőtranszformátor-

nak a 0,35 mm-es lemezvastagságút használjuk. Az EI130-as vasmagból kétféle van forgalomban (a bontókban). A régebbi gyártásúnál a középső rész (katalógusok f-fel jelölik) 40 mm, míg az újabb gyártású, bővített ablaknyílásúaknál a középső rész 35 mm. Bármelyikre elkészíthetjük a kimenő-transzformátort. A javasolt vasmag keresztmetszet 24...25 cm².



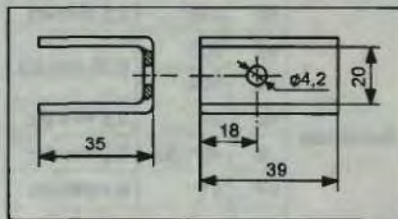
16. ábra. A tápegység alkatrész-beültetési rajza

Az SM102b hiperszil szalagmagra tekercselt transzformátor adatait az 1. táblázat tartalmazza. Az EI130-as lemezmagból felépített kimenő adatai a 2. táblázatban találhatók, az előzőhöz írt megjegyzések itt is értelemszerűen érvényesek. Hangminőség szempontjából nincs lényeges különbség a hiperszil szalagmag és a hagyományos lemezt mag között. Az utóbbi nagyobb térfogatú, vagyis nehezebb és több helyet foglal el. A kimenőtranszformátor csévetestének középvonalában egy elválasztó oldallap található. Ennek mérete megegyezik a cséve másik két oldalával, de az egyik oldalán fel van hasítva. A kivágott nyílás 10 mm széles. A szekunder tekercsek huzaljait ezen tudjuk átvetetni. A kimenőtranszformátor tekercselési sorrendjét a 14. ábrán láthatjuk. A tekercselési irányt a pont körüli nyíl jelzi.

Feltétlenül tartsuk be a megadott sorrendet. Az egyes tekercsek kezdetét, végeit húzzuk be színes műanyag csőbe. A kezdetet és véget más színnel jelöljük. A kivezetésre ragasszunk kis címkét, melyre írjuk fel a tekercs jelét (n_1 stb.). Az ábra szerint a tekercselést a szekunder tekercssel kezdjük. Amikor a menetekkel a csévetest feléhez érünk, az elválasztó lap nyílásán vezetjük át a

huzalt, majd folytatjuk a sort. A 4Ω -os leágazásokat mindig ugyanazon az oldalon vesszük ki. Miután az n_1 szekunder tekercset elkészítettük, rakjuk fel az előírt szigetelést. Következik az n_6 -os primer tekercs. Amikor elkészültünk, a csévetestet húzzuk le a tekercselőgép tengelyéről és fordítva helyezzük vissza. Ismét szigetelés, a csévetestet visszafordítjuk. Következik az n_2 szekunder tekercs.

A transzformátor többi részét a rajz és a táblázat utasításai szerint folytatjuk! Az EI130-as lemezt magnál két oldalról (átlapolva) helyezzük be a lemezeket. (Légrés nem szükséges, mert a szembefolyó anódáramok miatt nincs egyenáramú előmágnesezés.) Kössük össze kapcsolóca a primer és a szekunder tekercs, az előírt sorrend szerint. A szekunder tekercs 8Ω -os kivezetésére kapcsoljunk 24 V-os váltó



17. ábra. A T_5 és a 7805 hűtője, 1,5 mm-es alulemezből

3. táblázat. Vasmag: SM102b hiperszil szalagmag

Tekercs	Jele	Menet-szám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n1	410	0,75 mm Mz	Soranként 0,06 mm-es transzformátor papír-szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között három sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. A primer és szekunder tekercsek közötti árnyékolás rézfólia, vagy Ø0,2 mm-es Mz huzalból egy sor, amelynek egyik végét kivezetjük. Ezután egy 0,1 mm-es prespán szigetelés, majd n2 és n3 között három réteg 0,1 mm-es szigetelés szükséges. Az n3 és n4 tekercsek között két réteg 0,1 mm-es prespán szigetelést helyezünk el. Az n4 és n5 tekercsek között három réteg prespán szigetelés szükséges. A többi tekercsek között egy réteg 0,1 mm-es prespán szigetelést alkalmazunk. * leágazás
Szekunder	n2	133	0,22 mm Mz	
	n3	586	0,4 mm Mz	
	n4	530	0,45 mm Mz	
	n5	21		
	n6	42*, 84	0,25 mm Mz	
	n7	12	0,4 mm Mz	
	n8			
	n9			

kozó feszültséget (pl. pákatranszformátorról). Feszültséget mérünk a primer tekercs + és az A_1 , valamint A_2 pontja között. A feszültség értéke 408 V. A százalékos eltérésnek egyeznie kell a szekunder tekercsre adott feszültség százalékos eltéréssel. Az A_1 és az A_2 pontok között ennek a feszültségnek a dupláját, vagyis 816 V-ot kell mérnünk.

A tápegység nyomtatási rajza a 15. ábrán, míg alkatrész-beültetési rajza a 16. ábrán található. Ezek kétcsatornás (sztereó) rendszerhez készültek. Amennyiben hangszereősítőnek (monó) építjük meg, elhagyhatjuk a C_{13} és a C_{16} elektrolitkondenzátorokat, valamint a szűrőellenállás (az R_{39}) értékét megnövelhetjük.

A T_3 teljesítménytranszisztor és a 7805-ös IC hűtőlemezét a 17. ábra szemlélteti. A hűtő anyaga 1,5 mm vastag alulemez. A tranzisztor és a hűtő

közé csillám vagy teflon szigetelő lapot helyezünk, amelynek oldalait szilikonpasztával bekenjük a jobb hőátadás érdekében. A rögzítőcsavar alá az ide gyártott szigetelő alátétet helyezzük. A hűtőfelület így semleges potenciálban van, elkerülünk egy komoly áramütést, ha véletlenül hozzáérnénk...

A J jelfogó OMRON MY4 típusú, vagy a hazai RE-CO GPM-4 típusú. Természetesen más hasonló, 12 V-os jelfogó is megfelel, amely kellő biztonsággal kapcsolja a 760 V-os anódfeszültséget. Olyan jelfogót kell választanunk, amely vagy ívkioltókamrás, vagy az egyes szegmensek nagy távolságra vannak egymástól.

A hálózati transzformátor primere és szekundere közé árnyékolást helyeztem el. Így tehát a primer és szekunder között csak mágneses csatolás van. Sajnos az utóbbi néhány évben a hálózaton (230 V) levő zaj drasztikusan meg-

emelkedett. A különböző háztartási eszközök a mozgásérzékelős kapcsolók tirisztorokat vagy triakokat tartalmaznak. A szobai fényerő-szabályozók, (még ezek bocsátják ki a legkevesebb rádiófrekvenciás zajt) is részei a rádiófrekvenciás „szmognak”.

Külön fejezetet igényel a számítógépek tápegysége, mint zajforrás. Időnként javítok ilyen tápegységeket; szinte mindegyik kínai gyártmány, ami még nem lenne baj. A nyomtatott áramkört lapon a Graetz-híd előtt egy, a mindkét ágban működő π -szűrő található. Ezt a legtöbb tápegységben néhány huzaldrabbal egyszerűen kiiktatják. A számítógép ettől még működik, csak sajnos a környezetben levő rádióvevő-készülékek „leülnek” az immáron hihetetlenül nagy rádiófrekvenciás zajtól, amelyet a kapcsolóüzemű tápegység termel. A zaj leginkább a középhullámú sávra tevődik, amelyet sokan hallgatnak, még ma is... (Részben megszokásból, részben azért, mert a vevőkészülékükben az URH-OIRT-sáv van, amelyen gyakorlatilag már csak a Kossuth Rádió vehető.)

A zaj sajnos megjelenik a hangfrekvenciás sávban is. A minőségi hangfrekvenciás erősítőkben több mint 30 éve árnyékolást helyeznek a primer és a szekunder tekercs közé oly módon, hogy a fólia ne okozzon rövidzárt. A másik, ezzel egyenértékű megoldás, hogy egy sor 0,2...0,3 mm-es huzalból tekercset készítsünk, amelynek egyik végét a testre kötjük. A két megoldás egyenértékű.

Itt jegyzem meg, hogy a primer és szekunder tekercsek közötti statikus árnyékolást a műszertechnikában már több mint 60 éve használják. A szignál- és az impulzusgenerátorok, valamint a

4. táblázat. Vasmag: EI130, $A = 24 \text{ cm}^2$

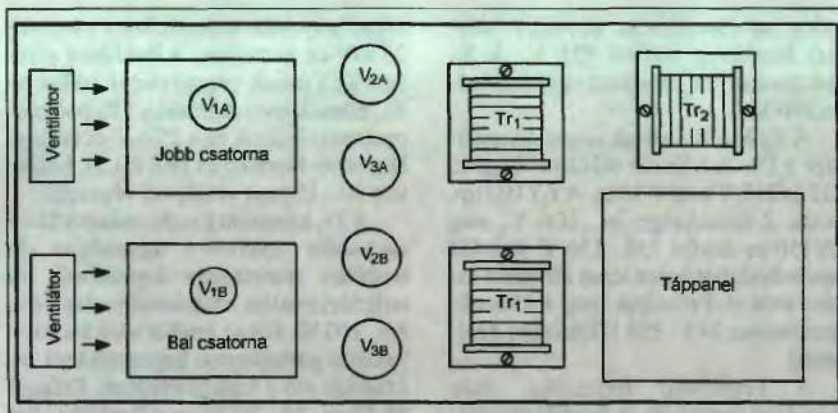
Tekercs	Jele	Menet-szám	Huzal
Primer	n1	480	0,8 mm Mz
Szekunder	n2	155	0,22 mm Mz
	n3	650	0,45 mm Mz
	n4	618	0,5 mm Mz
	n5	25	0,45 mm Mz
	n6	48*, 96	
	n7	14	0,4 mm Mz
	n8		
	n9	28	1,5 mm Mz

5. táblázat. Vasmag: SM85b hiperszil szalagmag

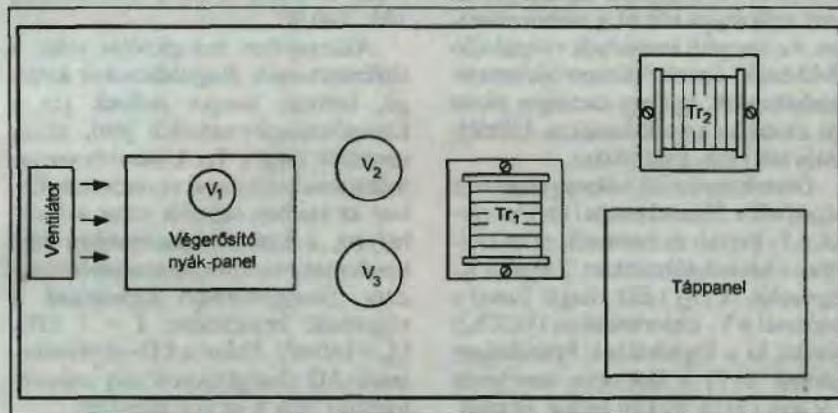
Tekercs	Jele	Menet-szám	Huzal
Primer	n1	390	0,55 mm Mz
Szekunder	n2	126	0,2 mm Mz
	n3	558	0,33 mm Mz
	n4	504	
	n5	20	0,5 mm Mz
	n6	40*, 80	0,2 mm Mz
	n7	11	0,4 mm Mz
	n8	—	—
	n9	23	1,0 mm Mz

6. táblázat. Vasmag: EI106/45, $A = 15,3 \text{ cm}^2$

Tekercs	Jele	Menet-szám	Huzal
Primer	n1	710	0,55 mm Mz
Szekunder	n2	228	0,2 mm Mz
	n3	1010	0,33 mm Mz
	n4	912	
	n5	36	0,4 mm Mz
	n6	72*, 144	0,22 mm Mz
	n7	21	0,4 mm Mz
	n8	—	—
	n9	42	1,0 mm Mz



18. ábra. Az erősítő paneljainak elhelyezési vázlata (sztereó)



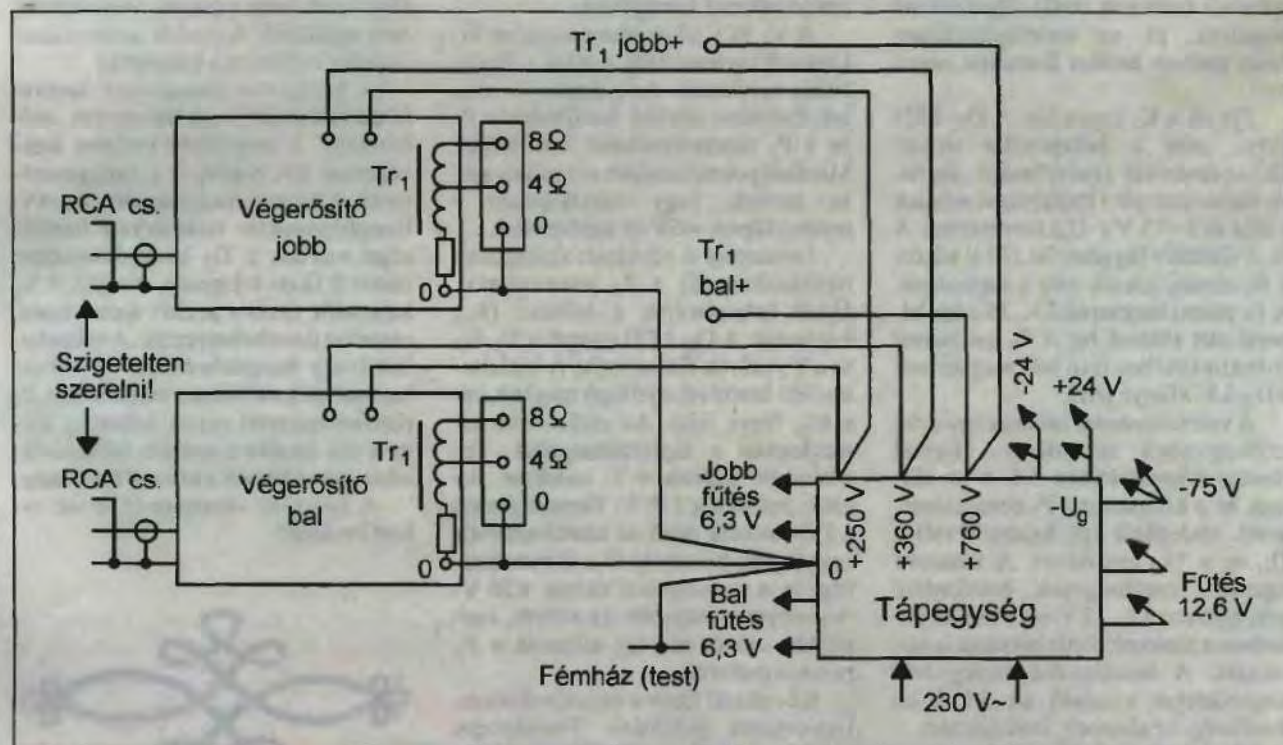
19. ábra. Az erősítő paneljainak elhelyezési vázlata (monó)

rádiófrekvenciás és hangfrekvenciás csővoltagemérők hálózati transzformátorokban megtalálhatjuk ezt a műszaki megoldást.

A Tr_2 hálózati transzformátort elkészíthetjük hiperszil szalagmagra vagy EI130-as lemezelte vasmagra is. A 3. táblázat az SM102b hiperszil szalagmagos, a 4. táblázat az EI130 lemezelte transzformátor adatait tartalmazza (sztereofonikus üzemi, azaz két csatorna). Amennyiben hangszererősítőnek építjük meg (monó, azaz csak egy csatorna), a hálózati transzformátor fele teljesítményű, ez kisebb vasmagmérték eredményez. A mono végerősítő transzformátoradatai az 5. táblázatban és a 6. táblázatban láthatók. (A 3. táblázatban olvasható megjegyzések itt is értelemszerűen érvényesek az azt követő három transzformátorra is.)

A panelek elhelyezése (18. ábra és 19. ábra), valamint összehuzalozása (20. ábra) lényeges kérdés. Az erősítő jel/zaj viszonya, néha a gerjedékenysége egyes frekvenciákon ettől is függ.

A hőérzékelést végző Th_1 és Th_2 termisztorból sztereó erősítőnél egy-egy darab található a panelon. Hangszererősítőnél (mono) csupán egy darab 22 k Ω -os termisztor használunk. Természetesen maradhat a két sorba kapcsolt 10 k Ω -is.



20. ábra. A sztereó erősítő összehuzalozási vázlata

Sajnos néha-néha szakmai berkekben is visszatér az 1980-as évek HIFI-magazinos stílusa. Az utóbbi időkben különböző forrásokból a hangtechnikával (erősítők, hanglemmezkorrektorok stb.) kapcsolatos cikkeket olvastam el. Számomra (mint műszaki ember) elfogadhatatlanok az olyan szövegek, hogy pl. „az erősítő hangja közepén tömör, szélein széthúzott”. Ezt a tesztelő valamilyen hangforrással, valamilyen hangdobozzal végezte. Vagyis rossz esetben nem a végerősítőt, hanem a hangforrást és a lánc végén levő hangdobozt tesztelte.

A végerősítő paramétereinek mérésére több évtizede kidolgozott mérési sémák léteznek. Ezeket vegyük figyelembe! Az interneten számos kapcsolás jelenik meg, amelyeket ha megnézünk, kiderül, hogy elvileg hibás, működésképtelen. Ne építsünk meg olyan erősítőt, ahol a szerző nem ad meg ellenőrizhető műszaki adatokat! Sajnos ezek a gyakorlatban nem, vagy rosszul működnek.

Az általam közölt cikkekben levő áramköröket mind megépítettem és végigmértem. A mérési eredmények valóságok, reprodukálhatók.

Élesztés, bemérés

A munkát a tápegységgel kezdjük. A méréseit óvatosan, kellő figyelemmel végezzük, pl. az anódtápfeszültség rossz esetben halálos áramütést okozhat!

Zárjuk a K_2 kapcsolót. A D_{22} LED fénye jelzi a bekapcsolás tényét. DC-voltmérővel (csővoltmérő, digitális multiméter stb.) feszültséget mérünk a föld és a -75 V ($-U_0$) kivezetésen. A D_7 Z-diódától függően $70...79\text{ V}$ közötti feszültség jelenik meg a kapcsolón. A P_6 potenciométerrel $25...35\text{ s}$ késleltetési időt állítunk be. A T_8 tranzisztor kollektorkörében levő relé meghúzását a D_{26} LED fénye jelzi.

A ventilátormotor sarkaira egyenfeszültség-mérőt kapcsolunk. Normál (szoba) hőmérsékleten $5,5\text{ V}$ -ot állítunk be a kimeneten a P_7 potenciométerrel. Melegítjük (pl. hajszárítóval) a Th_1 és a Th_2 termisztort. A kimeneti kapcsoló feszültségének emelkednie kell, egészen $12...13\text{ V}$ -ig. Ezzel egyetemben a motorok fordulatszáma is növekszik. A termisztorok melegítését megszüntetve visszaáll az $5,5\text{ V}$ -os feszültség, az alacsony fordulatszám.

Meghúzott relénél ellenőrizzük a tápfeszültségeket. A végsővek terhe-

letlen anódfeszültsége névleges hálózati feszültség mellett 825 V . A V_1 elektroncsövek üresjáratú tápfeszültsége 390 V .

A V_2 és a V_3 csövek segédrafeszültsége a D_{16} és a D_{17} Z-diódától függően 232 és 262 V között lehet. A ZY100 típusú dióda Z-feszültsége $94...106\text{ V}$, míg ZY150-es diódáé $138...156\text{ V}$. Két-két darab diódából össze lehet állítani a kívánt értéket. Próbáljuk meg a kimenőfeszültséget $245...255\text{ V}$ közöttire beállítani!

A végerősítő félvezetős része $\pm 24\text{ V}$ -ról működik. A feszültségstabilizálás integrált áramkörökkel történik. A néhány milliampères tápáram miatt nem szükséges hűteni a stabilizátorokat. Az integrált áramkörök visszahajló (fold-back) típusú túláramvédelemmel rendelkeznek, így egy esetleges zárlat (pl. ónszálla a nyák-lemezen, kábellekötés stb.) sem teszi tönkre.

Összekábelezük a tápegységet és a végerősítőt. Huzaldarabbal rövidere zárjuk a T_7 bázisát és emitterét, ezzel leállítjuk a késleltetőáramkört. Zárjuk a K_2 kapcsolót. A D_{22} LED világít. Ennél a mérésnél a V_1 elektroncsövet (ECC82) húzzuk ki a foglalatából. Feszültséget mérünk a T_1 kollektorán, amelynek 7 V -nak ($\pm 0,5\text{ V}$) kell lennie. Feszültséget mérünk felváltva a T_2 és a T_3 kollektorán. Először a P_2 (DC-balansz) potenciométerrel korrigálunk.

A V_1 ECC82-es elektroncsövet kikapcsolt tápfeszültség mellett a foglalatába helyezzük. A K_2 kapcsolót zárjuk. Felváltva mérünk feszültséget a P_3 és a P_4 potenciométerek csúszkáján. Mindkét potenciométert olyan helyzetbe hozzuk, hogy csúszkájukon a testhez képest -45 V -ot mérhessünk.

Levezessük a rövidzárt (kikapcsolt tápfeszültségnél) a T_7 tranzisztorról. Újból bekapcsoljuk a hálózati (K_2) kapcsolót. A D_{22} LED világít, a V_1 , V_2 és a V_3 csövek fűtése izzik. A késleltetési idő leteltével a jelfogó meghúzó, ezt a D_{26} fénye jelzi. Az elektroncsövek megkapták a tápfeszültségüket. Feszültséget mérünk a V_1 anódjain. Az előírt feszültség 170 V . Természetesen a DC-csatolás miatt az anódfeszültség nagyságába beleszól a V_1 cső meredeksége is, a megengedett eltérés $\pm 20\text{ V}$. Amennyiben nagyobb az eltérés, cseréljük csövet és/vagy állítsunk a P_2 potenciométeren.

Következő lépés a végsővek munkapontjának beállítása. Feszültséget mérünk az R_{30} ellenállás sarkain (egyenfeszültség). A P_3 potenciométer

olyan helyzetbe hozzuk, hogy a műszer 25 mV -ot mutasson. A beállítást elvégezzük a másik végsővön is: akkor az R_{31} ellenálláson mérünk, s a P_4 potenciométerrel állítjuk be a 25 mV -ot (vezérlés, tehát bemenőjel nélkül). A beállítást $10...15$ perc elteltével végezzük.

A Tr_1 kimenőtranszformátor $8\text{ }\Omega$ -os szekunder tekercsére ugyanilyen ellenállású műterhelést kapcsolunk. A terhelőellenállás teljesítménye legalább $80...100\text{ W}$. Ezt az értéket több huzalellenállás párhuzamos kapcsolásából állíthatjuk elő a legkönnyebben. Például $56\text{ }\Omega$ -os, $15...20\text{ W}$ -os ellenállást, hét darabot párhuzamosan kapcsolunk. Az eredő ellenállás $8\text{ }\Omega$, a terhelhetőség $105...140\text{ W}$.

Amennyiben bekapcsolás után, a tápfeszültségek megjelenésekor kattogó, berregő hangot hallunk (ez a kimenőtranszformátorból jön), akkor cseréljük meg a Tr_1 kimenőtranszformátor anódjaira menő vezetéseket. Ebben az esetben ugyanis rossz a fázishelyzet, a kimenőtranszformátor szekunder tekercséről a visszacsatolás pozitív. Hanggenerátort kapcsolunk a végerősítő bemenetére: $f = 1\text{ kHz}$, $U_{k1} = 160\text{ mV}$. Ekkor a $8\text{ }\Omega$ -os műterhelésen AC (hangfrekvenciás) csővoltmérővel $23,6\text{ V}$ -ot kell mérnünk.

Az eddigi méréseknél a K_1 kapcsoló zárva volt, tehát a pozitív áramcsatolás nem működött. A pozitív áram-visszacsatolás beállítása a következő.

A hangdoboz (hangszóró) ismeretében eldöntjük, hogy hol legyen „nullahozmos” a végerősítő (milyen frekvencián). Ezt beállítjuk a hanggenerátoron. A kimenőfeszültség $40...80\text{ mV}$. Hangfrekvenciás voltmérővel feszültséget mérünk a Tr_1 kimenőtranszformátor $8\text{ }\Omega$ -os tekercsén. Nyitjuk a K_1 kapcsolót, ezzel a pozitív áram visszacsatolást üzembehelyeztük. A műterhelést (vagy hangdobozt) le- és visszacsatoljuk a szekunder tekercsről. A P_5 potenciométerrel olyan helyzetet állítunk elő, amikor a terhelés lekapcsolásakor nem változik a kimenőfeszültség.

A készülék utánépítéséhez sok sikert kívánok!



MAXWELL digitális multiméterek

MX-25 104

3 1/2 digitális 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
hőmérséklet: ±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 digitális 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 digitális kijelzés



automatikus
mérés-határ-
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
7.990 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 digitális 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-25 505

3 3/4 digitális kijelzés
PC-kapcsolat (RS-232C)



Aut./kézi
mérés-határ-váltás
Csúcsértékrögzítés
Relatív mérés
Aut. kikapcsolás
Skálahatár-világítás

U DC: 0,4 V...1000 V
I DC: 0,4 mA...10 A
U AC: 0,4 V...700 V
I AC: 0,4 mA...10 A
R: 400 Ω...40 MΩ
C: 50 nF...100 μF
f: 5 Hz...200 kHz
T: -20...+1000 °C

diódateeszt,
szakadásvizsgálat,

RS-232C kábel
optokapcsolattal,

mérőzsinór
és hőmérőfej
+250 °C-ig,
űtésálló hordtáska

csak bruttó
19.990 Ft

MX-25 701

3 1/2 digitális 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
34.990 Ft

Tartozékok a multiméterekhez: Tapintóhőmérő (K-típus) MX-25 201, MX-25 304 és MX-25 501-hez, á.: 1.490 Ft. MX-25 511 frekvenciamérő adapter MX-25 501-hez (0,01...1 GHz-ig, 20 mV-tól), á.: 5.490 Ft.

Elektroncsöves fejhallgató-erősítő

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

A hangtechnikában jártasak tudják, hogy az elektroncsöves végerősítő hangzása eltér a félvezetős végerősítőtől – másként szól. Örök vitatéma, hogy melyik szól szebben, élethűbben. Fejhallgatóhoz is készíthető elektroncsöves végerősítő. Műszakilag két megoldás terjedt el.

Kimenőtranszformátor nélküli (OTL) erősítő, példa erre a „Hobby Elektronika Füzetek 2.”-ben található leírás (73. oldal). A lényege a következő. A minőségi fejhallgatók a következő impedanciákra készülnek: 60 Ω , 120 Ω és 600 Ω . Az illesztés elemi feltétele, hogy az erősítő kimeneti ellenállása hasonló legyen. Sajnos az elektroncsöves kapcsolásokkal ezt igen nehéz megoldani. A fent említett cikkben két nagyteljesítményű triódát kapcsolnak párhuzamosan, s ezt működtetik katódkövető-kapcsolásban. Ez a megoldás a 600 Ω -os fejhallgatónál működik. A 120 Ω -ost már „izzadva” hajtja meg, a 60 Ω -ost csak igen kis teljesítménnyel, nagy torzitással szólaltatja meg.

A második megoldás a kimenőtranszformátor alkalmazása, amelynél a menetszámokkal (leágazásokkal) könnyen illeszthető bármelyik impedanciájú fejhallgató, jó hatásfokkal. Megint képbé kerül a kimenő transzformátor. Folyamatosan (a kezdők) kéri-



hogy egyszerűbb kimenő transzformátort ismeressenek. Ennek az ára a lényegesen rosszabb frekvenciamenet, a nagyobb torzítás lenne. Megnyugtatom olvasóimat az alábbi cikkben levő kimenőtranszformátor viszonylag egyszerű felépítésű. A fejhallgató-erősítő a HAM-bazárban is kapható ECL86, illetve PCL86 típusú elektroncsőre épült. Az két cső gyakorlatilag egyforma. Az

ECL86-os fűtőfeszültsége 6,3 V, míg a PCL86-os csőé 13,3 V. Novál cső, nagy erősítésű triódát és egy 9 W anóddisszipációjú végerősítő pentódát tartalmaz.

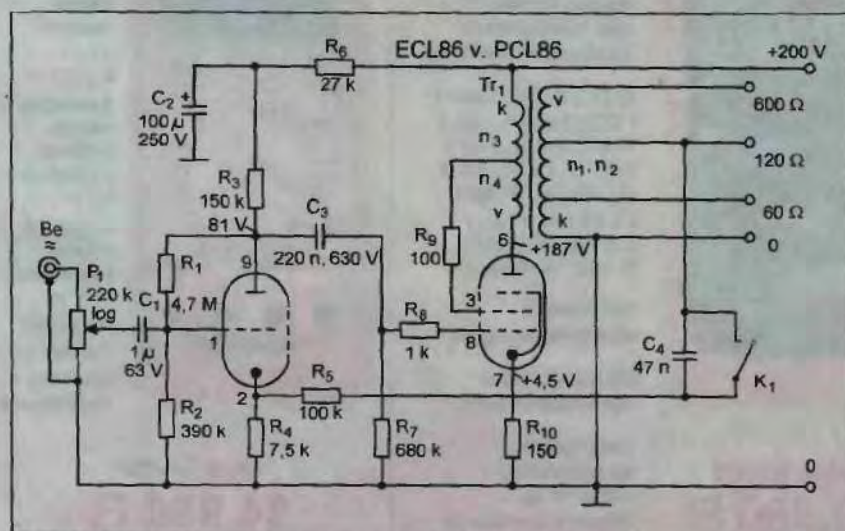
A fejhallgató-erősítő műszaki adatai:

- bemeneti érzékenység: 720 mV ($P_k = 100$ mW),
- bemeneti impedancia: >390 k Ω ,
- kimenőteljesítmény: 200 mW ($f = 1$ kHz, $k = 0,55\%$),
- névleges kimenőimpedancia
vagyilagosan: 60, 120 és 600 Ω .

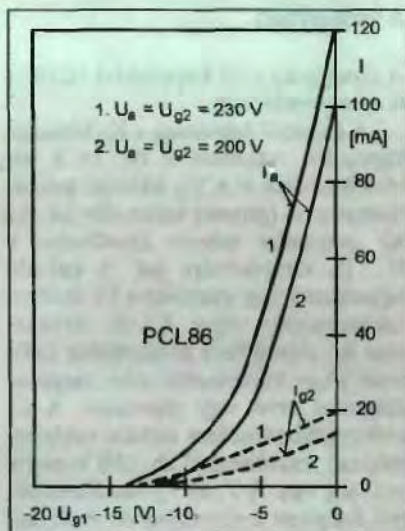
A készülék működése

A fejhallgató-erősítő működése az 1. ábra elvi kapcsolási rajza alapján jól követhető.

A hangfrekvenciás jel a P_1 potenciométer csúszkájáról a C_1 kondenzátoron át a trióda vezérlőrácsára jut. A P_1 potenciométerrel a hangerőt szabályozzuk. A kapcsolás több negatív visszacsatolást alkalmaz. Az R_1 ellenálláson át feszültség-visszacsatolás jön létre, mely csökkenti az erősítést, a torzítást, javítja a frekvenciamenetet. A trióda munkapontját az R_4 katódeellenállás állítja be. A felerősített hangfrekvenciás



1. ábra. A fejhallgató-erősítő kapcsolási rajza



2. ábra. A PCL86 (pentódaresz) rácseleőfeszítés-anódáram (segédáram) karakterisztikája

jel a trióda anódjáról a C_3 csatolókonkondenzátoron keresztül a végpöntoda vezérlőrácsára kerül. A vezérlőráccsal soros R_8 ellenállás a szerelési, valamint az elektroncső bemeneti kapacitásával integráló-tagot képez. Ez megakadályozza, hogy nagyfrekvenciás vadrezgések jöjjenek létre. A végerősítő munkapontját, rácseleőfeszítését az R_{10} katódellenállás állítja be. A mintapéldányban 200 V-os tápfeszültségnél 4,5 V-ot mértem az R_{10} sarkain. Ez 30 mA katódáramnak felel meg. A segédáram kb. 2 mA, az anódáram tehát 28 mA. A 2. ábrán a PCL86-os végerősítő pentódaresz rácseleőfeszítés-anódáram (segédáram) karakterisztikája látható 200 és 230 V-os feszültségnél.

A végpöntoda ultralinear kapcsolatban üzemel. Mint tudjuk, végerősítőnek a trióda felel meg a legjobban. Karakterisztikája kisebb görbületet mutat, a görbe gyakorlatilag másodfokú, tehát a trióda második harmonikust termel. A trióda belsőellenállása az optimális illesztőellenállásnál kisebb, így csillapítási tényezője 1-nél nagyobb. A triódás végerősítő hatásfoka alacsony (kb. 25...30%) erősítése kicsi, ezért a rácra nagy vezérlőfeszültség szükséges.

A pentóda karakterisztikája magasabb görbületű, így igen sok páratlan harmonikust is létrehoz. A pentódás végerősítő csillapítási tényezője 1-nél kisebb. A pentóda áramgenerátornak, míg a trióda inkább feszültség generátornak tekinthető. A pentóda hatásfoka,

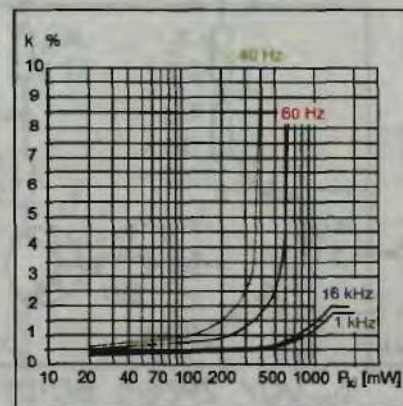
erősítése a triódaénál lényegesen nagyobb. Ez egyszerűbb (kisebb) tápegységet és kevesebb fokozatú meghajtó áramkört igényel.

Az ultralinear kapcsolatban a két végerősítő előnyös tulajdonságait próbáljuk összehozni. Az ellencsatolást úgy érjük el, hogy a végerősítő cső segédáramát a kimenő transzformátor primer tekercsének leágazására kötjük. Az anód váltakozó feszültség egy részét tehát visszavezetjük a segédáramra (a g_2 -re). Amikor a segédáramot a tápfeszültségre kötjük, a $U_{g2} = 0$, vagyis nem kerül váltakozó feszültség a segédáramra. Ekkor a csatolási tényező az $x = 0$.

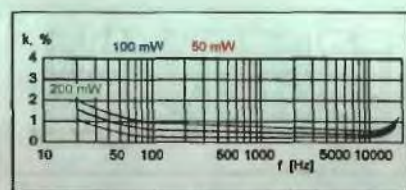
Minél közelebb kapcsoljuk a segédáramot az anódhoz, annál nagyobb x értéke. Az $x = 100\%$ érték akkor van, amikor a g_2 az anódra van kapcsolva. Ilyenkor a pentóda trióda kapcsolatban erősít.

Az ezzel foglalkozó műszaki irodalom az x értékét csőtípustól függően 20...30% közöttinek javasolja. Ekkora ellencsatolásnál jelentősen csökken a torzítás, nő a csillapítási tényező. Ezekkel egyetemben csökken a hatásfok, a maximális kimenőteljesítmény. Fejhallgató-erősítőnél ez nem okoz gondot, hisz mindössze néhány száz milliwattot kell produkálnia az áramkörnek, tartalék tehát bőven van.

A végerősítő segédáramát az R_9 ellenálláson át kapcsolódik a kimenő transzformátor $x = 30\%$ -os leágazásához. A segédárammal soros ellenállás szerepét már többször leírtam. Ismételve röviden: a segédáram gerjedését akadályozza meg. Ennek hiánya esetén nem mely gerjedő áramkörben a segédáram felizzik. Érdekes módon ez a hangban nem mindig hallatszik. A segédáram



3. ábra. Az erősítő torzítása a teljesítmény függvényében különböző frekvenciákon



4. ábra. Az erősítő torzítása a frekvencia függvényében különböző kimenőteljesítményeknél

disszipációt viszont ebben az esetben túllépjük, mely az elektroncső idő előtti pusztulásához vezet.

A végpöntoda anódkörében van a Tr_1 kimenőtranszformátor. Lényegét tekintve egy impedanciaváltó transzformátor. A végpöntoda 5...6 k Ω -os impedanciáját illeszti a fejhallgatók 60, 120 vagy 600 Ω -os impedanciájához. Több 30 Ω -os fejhallgatót megvizsgáltam. A tetszetős megjelenés primitív hangsugárzót takar. A műanyag membrános fejhallgatók 100 Hz alatt alig szólnak. Az adatlapjukon a frekvencia-mentet 20 Hz ... 20 kHz. A szintesés nincs megadva, ami a lényeg, jellemző, hogy még az ohmikus ellenállásuk között is eltérés van.

Ezeket vehetjük meg a tetszetős csomagolásban a marketekben, 250 és 500 Ft közötti akcióikkban.

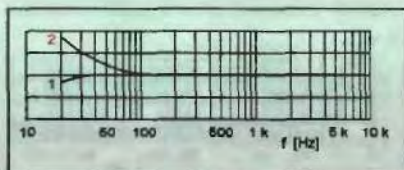
Néhány szó az erősítőben levő negatív visszacsatolásokról. Az átblokkolatlan R_{10} katódellenállás sarkain negatív áram-visszacsatolás jön létre. További torzítás csökkentő hatása van (melyet az előzőekben leírtam) az ultralinear kapcsolatnak. A harmadik, a kimenő transzformátor szekunder tekercséről negatív visszacsatolást hozunk létre az R_5 ellenálláson át a trióda katódjába.

A negatív visszacsatolás mértéke -14 dB. A fejhallgató erősítő paraméterei jelentősen javulnak ezzel a negatív visszacsatolással.

Megmértem a végerősítő torzítását különböző frekvenciákon, a kimenőteljesítmény függvényében. A mérés eredménye a 3. ábrán szemléltethető meg. A torzítás a mélyhangoknál emelkedik jelentősen - ez az egyenáramú előmágnesezésből adódik. A vasmag-keresztmetszet növelésével a torzítás némileg csökkenthető.

Felvettem az erősítő torzítását a frekvencia függvényében 50, 100, és 200 mW teljesítménynél. A mérés eredménye a 4. ábrán látható.

Az osztott tekercselésnek, valamint a többszöri ellencsatolásnak köszönhe-



5. ábra. A frekvenciamenet jellege a K_1 kapcsoló zárt (1), illetve nyitott (2) állásánál

tően kiváló az erősítő frekvenciamenete. A névleges 100 mW kimenő teljesítménynél 20 Hz-es frekvencián a szintesés mindössze $-0,8$ dB. Szaporább frekvenciáknál (magas hangoknál) a -1 dB-es szintesés 60 kHz-nél van. Ez után a kimenőjel amplitúdója meredeken csökken.

A -3 dB-es szintesés a 80 kHz-es frekvencia közelében áll be. A kimenőjel hullámformája még itt is tökéletes szinusz. Ez a jó eredmény a következőkből adódik. A kimenőtranszformátor a kimenőteljesítményhez képest lényegesen nagyobb vasmag-keresztmetszetű (lásd: mélyhangátvitel). A jó magashangátvitel az osztott tekercse-

lésnek, valamint a többszörös ellenacsatolásnak köszönhető. A K_1 kapcsoló zárt állapotában gyakorlatilag lineáris a frekvenciamenet. Amikor nyitjuk a K_1 kapcsolót, az R_5 ellenállással sorbakapcsolódik a C_4 kondenzátor. Ennek X_C -je frekvenciafüggő. A frekvencia csökkenésével kapacitív ellenállása egyre nagyobb lesz. Ez viszont csökkenti a visszacsatolás nagyságát. Az eredmény, hogy a mélyhangok felé csökken a negatív visszacsatolás, tehát növekszik az erősítés. Az eredmény egy mélyhangkiemelés.

A fejhallgató-erősítő frekvenciamenet-jellegét (vázlatosan) az 5. ábra mutatja: az 1-es görbe a K_1 kapcsoló zárt, míg a 2-es görbe a nyitott állására vonatkozik, egyaránt kb. 100 mW kimenőteljesítmény esetén. Az emelés 100 Hz-nél kezdődik, 20 Hz-nél 2,3-szeres feszültség jut a fejhallgatóra. Ez igen kellemes hangzást produkál, érdemes kipróbálni.

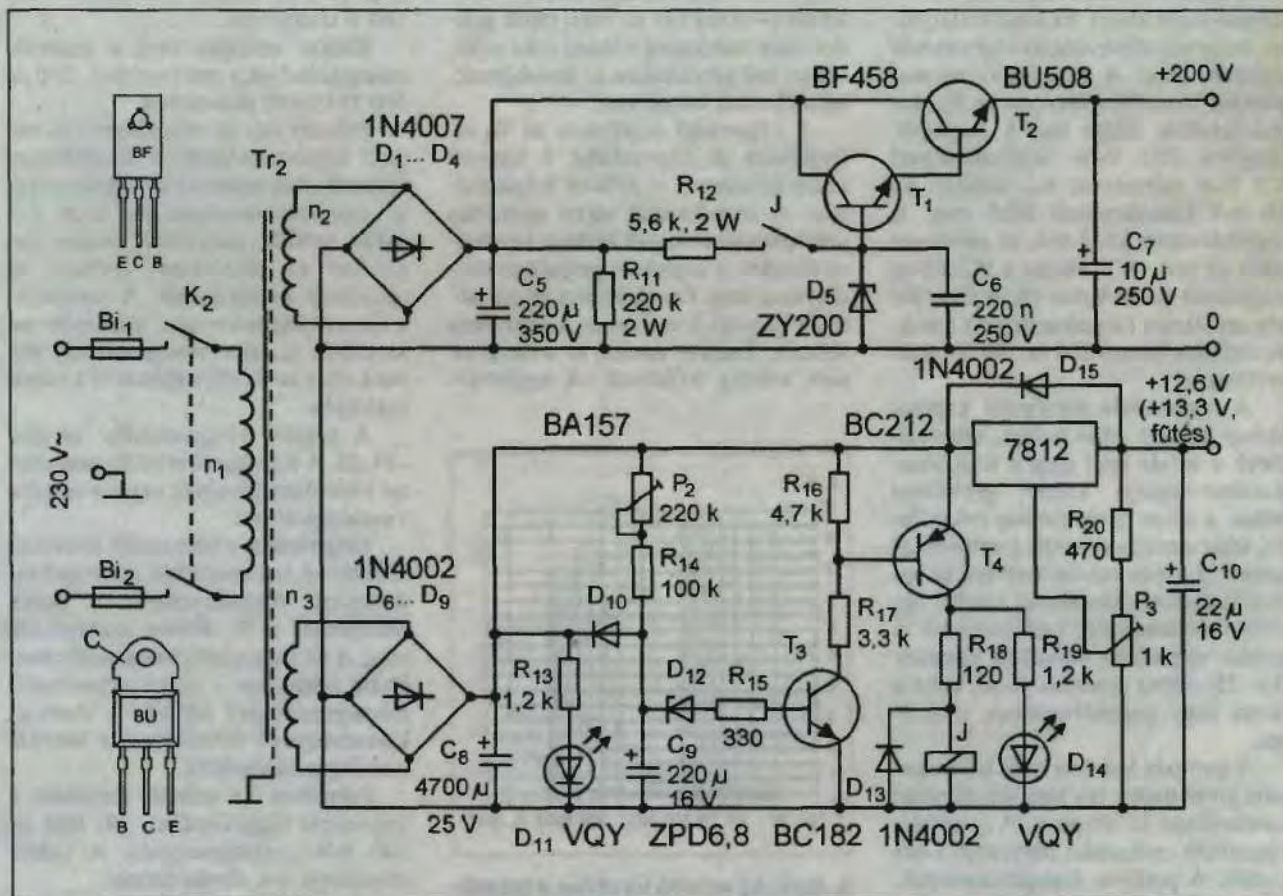
A fejhallgató-erősítőt úgy méreteztünk, hogy akár 3 pár fejhallgatót is – kedvezően alacsony torzítás mellett – meghajthat.

A tápegység

A tápegység elvi kapcsolási rajzát a 6. ábra szemlélteti.

A hálózati feszültség a K_2 kétsarkú kapcsolón, valamint a Bi_1 és a Bi_2 olvadóbetéten át a Tr_2 hálózati transzformátor n1 (primer) tekercsére jut. Az n2 szekunder tekercs feszültsége a $D_1...D_4$ Graetz-hídra jut. A pulzáló egyenfeszültség simítását a C_5 elektrolitkondenzátor végzi. A vele párhuzamos R_{11} ellenállás a kondenzátor kisütését végzi kikapcsolás után, megakadályozva ezzel egy áramütést. A C_5 elektrolitkondenzátor sarkain névleges hálózati feszültségnél kb. 260 V-os feszültség van. A T_1 és T_2 tranzisztorokból felépített emitterkövetős stabilizátor ezt 200 V-ra redukálja. Az erősítő tápfeszültségét nem szükséges stabilizálni. Alapfeltétel viszont az alacsony brum. Igen jól szűrt egyenfeszültség szükséges a megfelelő jel/zaj viszony eléréséhez.

Két műszaki megoldás jöhet szóba: a klasszikus kondenzátor, fojtótekercs, kondenzátor az úgynevezett π -szűrő



6. ábra. A tápegység kapcsolási rajza

MÁR MEGJELT A K

**A HE-füzetek kizárólag csak
a szerkesztőségénél kaphatók!**



**Egy-egy szám ára: 2590 Ft.
Rendeljen, mert el fog fogyni!**

A HAM-bazár nyitva H-P. 09-14 ó.,
Bp. XIII., Dagály u. 11. I. em.

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

(Postán is elküldjük, kb. 200 Ft postaköltséggel.)

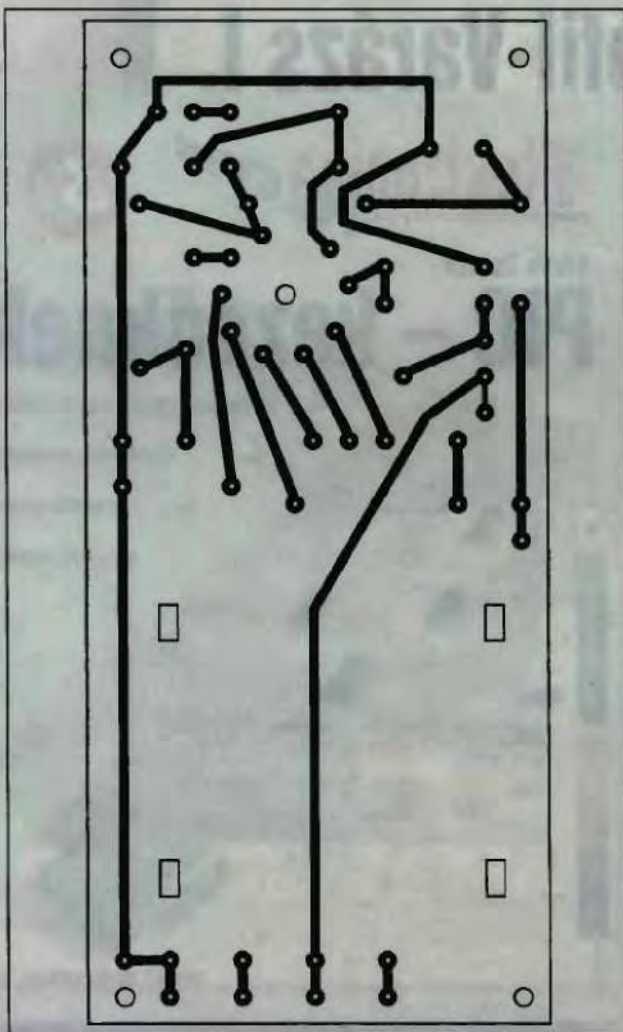
felépítés, vagy az általam alkalmazott emitterkövetős stabilizátor. A fojtótekercs elkészítése, beállítása (légrés) meglehetősen babsz. Az emitterkövetős stabilizátor hatásfoka rosszabb, de elkészítése egyszerűbb. Mitől kisebb a brumm?! Terhelésnél (bekapcsolt J relé) a C_5 elektrolitkondenzátor sarkain kb. 230 V-ot mérünk. Ha oszcilloszkóppal mérünk a C_5 sarkain, a következőt láthatjuk. A 210 V feletti DC-szintre a terheléstől függően a kétutas egyenirányításból adódóan 100 Hz-es fűrészfű hullámformájú jel szuperponálódik. A hálózati transzformátor belsőellenállásától függően egy meredek betöltés a C_5 kondenzátorba, és egy lassú kisütési görbe a terhelő áramtól függően. Ez a komponens okozza a kellemetlen morgást, amely a hangerőszabályozó potenciométer állásától függetlenül szól.

Amennyiben egy feszültségstabilizátorral „levágjuk” ezt a sávot, teljesen sima egyenfeszültséget kapunk. Az utóbbi megoldást választottam, mert így nem kell fojtótekercset készíteni. Az emitterkövetős stabilizátor kimenőfeszültségét a D_5 Z-dióda határozza meg. Ennek feszültségzórásától függ a kimenőfeszültség. Nagyságának nincs különösebb jelentősége, tekintettel az alacsony kimenőteljesítményre. A T_1 és T_2 tranzisztorokból felépített Darlington-fokozat akkor lép működésbe, amikor az J jelfogó meghúz. Ekkor az R_{12} ellenállásból áram folyik a T_1 bázisába, a Darlington-pár kinyit, a kimenetén megjelenik a D_5 Z-dióda által beállított feszültség. A C_6 kondenzátor a D_5 által keltett zaj hatását csökkenti.

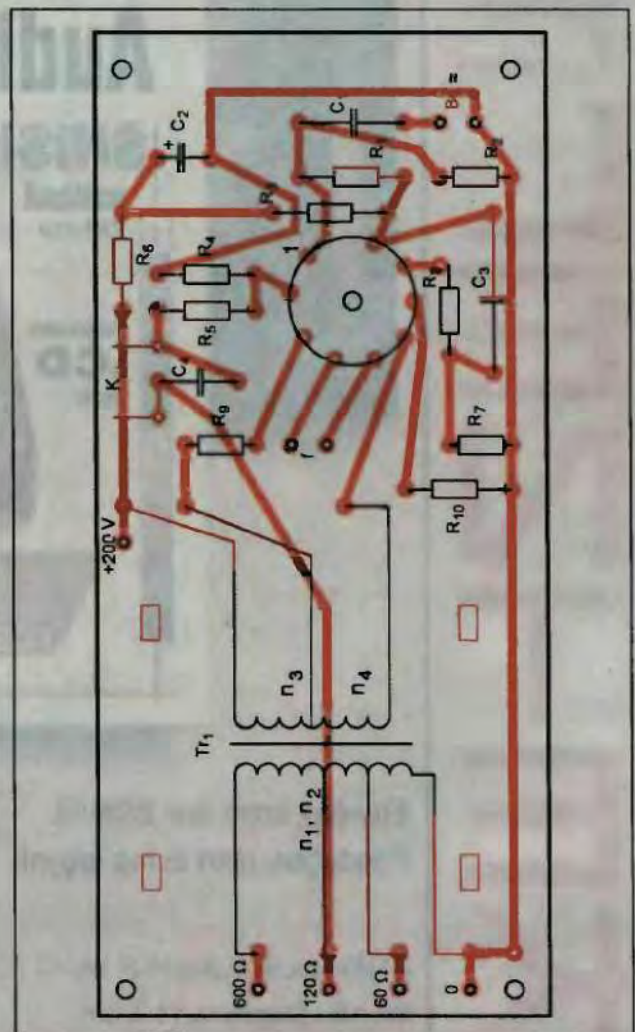
A hálózati transzformátor n3 tekercse a hozzákapcsolódó egyenirányító és szűrő alkatrészekkel adja az időzítő

(késleltető), valamint az elektroncsövek fűtőfeszültségét.

A komplementer időzítő működését előző cikkeimben már leírtam. A szükséges késleltetési időt a P_2 potenciométerrel állíthatjuk be. Mint azt már említettem, fejhallgató-erősítő ECL86 vagy PCL86-os csővel építhető meg. Az ECL86 névleges fűtőfeszültsége 6,3 V, a PCL86 csőé 13,3 V. A 7812 feszültségstabilizátor kimenőfeszültségét a P_3 potenciométerrel széles határok között szabályozhatjuk. Amennyiben a fejhallgató-erősítőt ECL86-tal építjük meg, a jobb és a bal csatorna csöveit (azok fűtőszálát) sorba kapcsoljuk. Az eredő feszültség 12,6 V. A P_3 potenciométerrel tehát ennyit állítunk be. A PCL86-os alkalmazásnál a kimenőfeszültséget 13,3 V-ra állítjuk, s a jobb és a bal csatorna fűtőszálát párhuzamosan kapcsoljuk. Amikor a K_2 hálózati kap-



7. ábra. Az erősítő fóliarajza



8. ábra. Az erősítő alkatrész-beültetési rajza

1. táblázat. Vasmag: EI54/18, A = 3,2 cm²

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n3	900	0,12 mm Mz	Három soronként 0,06 mm vastag transzformátorpapír-szigetelés.
	n4	1800		
Szekunder	n1	935, *415, *300	0,12 mm Mz	415 menetig Ø0,16 mm-es huzallal tekercselünk. A folytatása 935 menetig Ø0,12 mm-es huzallal. Két soronként 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. A primer és a szekunder között három réteg 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. * leágazás.
			0,16 mm Mz	
	n2	935, *415, *300	0,12 mm Mz	
			0,16 mm Mz	

2. táblázat. Vasmag: SM55 hiperszil szalagmag

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n3	630	0,14 mm Mz	Három soronként 0,06 mm vastag transzformátorpapír-szigetelés.
	n4	1260		
Szekunder	n1	660, *292, *211	0,18 mm Mz	Két soronként 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. A primer és a szekunder között három réteg 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. * leágazás
	n2	660, *292, *211		

csolót zárjuk, a D₁₁, majd a tápfeszültség megjelenésekor a D₁₄ LED gyújt be. Áramukat az R₁₃, ill. az R₁₉ ellenállás korlátozza.

A készülék megépítése

Az alkatrészek megvásárlásával, összeállításával kezdjük a munkát.

Az erősítőben, tápegységben levő ellenállások 0,5...0,6 W-os fémréteg ellenállások. A nagyobb teljesítményű jelöltem a kapcsolási rajzon. A kondenzátorok feszültségtűrését – ahol az szükséges – szintén megadom. A J jelű 12 V-os egy váltó (morze) érintkezőt tartalmaz. A mintapéldányba az OMRON által gyártott G5LE jelzésűt építettem be, a tekercselőellenállása kb. 370 Ω. Bármilyen más 12 V-os jelfogót beépíthetünk, amely 300 V-ot kapcsolni tud. Az áram csekély (bázisáramot kapcsolunk), így nem kell robusztus, nagy felületű érintkező.

Az erősítő jobb és bal csatornáját egy-egy nyáklapra építettem. Ezeken helyeztem el a Tr₁ kimenőtranszformátort is az elektroncső mellett. A nyáklap felirata a 7. ábrán, az alkatrész-beültetési rajza a 8. ábrán látható. A kimenőtranszformátor elkészítettem lemezel EI54-es vasmagra, valamint SM55 típ. hiperszil szalagmagra.

Az EI54-es vasmagot nagy mennyiségben gyártották. Erre készítették a fe-

kete-fehér televíziók hangkimenőtranszformátorait. A VIDEOTON rádiók kimenőtranszformátorai is erre a vasra készültek. Az EI54 vasmagra tekercselte kimenő adatokat az 1. táblázat tartalmazza. A vasmagot egy oldalról helyezük a csévetestbe. Az E és az I lemezek közé 0,16 mm-es szigetelőanyagot (prespánpapír stb.) helyezünk, ez adja a légrést. A 2. táblázatban az SM55 típ. szalagmagos változat adatai vannak. A légrés itt is 0,16 mm-es prespán, amelyet a félbevágott szalagmagok közé helyezünk el.

A kimenőtranszformátor beméréséhez a 9. ábra nyújt segítséget. A szekunder tekercs 0 és 600 Ω-os kivezetésére 6 V, 50 Hz-es váltakozó feszültséget kapcsolunk. Amennyiben jól kötöttük össze az egyes kivezetéseket, valamint betartottuk a megadott menetszámokat, akkor az ábrán megadott feszültségeket kell mérnünk.

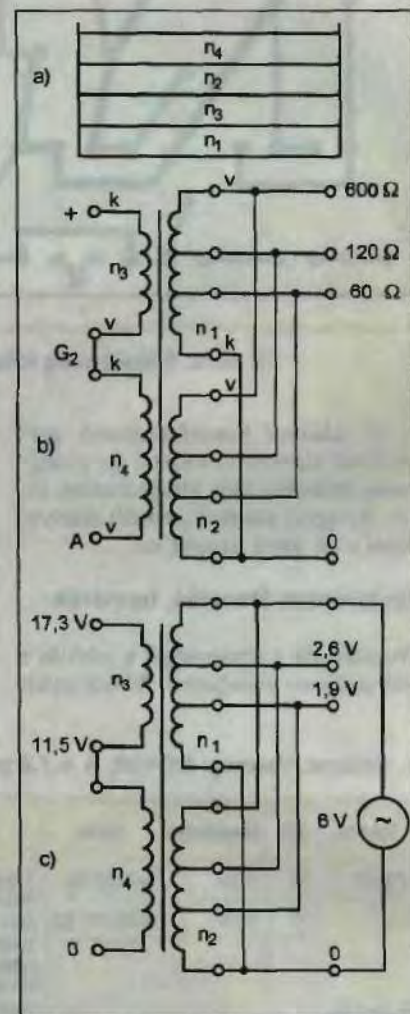
A tápegységpanel fóliarajzát a 10. ábra szemlélteti, az alkatrész-beültetési rajz a 11. ábrán látható.

A Tr₂ hálózati transzformátort három változatban is elkészítettem. A 3. táblázat EI84/28 típ. vashoz készült. A 4. táblázatban az M74/32, míg az 5. táblázatban SM74 típ. vasanyagú maghoz tartozó adatok szerepelnek. (Az utóbbi kettő táblázatra értelemszerűen vonatkoznak a 3. táblázat „Megjegyzés” rovatában közöltek.) A három

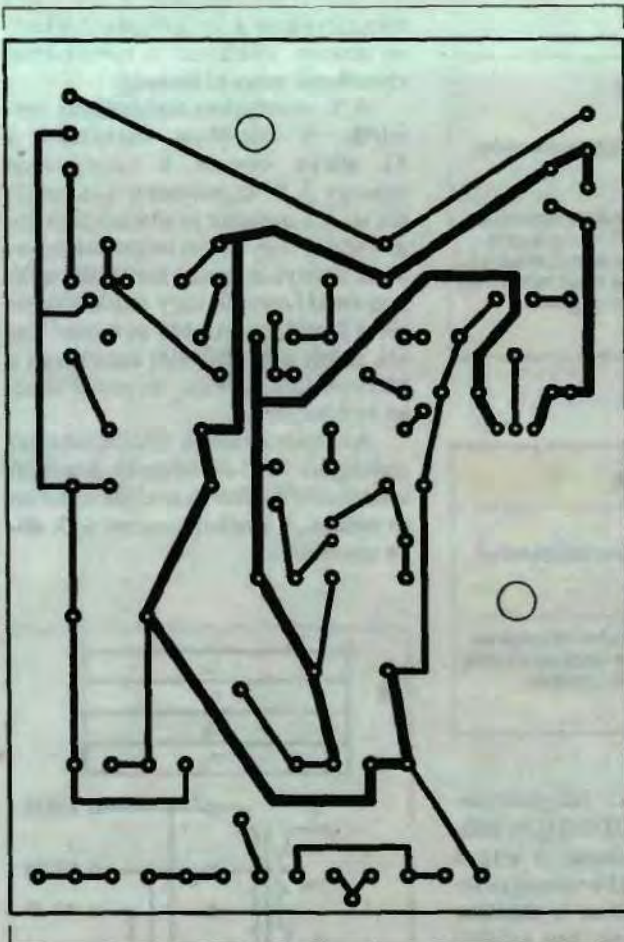
transzformátor a szolgáltatásait tekintve azonos, mindössze a méreteikben mutatkozik némi különbség.

A T₂ tranzisztort hűtőfelületre szereljük. A hűtőidom vázlatrajza a 12. ábrán szerepel. E tranzisztoron mintegy 3 W teljesítmény disszipálódik el. A tranzisztor és a hűtőfelület közé csillám vagy teflon szigetelőt helyezünk, amelynek mind a két oldalát szilikon-fettel (zsírral), vagy szilikon pasztával kenjük be. Az M3-as csavar feje alá, amely a T₂ (BU508) tranzisztort a hűtőbordához szorítja, szigetelő alátétet kell helyezni.

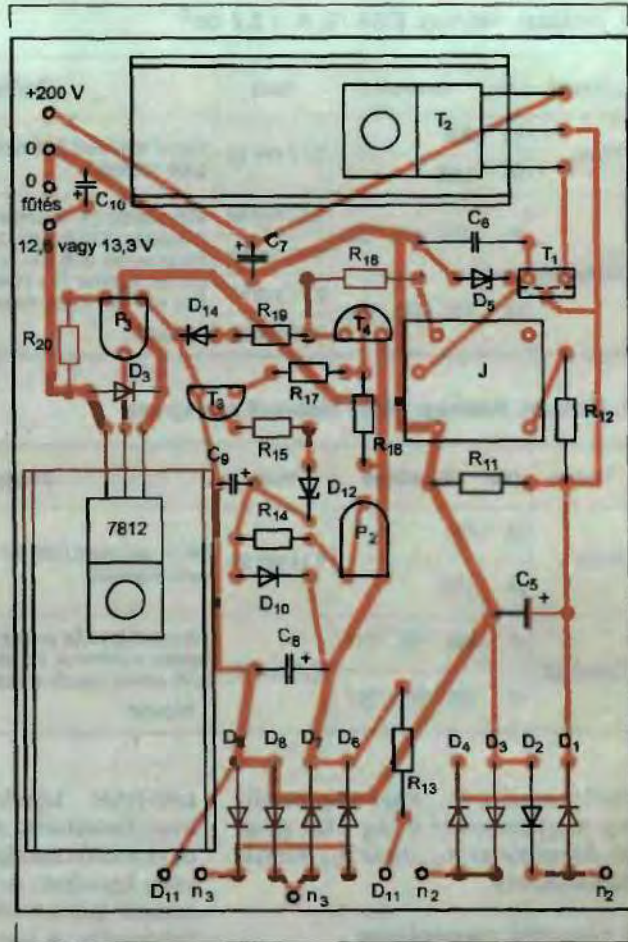
Az elektroncsövek fűtőfeszültségét stabilizáló 7812-es integrált áramkört szintén hűtőfelületre szereljük a fent leírt módon. A hűtőlemez rajzát a 13. ábra szemlélteti.



9. ábra. A kimenőtranszformátor tekercselési sorrendje (a), tekercselnek bekötése (b) s a mérhető feszültségek (c)



10. ábra. A tápegység fóliarajza



11. ábra. A tápegység alkatrész-beültetési rajza

A hálózati transzformátorok gerjesztését alacsonyra vettem, így a mágneses szórásuk még elfogadhatóan kicsi. Az egyes panelek javasolt elhelyezését a 14. ábra mutatja be.

Elektromos élesztés, bemérés

Összekötjük a tápegységet a jobb és a bal csatorna paneljaival. Ehhez nyújt

segítséget a 15. ábra. Lecsavarjuk a P_1 potenciométert. A jobb és bal csatorna csövei nincsenek bedugva. Zárjuk a K_2 hálózati kapcsolót. A D_{11} LED rögtön, a D_{14} -es a J jelfogó meghúzásával egyszerre gyújt be.

A P_2 potenciométerrel 20...25 s késleltetési időt állítunk be. Feszültséget mérünk a C_{10} elektrolitkondenzátor sarkain. Csőtípustól függően beállítjuk

a 12,6 vagy a 13,3 V-ot a P_3 potenciométerrel.

A C_5 elektrolitkondenzátoron névleges hálózati feszültségnél 260 V-ot mérünk. A megengedett eltérés ± 15 V.

3. táblázat. Vasmag: EI84/28, $A = 7,8 \text{ cm}^2$

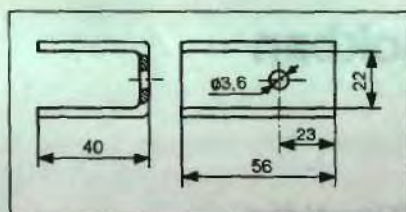
Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n1	1440	0,3 mm Mz	A primer tekercsnél két soronként 0,06 mm-es transzformátor papír szigetelés. A primer és a szekunder tekercsek közé ámyékolást helyezünk. Három sor 0,06 mm-es transzformátorpapír, majd az ámyékolás, amely rézfólia (végei nem érhetnek össze!) vagy 0,2 mm-es Mz huzalból egy sor, melynek egyik végét kivezetjük. Ezután két réteg 0,06 mm-es transzformátor papír, majd az n2 tekercs következik. Az n2 tekercs sorai között egy réteg 0,06 mm-es transzformátor papír szigetelés. Az n2 és n3 tekercsek között két réteg 0,06 mm-es transzformátor papír szigetelés szükséges. A sorok között 0,06 mm-es transzformátor papír szigetelést alkalmazunk.
	n2	1240	0,22 mm Mz	
Szekunder	n3	94	0,6 mm Mz	

4. táblázat. Vasmag: M74/32, $A = 7,4 \text{ cm}^2$

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal
Primer	n1	1550	0,3 mm Mz
Szekunder	n2	1340	0,22 mm Mz
	n3	102	0,6 mm Mz

5. táblázat. Vasmag: SM74 hiperszil szalagmag

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal
Primer	n1	1010	0,3 mm Mz
Szekunder	n2	865	0,22 mm Mz
	n3	66	0,6 mm Mz

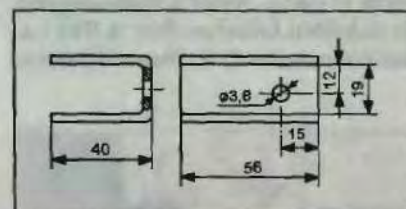


12. ábra. A T₂ hűtője

A kimeneten (C₇ elektrolitkondenzátor) a D₅ Z-dióda példányától függően 188...212 V-os feszültséget mérhetünk. Lehetőleg célozzuk meg a 200 V-ot. Ha alacsony a kimenőfeszültség, akkor kössünk sorba polaritáshelyesen még egy Z-diódát.

Kapcsoljuk ki a tápegységet. Dugjuk be a jobb és bal csatorna paneljaiba a csöveket. Zárjuk a K₂ kapcsolót. DC-műszerrel (csővoltmérő, digitmultiméter stb.), melynek bemeneti ellenállása 10 MΩ, vagy ennél nagyobb, feszültséget mérünk a trióda anódja (9-es láb) és a föld között. A névleges feszültség +81 V. Az elektroncsövek meredekségének eltéréseit figyelembe véve a megengedett eltérés ±10 V. A végerősítő R₁₀ jelű katódeellenállásán 4,5 V-ot mérünk, az eltérés ±0,5 V lehet. A végpentóda anódfeszültsége (6-os láb) 187 V ± 4 V. A kimenőtranszformátor ellenállásán, amely 460 Ω körüli érték, esik ez a feszültség.

A 2. táblázat szerinti, tehát az SM55 típusú vasmagra elkészített kimenőtranszformátor primer tekercse a kisebb méretszám és nagyobb ablaknyílás miatt vastagabb huzalból készült, így az ellenállása kisebb. Ennél a változatnál az anódfeszültség néhány voltal magasabb. Durva eltérésnél (ez vonatkozik a

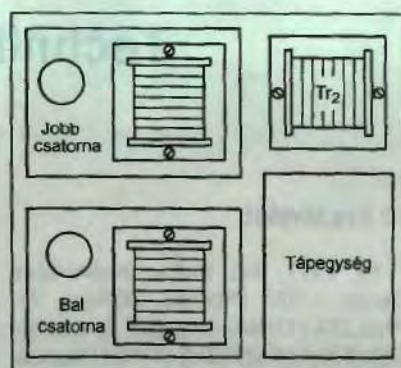


13. ábra. A 7812 hűtője

triódára is) kicseréljük az elektroncsövet.

Ezeket az elektroncsöveket nagy darabszámban használták rádió- és televíziókészülékek végerősítőinek. A fejhallgatóerősítőbe új csöveket építünk be. Az ismerősöktől kapott „alig használtam”, valamint a „bolhapiac”-ról vásárolt elektroncsövek túlnyomó része elöregedett. Ahogy ezt mondják, „a legszebb éveit nem nekünk adta”. Céloom a HIFI-minőség elérése volt, olcsó hangfrekvenciás csövekkel. Ezért fűtöm egyenárammal a csöveket, valamint ezért stabilizálom a tápfeszültséget. Amennyiben lepusztult, beégett csöveket helyezünk az erősítőbe, a kapott hangminőség csatlódást okoz. A helytelen kapcsolástechnikában (rögtön megjelenő anódfeszültség, nagyobb vagy netán kisebb fűtőáram) megöregedett csövek meredeksége lecsökkent, rendszerint gázosak. Ez a hiba a rossz gyártástechnológia vagy a túldisszipálás eredménye. Lényege, hogy nem tökéletes a vákuum a cső belsőjében.

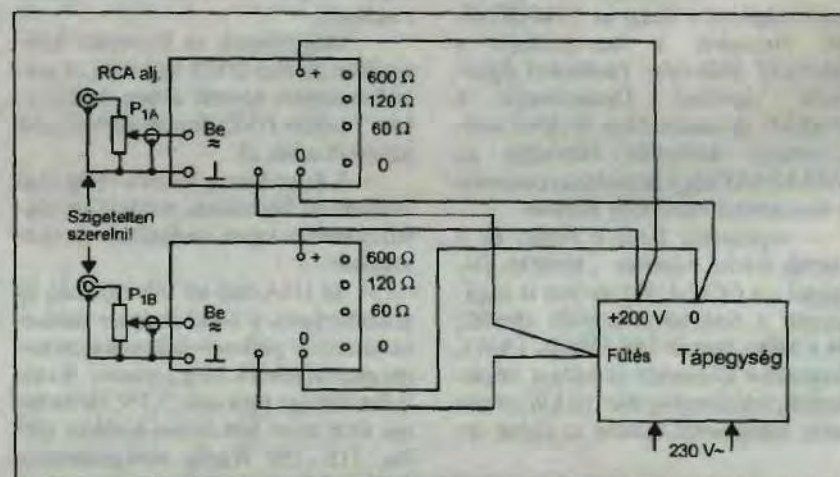
Ha feszültséget mérünk (DC) nagy belsőellenállású műszerrel (ez a katódeellenállásos előfeszültség-beállításra vonatkozik), a vezérlőrács és a föld között, a bekapcsolást követő néhány perc után emelkedő pozitív feszültség jele-



14. ábra. A panelok javasolt elhelyezése

nik meg. Ezzel együtt nő az anódáram is. Az automata rácselőfeszültség beállítás valamennyit kompenzál. A katódeellenálláson is egyre nagyobb feszültség esik, amely a fent leírt jelenség ellen dolgozik. A gyakorlat azt mutatja, hogy néhány perc eltelte után az ilyen „gázos” csövek megszaladnak, az anódáramuk megnövekszik, már kis hangereőnél is jelentősen torzítanak. Az emisszióvesztett csövek erősítése kisebb, torzításuk nagyobb.

Tanulság: az erősítőben csak új elektroncsöveket használjunk. A HAM-bazárban kedvező áron kapható mind a két típus.



15. ábra. A panelok összehuzalozási vázlata

HIFIMIX

@ online műszaki áruház

TERMÉKEK

ALKATRÉSZEK

www.hifimix.hu
info@hifimix.hu

Technikatörténet – évszámokban

dr. Fábián Tibor okl. villamosmérnök

10 éve történt

– Az 1997. évi fizikai Nobel-díjat *Steven CHU* (*1948), *William D. PHILIPS* (*1948) amerikai és *Claude COHEN-TANNOUDJI* (*1933) francia fizikus kapta a lézerekkel kapcsolatos atom-befogási módszer kifejlesztéséért.

– Januárban megjelenik a multi-média-alkalmazásokat a processzor szintjén támogató Intel Pentium MMX processzor (órajele 166...233 MHz). Ezt a 233...300 MHz-es Intel Pentium II követi májusban, amely új felülettel, a szabadalommal védett Slot1-gyel illeszkedik az alaplaphoz. A tranzistorok száma 7,5 millió, a vezetősíkok szélessége 0,35 μm .

– Április 10-től az Antenna Hungária Rt. és a Magyar Televízió Rt. a budapesti 24. csatornán az MTV2 műsorát kísérletileg a NICAM szerinti sztereó kísérőhangos változatban, a CCIR szerinti 5,5 MHz-es kép-hangvívó távolsággal sugározza.

– Július 24-én Magyarország – 81. tagorszádként – belép az INMARSAT-ba. Hazánkat a szervezetben a HUNSAT Műholdas Távközlési Egyesülés képviseli. Decembertől a MATÁV az automatikus távhívó szolgáltatáson keresztül biztosítja az INMARSAT négy műholdján keresztül a nemzetközi előfizetők elérését.

– Augusztus 8-tól a Petőfi és a Bartók Rádió műsorát – kísérleti jelleggel – a CCIR-URH sávban is sugározzák a Széchenyi-hegyről (Petőfi: 94,8 MHz, Bartók 105,3 MHz, 1 kW). Augusztus közepétől az adókat véglegesítik, teljesítményüket 10 kW-ra növelik. Októbertől kezdve az egész or-



1. ábra. Commodore C64 „home computer”

szágban a Petőfi és a Bartók Rádió OIRT-URH sávú adásai fokozatosan „felköltöznek” a CCIR sávba.

– Szeptember 15-től megszűnik a Magyar Televízió 1. programjának adása Pécsen az O2 és Sopronban az O9 csatornán. Az adások a továbbiakban az UHF 49. csatornán vehetők.

– Október elején indulnak az UHF sávú országos kereskedelmi tévéadások (TV2 és RTL Klub), amelyek a lakosság kb. 87%-át látják el műsorral. Egyidejűleg a Magyar Televízió 2. programjának földi sugárzása véget ér, a műsor csak a Hot Bird 3-ról vehető. Az Országos Mikrohullámú Központ műholdas feladó állomását ünnepélyesen szeptember 30-án adják át.

– Budapesten „felszámolják” a 7A2 telefonközpontokat. A Teréz-központ utolsó crossbarját októberben cserélték le digitálisra.

– A Pannon GSM a Pannon Praktikum, a Westel pedig a DOMINO szolgáltatás bevezetésével az év utolsó hónapjaiban elindítja az előre fizetett, „újrátölthető” mobiltelefon kártyarendszert.

– Megjelennek az Egyesült Államokban az első DVD-lejátszók. A piaci bevezetést követő évben az USA-ban 7 millió DVD-lemezt és 900 ezer lejátszót adtak el.

– A Sony piacra hozta a világ első teljesen sík képcsöves, torzítás- és tükrözésmentes képet szolgáltató tévékészülékét.

– Az USA-ban az Ultralife cég új áramforrással, a Solid Polimer márkanévű szilárd polimer-elektrolites akkumulátorral jelenik meg a piacon. A cella feszültsége tipikusan 3,7 V, élettartama több mint 500 töltési-kisütési ciklus, 115...150 Wh/kg energiasűrűség mellett. Memóriaeffektus nincs.

– Az amerikai Xilinx cég – a világon elsőként – 0,35 és 0,25 μm -es technológiájú FPGA-kat (Field Programmable Gate-Arrays) készít. A helyszínen, azaz a felhasználónál programozható kapuhálózatok egyréteges ÉS, ill. ÉS-NEM hálózatok, tápfeszültségük 3,3 V. Az XC4000XL család hálózatai legfeljebb 180 ezer, az XC4000XV család tagjai legfeljebb 500 ezer kaput tartalmaznak.

25 éve történt

– Az 1982. évi fizikai Nobel-díjat *Kenneth G. WILSON* amerikai fizikus (*1936) kapta a fázisátalakulásokkal kapcsolatos kritikus jelenségekre vonatkozó elméletéért.

– Januárban bemutatkozik a nagyközönség előtt a Commodore C64 „home computer”. *Jack TRAMIEL* – a cég alapítója – 1981-ben felvásárolt egy csődbe jutott csipgyártó céget, és – elbocsátással fenyegetve mérnökeit – azt a feladatot adta ki, hogy hat hónap alatt készítsenek el egy házi számítógépet. Így született meg *Chuck PEDDLE* fejlesztésének eredményeként az MCS6502 processzorral és a 64 KiB-s RAM-mal, 20 KiB-s ROM-mal ellátott C64, mely több, mint tíz éves pályafutása alatt a világ egyik legtöbb példányban eladott gépe lett (1. ábra). Ez volt az első gép, melybe szintetizátor-csipet integráltak. A három, egyenként 8 oktávós hanggenerátort négy különböző hullámformával és zajgenerátorral lehetett modulálni.

– Május 20-án meghalt *Merle Antony TUVE* amerikai fizikus (*1901). 1925-ben, még doktorandusz hallgatóként, impulzusmódszerrel mérte az ionoszféra ionizált rétegeinek magasságát. A vizsgálatokban *Gregory Breit* volt segítségére (2. ábra).

– Június 21-én meghalt *Hendrick Wade BODE* amerikai matematikus, fizikus (*1905). Nevét a Bode-diagram és stabilitási kritérium őrzi. A Bell Laboratóriumnál – *C. E. Shannon* munka-



2. ábra. Merle A. Tuve (jobb oldalon) és Gregory Breit a Naval Research Laboratory-ban



3. ábra. Zworykin 1940-ben az ikonoszkóp egy koral példányával

társaként – digitális szűrővel, hálózatok és visszacsatolt erősítők kérdéseivel foglalkozott.

→ Július 15-én – a párizsi CEPT konferencia határozata alapján – 26 ország távközlési igazgatósága részvételével megalakul az *Európai Műholdas Távközlési Szervezet* (European Telecommunications Satellite Organization, EUTELSAT).

→ Július 29-én Princetonban meghalt *Vladimir Kosma ZWORYKIN* orosz származású amerikai villamosmérnök (*1889). A pétervári műszaki egyetemen szerzett diplomát, majd rövid ideig *B. L. Rozing* asszisztense volt. 1919-ben emigrált az Egyesült Államokba. Előbb a Westinghouse Electric Company-nál, majd 1929-től 1954-ig a Radio Corporation of America-nál dolgozott. Több mint 120 szabadalom fűződik nevéhez, ezek közül az *ikonoszkóp* (iconoscope) képbontó csövet, a *kineszkóp* (kinescope) mágneses eltérítésű képcsövet, valamint az elektronokszorozót és elektronmikroszkópot említjük (3. ábra).

Bár egyesek a „modern televízió atyjaként” emlegetik, Zworykin szerepének tárgyilagos értékelése még várat magára. Szabadalmainak elsőbbségét többen vitatják, nevéhez szabadalmi perek sokasága fűződik (pl. Farnsworth kontra Zworykin). Tevékenységével kapcsolatos publikációk jó része pontatlan, egyes dolgokat elhallgatnak vagy „csúsztatnak”... Így van ez például a minden lexikonban megtalálható 1923. évi keltezésű ikonoszkóp *szabadalommal* is. A tény: 1923 decemberé-

ben csak *találmányi bejelentést* tett, amely vázlatosan egy teljesen elektronikus tévével foglalkozott.

A Rozing ötlete alapján leírt rendszer – egyes szakértők szerint – megvalósíthatatlan volt. A többször módosított és kiegészített bejelentésre szabadalmat a *híróság*, és nem a Szabadalmi Hivatal adta meg 1938 decemberében! Működőképes kísérleti ikonoszkópot csak 1941-ben tudtak készíteni, miután az RCA megvásárolta *Tihanyi Kálmán* szabadalmait a töltéskép-tárolás elvén működő mozaik-elektrodás képfelvető csőre és az azokban leírtakat a gyakorlatban megvalósította.

→ Állítólag szeptember 5-én jelent meg a *smiley* egy egyetemi internetes „faliújságon”. A :-) jelet elsőként *Scott E. FAHLMAN* használta.

→ Szeptember 18-án La Jollaban (Kalifornia) meghalt *BABITS Viktor* gépészmérnök (*1900), a magyar televíziózás egyik – nemzetközileg is elismert – úttörője, a Műegyetemen a „Rádiótechnika” tantárgy első előadója, a Műegyetemi Rádió Club igazgatója. Életéről és tevékenységéről a *Rádiótechnika 2003. évi júniusi számában* adtunk részletesebb ismertetőt.

→ Az *Interkomputo '82-n* bemutatkozik az első, kelet-európai országban gyártott házi számítógép, az *Aircomp-16*. A gép tervezői, *LUKÁCS József* és *LUKÁCS Endre* – az Apple konstruktőreihez hasonlóan – egy kamrában készítették el a Z80 processzorral alapozott, 4 MHz órajelű, 16 KiB-nyi RAM-os gépet. Billentyűzete érintős kivitelű volt, 320 × 200 képpontos monokróm grafikai megjelenítést biztosított. Két sorozatban készült: egy fehér házaz „szappandoboz” kivitelben amely a tápegységet is magában foglalta, valamint a 4. ábrán látható fekete, külső tápegységes „módosított” kivitelben.

→ November 30-án megindult a Magyar Televízió rendszeres kísérleti



4. ábra. Aircomp-16, az első magyar házi számítógép

teletext adása. A 200 oldalas *Képiúságot* az MTV és az MTI közösen szerkesztette.

→ Megjelenik a piacon a Sinclair Research Ltd. *ZX Spectrum* mikroszámitógépe, téglalap alakú fekete műanyag dobozban, fóliaalapú gumibilentyűkkel, előbb 16, majd 48 KiB RAM-mal.

→ A Philips és a Sony elkészíti az első digitális „kompakt” hanglemezeket. Október elsején Japánban piacra kerülnek az első Sony gyártmányú CD-lejátszók. A CD-A szabványt (formátum, kódolás, mintavételi frekvencia, méretek stb.) a „Reed Book”-ban publikálják.

→ Az év processzorai: *Motorola 68010*, *Zilog Z800*, *Intel 80186/80188/80286* – ez utóbbi 134 ezer elemi tranzisztorból áll, órajel-frekvenciája ekkor még csak 8 MHz. A *California Egyetemen* (Berkeley) folyó fejlesztés eredményeként megszületik a csökkentett utasításkészletű (RISC) processzor első változata. A RISC-I. 32 bites, órajele 1,5 MHz, egy utasítás végrehajtási ideje 2 μs, az utasítások száma 31.

→ Az USA-ban elsőként a *Steve KIRCH* alapította Mouse System Corp. árusít „egeret” a számítógéptől függetlenül. Bár az eszköz eredetileg az IBM PC-khez készült, de bizonyítanul működ-



5. ábra. Telemobiloskop, az első rádiólokátor (1904)

dése, a szoftverek hiánya és a magas ár meggátolta elterjedését. Az egér pozíciójának meghatározása az egérpadon lévő rácsozat infravörös letapogatásával történt.

50 éve történt

– Az 1957. évi fizikai Nobel-díjat *Chen Ning YANG* kínai származású amerikai fizikus (*1922) és *Tsung-Dao LEE* kínai fizikus (*1926) kapta a paritás problémájával kapcsolatos alapvető részecskefizikai munkásságukért.

– Január 17-én Budapesten meghalt *GROSSMANN Gusztáv József* gépészmérnök (*1878), a röntgentechnika egyik úttörője. Értékezéseiben lefektetett elvek alapján készült el a rétegfelvető röntgenkészülék, a *Tomograph*.

– Január 31-én Düsseldorfban meghalt *Christian HÜLSMEYER* német mérnök (*1881), a radar őse, a 40...50 cm-es hullámhosszon működő *Telemobiloskop*nak feltalálója (5. ábra).

– Február 8-án Washingtonban meghalt a XX. század talán egyik legnagyobb matematikusa, *NEUMANN János* (*1903). Eredményeit elsősorban a számítástechnikában érte el a tárolt programú, ún. Neumann-elvű számítógép kidolgozásával. Megalapozta a halmazelméletet, valamint az operációkutatás alapjait szolgáló matematikai játékelméletet. Élete vége felé az automaták általános elméletével foglalkozott. Komoly szerepet töltött be az atomenergia felszabaddításával kapcsolatos kutatásokban. *Hans Bethe*, Nobel-díjas fizikus így vélekedett róla: „Neumann agyát ismerve elgondolkodik az ember, hogy nem valamilyen magasabb rendű faj egyik egyedével áll-e szemben, akik nem is emberek, hanem félistenek, de olyan alaposan kiismerték az embert, hogy tökéletesen utánozni tudják” (6. ábra).



6. ábra. Neumann János az IAS gép előtt

– Az év elején a Magyar Televízió üzembe helyezte az angol *Pye* cég által gyártott első televíziós közvetítőkocsiját, melyhez négy felvevőkamera és a 7 GHz-es sávban üzemelő 0,1 W-os adó-vevő tartozott. Február 23-án a Széchenyi-hegyi 1/0,4 kW-os tévéadó-ról megindul a kb. 40 km-es körzetben fogható kísérleti műsorok sugárzása, heti két alkalommal, kedden és pénteken 18:30 és 20:30 óra között. (Később a csütörtöki nap beiktatásával az adásnapok számát háromra növelték.) Az első helyszíni közvetítésre áprilisban került sor: a Népstadionból magyar és osztrák csapatok húsvéti labdarúgó tornáját adták.

A Magyar Televízió születésének hivatalos napján, május 1-jén a Hősök teréről az ünnepi nagygyűlést és felvonulást, majd május 9-én a Fővárosi Nagycirkuszban a Párizsi Jégrevü műsorát közvetítették. A TV Híradó őse, a Képes Híradó június másodikától jelentkezett heti rendszerességgel. Augusztus 18-án kormányrendelettel a Magyar Rádió nevét *Magyar Rádió és Televízió* (MTV) változtatták. Szeptemberben a tévésugárzás „országos” lett: ha műsort nem is, de monoszópot egy héten át reggeltől estig lehetett fogni (7. ábra). A budapesti tévéállomás ma is álló és üzemelő, 94 m magas, 11 emeletes adóépülete az év végére készült el.

– A Széchenyi-hegyről február 23-án kezdte meg napi négyórás kísérleti műsorának adását 89,2 MHz-en a Posta Rádióműszaki Hivatal szakemberei által készített 1 kW-os adó. A kezdetekben a moduláló jelet az Osztrák Rádió URH műsorából felvett és magnetofonnal rögzített zenei anyag adta. Pécsen a Misina-tető kilátójáról augusztus 11-én indult 88,6 MHz-en 30 W-tal a kísérleti műsorsugárzás. Az országos URH-FM adóhálózat kialakítására azonban már nem az európai 87,5...100 MHz-es, hanem – politikai döntés alapján – a 66...73 MHz-es OIRT-sávban került sor.

– Április elején a BBC hírműsorában, a *Panorama*-ban a dél-svájci spagettiszüretről adtak hírt. A tréfának meglepően sokan hittek, mivel Angliában az „egzotikus” spagetti nem volt széles körben ismert. A BBC-t elárasztották az érdeklődő telefonhívások. A műsorvezető – a nézők kérdéseire válaszolva – elmondta, hogy a fán nőő spagetti azért mindig ugyanolyan hosszú, mert kinemesítették. Spagettifát pedig úgy kell nevelni, hogy egy

szál spagettit paradicsomos üvegbe kell állítani, majd várni....

– New Yorkban és Londonban sztereó adáskísérleteket folytatnak. Az első időkben az egyik csatornát középhullámon AM-mel, a másikat URH-n FM-mel adták. A BBC még ebben az évben a jobb és a bal csatorna jelét egy-egy URH-FM adóval közvetítette, majd egy URH-FM-adó és egy tévéállomás FM hang-adójának kombinálásával próbálkozott.

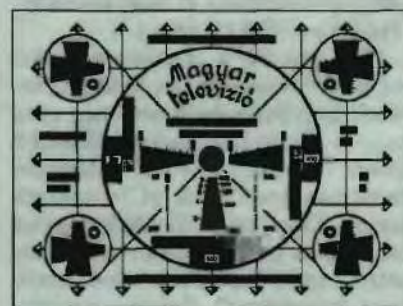
– Augusztus 16-án meghalt *Irving LANGMUIR*, Nobel-díjas amerikai fizikokémikus (*1881). Gáztöltésű volfrámszálas izzólámpát, higanyos nagyvákuum-szivattyút, vákuumos elektroncsöveket készített, kidolgozta az elektroncsövek tértöltési elméletét.

– Október 4-én a Szovjetunióban felbocsátották az első mesterséges holdat, a *Szputnyik-1*-et. Az „űtitár” a Földet 96,2 perc alatt kerülte meg, átmérője 58 cm, tömege 84 kg volt. Két 1 W-os, telepes üzemű adója 20,005, ill. 40,002 MHz-en adta a 0,3 s hosszú „bip-bip” jelzéseket. Három hónapig működött, majd a légkörben elégett.

– *Henri de FRANCE* francia mérnök (1911 – 1986) nyilvánosságra hozta színes tévéadásrendszerét, a SECAM-ot (*SÉquentiel Couleur et À Mémoire*), mely alapvetően az amerikai NTSC rendszer színhibákat okozó fázistorzulásait volt hivatott kiküszöbölni. Hazánkban 1969-től, a színes adások megindulásától kezdve majd 25 éven át a SECAM szerinti adásmódot alkalmazták.

– Az amerikai Burroughs cég bemutatta gázkisülésű számkijelző csöveit, a *digitronokat*, vagy ahogy a hazai szakma előtt a cég márkanéve alapján ismert: a „Nixie-csőveket”.

– Az IBM piacra hozta az első tűs mátrixnyomtatót. A nyomtatási sebesség alig érte el a percenkénti 100 sort.



7. ábra. A Magyar Televízió Nemes Tihamér által tervezett első monoszópjá

– A kaliforniai „Szilícium-völgyben” a Shockley Semiconductor Laboratory-t elhagyó nyolc kutató – Robert NOYCE és Gordon MOORE vezetésével – megalapítja a Fairchild Semiconductor Corporation-t. Az új vállalat sikertörténete a tranzisztorok gyártásával kezdődött: elsőként az IBM számára készítettek 100 darabot, darabját 150 dollárért.

75 éve történt

– Az 1932. évi fizikai Nobel-díjat Werner Karl HEISENBERG német fizikus (1901 – 1976) kapta a kvantummechanika megalkotásáért és alkalmazásáért.

– Február 14-től hallható az éterben a Magyar Rádió második programja, a *Budapest II.* A régi 3 kW-os adó, melyet a Posta Kísérleti Állomás dolgozói átépítettek, 210 m-en sugározta a műsort, beleértve a kezdetben hetenkénti, majd március 13-tól napi 2-3 órás külön „gramofonhangversenyekeket”.

– Márciusban a budapesti Váci út 66. sz. alatt megkezdte működését a Stuhlhofer és Liles Közkereseti Társaság, ismertebb nevén az *Always* (a REMIX elődje). A társaság Always védjeggyel szilittellenállásokat gyártott, de az amatőrök között népszerűek voltak a rádiók típusáramköröit bemutató füzetek is (*Always-szabványkapcsolások*).

– Május 1-jén először adott hazánk félórás rádióműsort az amerikai hallgatók részére. A műsorjelet Berlinig kábelen továbbították, majd a nauen-i rádióállomás irányított rövidhullámú antennáival sugározták ki 19 és 29 m-en a CBS rádiótársaság számára.

– Június 27-én Washingtonban meghalt Louis Winslow AUSTIN amerikai fizikus, az US Naval Radio Research Laboratory vezetője (*1867). 1906-ban – Pickardtól függetlenül – feltalálta a kristálydetektort. A tengerészetnél a nagytávolságú rádiókapcsolatok vizsgálatával, rádió-irányméréssel, antennák konstrukciójával foglalkozott.

– Július 22-én Hamiltonban (Bermuda) meghalt Reginald Aubrey FESSENDEN kanadai-amerikai mérnök (*1866). 1906-ban kísérleti rádióállomásáról elsőként sugározott AM-műsort. Felfedezte – Schloemilchtől függetlenül – az elektrolitikus detektort és a heterodín elvet (8. ábra). Több mint 200 szabadalma közül csak néhányat

említünk: nagyfrekvenciás forgógépes generátor, mikrofilm, tűzálló villamos szigetelőanyag, víz alatti hangszugárzó és detektor (a szonár őse), lég-hűtéses gépkocsimotor, turboelektromos hajógép, elektromos hajtású gíroszkóp, orvosi röntgenberendezés.

– Július 27-én – a Los Angeles-i Olimpia megnyitása előtt, a közvetlen észak-amerikai rádiótelefon összeköttetés biztosítására – a székesfehérvári rádióállomáson üzembe helyezték a 15...60 m között bármely hullámhosszra lehangolható, 20 kW táviróteljesítményű Telefunken adót. A korabeli híradás szerint az adót használhatták „telefonára, hírszóróközvetítésre és képtávíratozásra is”.

– Meghalt George EASTMAN amerikai gyáros (*1854), a tekercsfilm, a doboz-fényképezőgép („rollfilm-es box-kamera”) feltalálója, a Kodak cég alapítója.

– Augusztus 22-én a BBC megkezdte kísérleti tévéműsorainak sugárzását új londoni stúdiójából, a Broadcasting House-ból. Itt már az énekesek, táncosok mintegy 12 lábnyi (kb. 3,6 m-es) szélességű stúdiószínpadon mozoghattak! A karácsonyi műsorban már görkorszolyás, biciklis artisták, balett-táncosok, bábjátékosok is szerepeltek.

– *TARJÁN Ferenc* matematika-fizika tanár, *CZÁKÓ Győző* rádiótechnikus és *LIEDL Gyula*, az Eternola gramofongyár műszaki igazgatója az „El-

járás és berendezés képnek és hangnak gramofonlemezre való együttes, egyidejű leképezésére és lejátszására” c. találmányukra – a képlemez őse – magyar szabadalmat kaptak.

– Megkezdődött a hazai rádióhálózat kiépítése. A nagyrészt Budapest I., esetenként Budapest II. műsorát relézó középhullámú közvetítőállomások közül a magyaróvári 1,25 kW-os, 209,8 m-en dolgozó Standard gyártmányú adó november 10-én, a nyíregyházi (eletói) 6,25 kW-os, 267,2 m hullámhosszú, ugyancsak Standard adó pedig december 29-én indult. Az állomások ünnepélyes megnyitására csak 1933 júniusában került sor.

100 éve történt

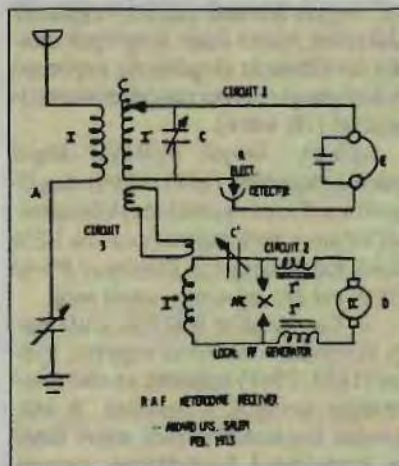
– Az 1907. évi fizikai Nobel-díjat Albert Abraham MICHELSON orosz származású amerikai fizikus (1852 – 1931) kapta pontos optikai berendezéséért (az ún. M.-féle interferométerért; vázlata a *Rádiótechnika Évkönyve 1993-as kötetében* szerepel) és az ezzel végzett spektroszkópiái, metrológiai kutatásaiért.

– Január 10-én született Dallasban Gordon Kidd TEAL matematikus, kémikus (†2003). Neve a Bell Labs.-nál, majd a Texas Instruments-nél összeforrt a germánium és a szilícium egykristály, a szilícium napelem és rétegranzisztor előállításával, kristályhúzó berendezés szerkesztésével.

– Január 10-én I. Ferenc József szentesítette a BODOLA Lajos (1859 – 1936) mérnök, műegyetemi professzor által kidolgozott 1907. évi V. törvény-cikket „A mértékekről, ezek használatáról és ellenőrzéséről”. Ennek alapján hozzák létre a Magyar Királyi Központi Mértékügyi Intézetet, az Országos Mérésügyi Hivatal (OMH) jogelődjét.

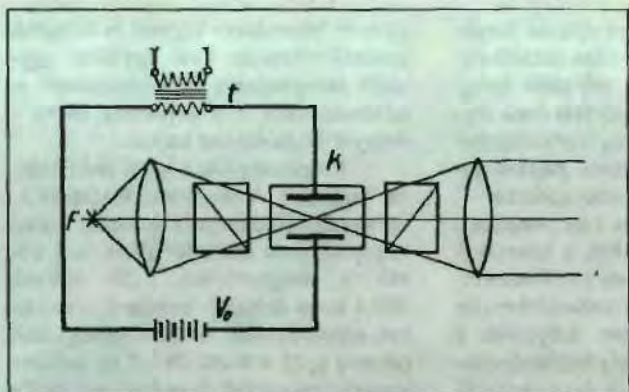
– Január 20-án Hamburgban született Manfred von ARDENNE német fizikus (†1997). Az elektronfizika területén számtalan találmányt és fejlesztési eredményt tudhat magáénak. Kifejlesztette a többszörös csöveket, a katódsugárcsöves oszcilloszkópot, megvalósította a teljesen elektronikus televíziós képátvitelt; univerzális elektronmikroszkópot, mágneses izotóp-sztévalasztót készített.

– Győrben augusztus 3-án született HORVÁTH Árpád tanár, a hazai technikatörténeti irodalom kiemelkedő alakja (†1990). Számtalan – lebilincselően érdekes – könyve közül helyhiány miatt csak néhányat említhetünk. Ezek idő-



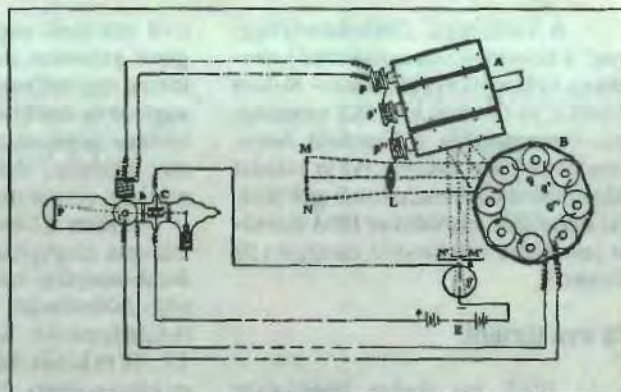
8. ábra. R. A. Fessenden heterodín vevőjének kapcsolása

Az amerikai Salem hadihajón használták fejhallgatós távolsági vételre 1913-ban. A helyi oszcillátor dinamóról táplált (v-tény-generátor), a detektor pedig elektrolitikus egyenirányító



9. ábra. A Kerr-cella villamos kapcsolása

A betűk jelentése: k = Kerr-cella (nitrobenzollal töltött kondenzátor), F = fényforrás (fénye gyűjtőlencsén és polarizátorként működő Nicol-prizmán áthaladva jut a cellára, majd az elsőre merőlegesen polarizáló Nicol-prizmán át kerül a vetítőlencsére), V_0 = a cella előfeszítését biztosító telep, t = a képáram erősítő ki-menő transzformátora



10. ábra. A Kathoscope vázlatja

A fontosabb betűk jelentése: A és B = egymásra merőleges tengelyű sokszögű forgótükrök; F = fotocella; P = a katódsugárcső fluoreszkáló ernyője; C = katódsugár Intenzitás-modulátor (egyfejű Wehnelt-henger); a = diafragma; p és q = indukciós tekercsek; s és t = eltérítő tekercsek

rendben: A dinamó regénye (Jedlik Ányos); A varázsinga (Eötvös Loránd); Camera obscura (A kinematográfia története); Korok, gépek, feltalálók; A gondolat szárnyai; Verne a technika álmodója; A megkésett világhír (Jedlik Ányos); Órák és órák; Edison; A távcső regénye.

– William COOLIDGE, a General Electric kutatója kidolgozta a vékony volfrámszál előállítási technológiáját. Felismerte, hogy ha a volfrámporból zsugorított rudakat 1500 °C-on kovácsolják, alkalmasak lesznek a dróthúzásra.

– Augusztus 30-án született Cincinnati (Ohio) John William MAUCHLY fizikus, mérnök (†1980), az első általános célú elektronikus számológép, az ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) társhelfalója; a mágnesszalag-táras BINAC és UNIVAC számítógép tervezője.

– Glasgowban meghalt John KERR skót fizikus (*1824). W. Thomson munkatársaként értékes kutatásokat végzett arra vonatkozóan, hogyan viselkedik a polarizált fény a mágneses és az elektromos térben. Felfedezte a nevét viselő effektust, mely szerint az elektrosztatikus tér elforgatja a fény polarizációs síkját. Az ezt realizáló ún. Kerr-cellát 1923-tól alkalmazták a mechanikus bontású képösszerakásában, a feszültségváltozásoknak fényintenzitás változássá való alakításában (9. ábra).

– December 17-én meghalt William THOMSON (Lord KELVIN) angol fizikus (*1824). Nevét és tevékenységét legalább a rezgőkörökre vo-

natkozó T.-képlet, a csillapított hullámokra vonatkozó „csonka táviró-egyenlet”, a ferromágneses anyagok ellenállásának a mágneses térben való megváltozását leíró T.-effektus, az abszolút hőmérsékleti skála, a differenciálegyenletek megoldására használható harmonikusanalízátor, a tükrös galvanométer és az első matematikai rezgés-vizsgáló: az árapály-előrejelző készülék alapján illik ismerni.

– Borisz Lvovics ROZING (az angolszász irodalomban Rosing), a szentpétervári műszaki főiskola tanára (1869–1933) szabadalmaztatta a katódsugárcső megjelenítőként való alkalmazását. A Kathoscope segítségével – egyes források szerint – egyszerű alakzatok fekete-fehér árnyképét sikerült továbbítania forgótükrös képbontó és katódsugárcsőves megjelenítő segítségével (10. ábra).

– Henry Joseph ROUND angol mérnök, kapitány (1881–1966) megfigyeli a szilícium-karbid fénykibocsátását villamos tér hatására (ez a kék LED őse!). Közleménye az *Electrical World* 1907. évi 19. számában jelent meg.

– Leo Hendrik BAEKELAND belga származású amerikai vegyész, gyáros (1863–1944) feltalálta az első mesterséges anyagot, a bakelitet. A műgyantát kőszénkátrányból nyert fenol és formaldehid keverékének nyomás alatti hőkezelésével állította elő. Elsősorban a villamos- és a vegyiparban használták szigetelőként. Bakelitből készültek a rádiók dobozai, gombjai, a hanglemezek (de még az esernyőnyelek is!), a transzformátorok tekercseit pedig bakelitlakkal impregnálták.

200 éve történt

– Január 6-án Szepesbélán született PETZVAL József mérnök (†1891), a pesti, majd a bécsi egyetem matematika professzora. Nevét optikai kutatásai alapján szerkesztett fényszórója, nagy fényerejű, aszimmetrikus akromatikus fényképezési objektívjei tették ismertté. Lencséit a Voigtländer cég alkalmazta fényképezőgépeiben.

– Január 28-án London előkelő negyedének főutcáján, a Pall Mall-on kigyulladtak az első utcai gázlámpák. Pár hónappal később, III. György király születésnapján a város már ünnepi kivilágítást kapott. A kezdetekben a gázláng még szabadon égett a cső végén...

– Humphry DAVY (1778–1829) angol kémikus lúgok sóinak Volta-elemek segítségével végzett elektrolízise közben két új elemet fedez fel: a nátriumot és a káliumot. Ugyancsak ekkor kezdi meg ívlámpa kísérleteit.

– Július 28-án meghalt Christoph Ludwig HOFFMANN (*1721) német orvos, aki 1756–1763 között – Chappe-t megelőzve – feltalálta az optikai távirót. Leírta az átjátszóállomások szerepét, a geometrikus ábrák szükségességét. Az állomások közötti távolságot 3 akkori mérföldre, azaz kb. 22,5 km-re becsülte. A távirót nem csak a katonai hírek, hanem a lottóhúzás számainak továbbítására is ajánlotta. Elgondolásait 1782-ben hozta nyilvánosságra (11. ábra).

– Szeptember 25-én született Alfred Lewis VAIL amerikai gépész, feltaláló (†1859). Jelentős szerepe volt Morse táviró-kísérleteiben, a pont-vo-



11. ábra. Hoffmann optikai távirója egy kb. száz évvel későbbi rajzon

nal ábécé megalkotásában, az íróműves és az acéltűs dombornyomó vevő („register”) megtervezésében, elkészítésében. Kétvezetékes, földvisszavezetéssel duplex kapcsolást hozott létre Baltimore és Washington között. Többször véleménye szerint nem Morse, hanem Vail dolgozta ki a pont-vonal ábécét, figyelembe véve a betűk előfordulási gyakoriságát.

A helyi újság szerkesztőségében átnézte, hogy milyen betűből hányat tartanak a nyomda betűszekrényében, s ennek alapján kapták a leggyakrabban használt betűk (az E és a T) a legrövidebb kódot.

– William Hyde WOLLASTON (1766–1828) angol természettudós feltalálta a camera lucida-t. A szemmagasságban rögzített prizma segítségével a tárgy virtuális képét papíron jelenítette meg, s így azt még az amatőrök is egyszerűen lerajzolhatták (12. ábra).

– December 15-én I. Ferenc király szentesíti a 22. törvénycikket, mely elrendeli a pozsonyi kereskedelmi mértékek országos használatát. Ezek: a rőf (kb. 78,3 cm), a mérő (kb. 53,7 dm³), az akó (kb. 54,3 liter) és a font (kb. 0,55 kg).

300 éve történt

– Április 15-én Bázelen született Leonhard EULER matematikus (†1783). Tanulmányait Svájcban végezte, majd hosszú ideig Szentpétervárott dolgozott. Kora matematikájának nincs olyan fejezete, amelyben maradandót ne alkotott volna. Életében 530 könyve és értekezése jelent meg, összegyűjtött munkái 72 kötetre rúgnak. A *Bevezetés a végtelenek analízisébe* c. könyve tartalmazza a függvények sorba fejtésének elméletét, az $y = e^x$, $y = \sin x$ és $y = \cos x$ hatványsorait, ismerteti az $e^{ix} = \cos x + i \sin x$ sorait (a komplex szám Euler-féle alakja!). Nevéhez fűződik a „königsbergi hidak” problémája (a gráfelmélet első feladata), a zárt poliéderekre vonatkozó Euler-tétel. Elsőként fogalmazta meg matematikailag a „hullám”, „hullámhossz”, a „legkisebb hatás elve” fogalmát; felismerte, hogy a hullámhossz a rezgés frekvenciájától, a terjedési sebességtől függ, és egyaránt érvényes a hang-, a víz- vagy a fényhullámra.

(E visszatekintés az 1992-es évkönyvünkben megkezdett, azonos című



12. ábra. A camera lucida

„sorozat” folytatásának is tekinthető. A szövegben * -gal a születési, † -tel a halálozási évet jelöltük. A szerk.)

Az ábrák forrása

1. ábra: Commodore termékismertető. 1984. dec.
2. ábra: http://www.aei.it/ita/museo/mte_aaa3.htm
3. ábra: http://www.tvhandbook.com/History/History_TV.htm
4. ábra: <http://www.scitech.mtesz.hu/10kiraly/>
5. ábra: <http://www.radarworld.org/huelsmeyer.html>
6. ábra: John von Neumann: The Computer and the Brain borítója. Yale Univ. Press, New Haven, 1958.
7. ábra: Rádiótechnika 1968/2. 66. old.
8. ábra: <http://www.radiocom.net/Seitz/>
9. ábra: Dr. Babits Viktor: A távolbalítás és az ultrarövid hullámok technikája. Egyetemi Nyomda. Budapest, 1942., 32. old.
10. ábra: Chr. Ries: Sehende Maschinen. Hubers Verlag. München, 1916. 115. old. alapján, a feliratozás kiigazításával.
11. ábra: Technikgeschichte. 51. (1984) 2. 91. old.
12. ábra: H. Haberkorn: Anfänge der Fotografie. Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg, 1981. 37. old.



»Rövidhullámok 1924–1934«

Wlassits Nándor

könyve több évtizedes szakszerű gyűjtő- és kutatómunka eredménye, melyben új megközelítéssel: párhuzamosan vitt közlő, elemző és összegző tárgyalásmódban dolgozza fel a meglehetősen széles körű téma hazai és külföldi eseményeit.

Az igen olvasmányos műben több, eddig nem publikált vagy elfeledett, megalapozott feltételezésekből levont következtetés, illetve tények gazdag sora tárul elénk. Ezen okból biztosan állítható, hogy a kötet minden olvasójának kellemes és hasznos időtöltést fog szerezni.

224 oldal, B5 méret. Kapható a szerkesztőségben (H.-P. 09-14 óra) vagy postai utánvétellel is megrendelhető.

Ara: 1990 Ft (+ postaköltség).

239-4932 v. 239-4933 36-os mell. 1374 Budapest, Pf. 603
hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu



A RÁDIÓTECHNIKA Software Service ajánlata!



EXOR V 1.0 digitálisáramkör-szimulátor program

Az áramkört a szimulátor kapcsolási rajz szerkesztőjével rajzolhatjuk meg. Kipróbált kapcsolásokat könnyen beülthetünk újakra. A rajz Epson mátrix-nyomtatón kirajzolható. Az interaktív szimuláció megjeleníti a logikai jelek időbeli lefolyását és kijelzi a zárlatokat, valamint az összetett logikai elemek hárzádjait. A program egyedülálló módon a felhasználó által is továbbfejleszthető, 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 keretei között megvalósított matematikai modellek gyűjteménye, egyszerű ábrákkal illusztrálva. 48 elektronikai jellegű számítási probléma oldható meg a segítségével, ez a felhasználó által is

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

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



NIGHTPIC V 6.2 basic fordító PIC mikrokontrollerekhez + V 7.1 upgrade



A programrendszer az ún. PICBASIC-szerkesztő és -fordító funkciót valósítja meg (RT 2004/3. és 2005/12.). E könnyen elsajátítható nyelv és a fordító birtokában igen egyszerűen, gyorsan készíthetünk PIC-mikrokontrolleres alkalmazásokat, egy égető (Rádiótechnika 2004/6.) segítségével pedig be is tölthetjük, illetve azonnal ki is próbálhatjuk azokat. A fordító kezelni tudja az IC

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

Az alapprogram ára: 9900 Ft (CD-n), az upgrade: 4500 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 amelyik PIC tartalmaz beépített, ún. on-chip EEPROM-ot,

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

Az égetőprogram ára: 5000 Ft (1 db CD-n).



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 Idéig megjelent számain, kiadásain

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

www.radiovilag.hu

Moduláris felépítésű csőmérő

Simoncsics László okl. villamosmérnök, simoncsics@freemail.hu

Csőmérő leírást találhatott az olvasó néhányat a *Hobby Elektronikában*, a *Rádiótechnikában* vagy az *Évkönyvben*. Ezek használhatósága vagy nagyon szűk volt [1], vagy megépítésük sok anyagi és munkaráfordítást igényelt [2, 3].

A csőmérő, amely DC-DC konverter modulokból áll, a két kategória között helyezkedik el, ezért remélem, megnyeri az olvasók és a készüléképítők tetszését. Az említett leírásokban megtalálhatók az elektroncső működésével kapcsolatos legfontosabb tudnivalók, ezért most erre nem térünk ki.

Bevezetés

Az alább ismertetett műszerben a csövek méréséhez szükséges tápfeszültséget hasonló felépítésű modulok szolgáltatják, amelyek összeépítés előtt bemeérhetők.

A készülék tápellátása 12 V egyenfeszültségről történik, amely lehet hálózati feszültség közelben DC tápegység vagy dugasztáp, autóban szivargyújtó csatlakozója, hordozható kivitelben kis (6 Aórá) akkumulátor vagy góliátelemezből összeállított egység. A műszer hálózati tápegységet nem tartalmaz, ezért az ebből eredő érintésvédelmi kérdésekkel nem kell foglalkoznunk.

A mérési feladatokat egy áram és egy feszültségmérő alpműszer látja el, de megépíthető egy alpműszerrel is, ha a feszültség mérését egy külső (digitális) műszerrel végezzük. A mintakészülékben a csőfoglatok közül csak a nyolc leggyakrabban előforduló került beépítésre, a ritkább csövek mérését foglatat átalakítókkal végezhetjük. A csövek megfelelő bekötését is az eddigiektől eltérő módon, a bonyolult kapcsoló és a lengőzsinórok kiküszöbölésével oldottuk meg.

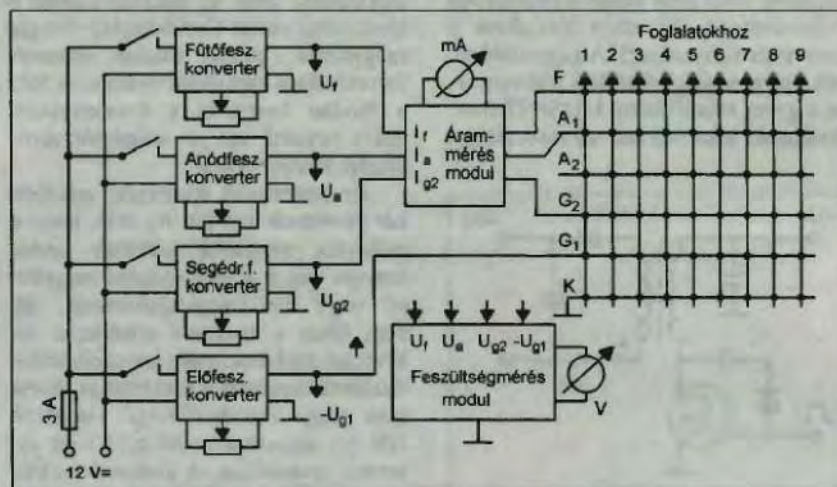
A készülék súlya jelentősen csökkenthető azáltal, hogy a magasabb frekvencián működő DC/DC konverterek alkalmazása kisméretű ferritmagoakat igényel. Az energiatakarékos, kapcsolóüzemű átalakítók építésében szerzett tapasztalatokat sok területen hasznosíthatja az olvasó.



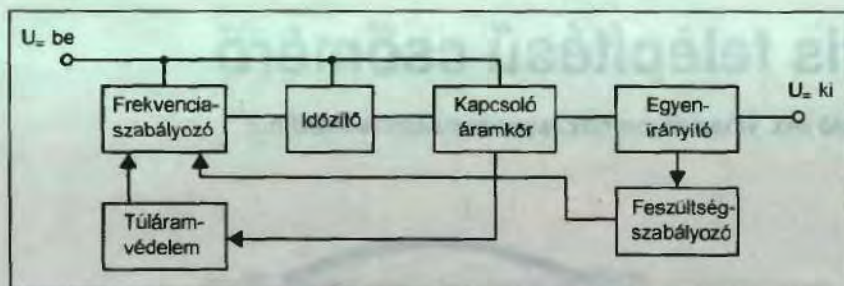
Felépítés

A műszer tömbvázlata, amely egyben az egyes modulok összekötését is mutatja, az 1. ábrán látható. A készülék

áramellátását négy, külön-külön szabályozható és rövidzár védelemmel ellátott DC/DC konverter végzi, amelyek biztosítják a méréshez szükséges stabil fűtő-, anód-, segéd- és előfeszültsé-



1. ábra. A műszer tömbvázlata



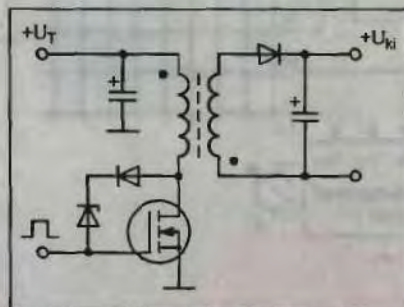
2. ábra. A konverter tömbvázlata

get. Mivel mindegyik egyenfeszültség, a feszültségmérés modulban található műszer segítségével ellenőrizhetjük üzem közben – három méréshatárban – mind a négy feszültséget. Az árammérés modul műszere a fűtő-, anód- és a segédáramot méri – szintén három méréshatárban. A tápvezetékek és az egyes foglalatpontok összekötése a csövek bekötésének megfelelően kialakított csatlakozók vagy nyák-lemezek segítségével történik, ez kiküszöböli a bonyolult kapcsolók és lengő vezetékek alkalmazását. Amennyiben valaki csak 10 voltnál kisebb fűtőfeszültségű csöveket kíván mérni, és telepleágázásokkal meg tudja oldani a csövek fűtését, elhagyhatja a fűtőfeszültség konvertert. Akkumulátoros táplálás esetén a fűtőfeszültség csökkentésére használható az LM317 típusú szabályozható feszültségstabilizátor is.

A továbbiakban részletesen tárgyaljuk az egyes modulok működését.

Konverterek

Magyarul félvezetős feszültségátalakító kifejezést kellene alkalmaznunk, de ez a fogalom sokkal több eszközt foglal magába, mint amit ebben a műszerben felhasználunk [4], ezért maradunk a konverter kifejezésnél. A kapcsolóüzemű tápegységek működési frekvenciája a gyors teljesítmény MOSFET tranzisztorok alkalmazása következtében



3. ábra. Kapcsolóüzemű átalakító

100 kHz frekvenciatartomány felé tolódott el, ami lehetővé tette a hatásfok növelését és az alkalmazott induktivitások méretének csökkentését [5]. Az említett irodalom a sokféle feszültségkonverter közül az 1–10 W teljesítménytartományban az együtemű és záróüzemű konverter alkalmazását javasolja, ezért a továbbiakban csak ezzel foglalkozunk. A konverter blokkismáját a 2. ábra mutatja. A működés megértéséhez vizsgáljuk meg az egyes részegységeket.

Kapcsoló áramkör

A kapcsolóüzemű átalakító elvi vázlata a 3. ábrán látható. Az impulzusokkal kapcsolt MOSFET nyelő körében egy ferritmagra tekercselt transzformátor van elhelyezve. A tranzisztor a pozitív impulzus időtartama alatt kinyit, gyakorlatilag nulla a forrás-nyelő ellenállás, a primer tekercsen annak induktivitása és ohmikus ellenállása által meghatározott növekvő áram folyik. Az impulzus lefutása után, amikor a tranzisztor lezár, a forrás-nyelő ellenállás gyakorlatilag végtelen, egy nagy pozitív feszültségű jelenik meg a nyelő elektródán, mert az induktivitásban a tranzisztor zárása alatt betáplált energia megjelenik a primer oldalon, átranzformálódik a szekunder oldalra, és tölti a diódán keresztül a kondenzátort. Ezért nevezik ezt az átalakítót záróüzemű konverternek.

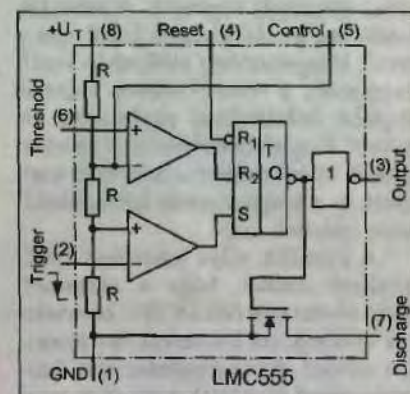
Az ismertetett üzemmód mindjárt két problémát vet fel. Az első, hogy a működés módjából adódóan fontos szerepe van a primer oldalon megjelenő nagy feszültségimpulzusnak, így nem lehet a szokásos módon, a tekercsel párhuzamosan kapcsolt védődiódával megóvni a tranziszort. Ezért csak nagy zárófeszültségű (legalább 100 V) teljesítmény MOSFET-ek jöhetnek számításba. A szekunder oldalon elhelyezett dióda a kondenzátor töltése alatt korlátozza az impulzusok

nagyságát, de terhelés, illetve feszültség-szabályozás nélkül a töltési folyamat nem áll le, egyre nagyobbak lesznek a feszültségimpulzusok, és a tranzisztor tönkremenetelét okozhatják. De feszültség-szabályozás mellett is, amelyet többnyire a vezérlőimpulzusok ritkításával végzünk, fellépnek rövid „parazita” impulzusok, amelyek korlátozására szolgál a nyelő és kapu között elhelyezett soros dióda és Z-dióda.

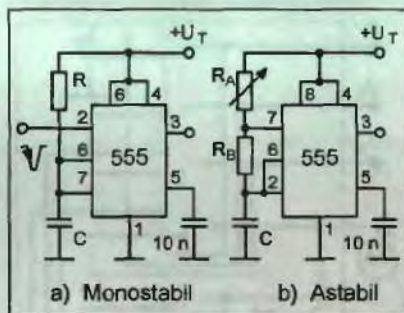
A második a hatásfok szempontjából fontos: az impulzushossz és a tekercs menetszámának összehangolása. A szekunder oldalon lévő kondenzátor töltését ugyanis lehet több rövidebb vagy kevesebb hosszabb impulzussal végezni, de egyben meg kell akadályozni a vasmag telítési értékig való gerjesztését. Ennek a kérdésnek a vizsgálatára később visszatérünk. Az elvi rajz is mutatja, hogy a transzformátor tekercseknél ügyelni kell a primer és a szekunder oldali menetirány megválasztására.

Impulzusgenerátor

A tranzisztor meghajtásához szükségünk van egy meredek fel és lefutású impulzusokat szolgáltató generátorra, ahol az impulzusok gyakoriságát szabályozni tudjuk. Tudjuk, hogy erre a feladatra a kereskedelemben kaphatók speciális drága integrált áramkörök (pl. MAX772, MAX776), de az egyszerűség kedvéért használjuk a jól ismert 555-ös időzítő CMOS változatát (LMC555, TLC555, ICM7555 stb.) Erről a népszerű áramkörrel már sok leírás jelent meg, a legrészletesebb a Rádiótechnikában, 1982–83-ban [6], majd az Évkönyvben [7] és a Hobby Elektronikában [8]. Egy könyv is ismerteti elég részletesen [9]. Ezért itt csak a leg-



4. ábra. A CMOS időzítő belső felépítése



5. ábra. Időzítő alapkapcsolások

fontosabb kérdésekre térünk ki. Az időzítő CMOS változatának belső felépítését mutatja a 4. ábra.

Az áramkör bemenetén találunk két feszültségkomparátort, ezek egyik bemenete a tápfeszültséget $1/3$ és $2/3$ arányban osztó ellenállásláncra van kötve. A továbbiakban az áramkör működését kövessük a legegyszerűbb, **5.a ábrán** látható monostabil multivibrátor üzemmódban. Ha a trigger (indító) impulzus szintje a tápfeszültség $1/3$ értéke alá jut, az alsó komparátor kimenete bebillenti a set bemeneten keresztül az RS tárolót, ennek Q negált kimenete alacsony szintre kerül, a kisütő (*discharge*) tranzisztor lezár és az inverteren keresztül a kimenet (*output*) magas szintre kerül. A C kondenzátor az R ellenálláson keresztül kezd feltöltődni. Amennyiben a *threshold* (*küszöb*) bemenet (a trigger impulzus megszűnte után!) meghaladja a $2/3$ tápfeszültség szintet, a felső komparátor a reset bemeneten keresztül kikapcsolja az RS tárolót, a *discharge* tranzisztor kinyit és kisüti C kondenzátort. A folyamat csak az újabb trigger impulzus után indul be.

Két kivezetés funkcióját kell még megemlítenünk. A *reset* lábra adott alacsony szinttel letiltható az áramkör működése (a kimenet alacsony szinten marad), a *control* kivezetésre adott külső feszültséggel tudjuk az előbb említett 1/3 és 2/3 tápfeszültség szinteket változtatni. Ezeket a lehetőségeket itt nem használjuk fel, ezért van az 5-ös láb egy kondenzátorral hidegítve, és a 4-es láb a tápfeszültségre kötve.

Az astabil multivibrátor (5.b ábra) működése az előbbiek alapján már nem igényel hosszas magyarázatot. A bekapcsolás után a C kondenzátor R_A és R_B ellenálláson keresztül töltődni kezd, mikor feszültsége eléri a $2/3$ tápfeszültség szintet, a 7 (discharge) láb alacsony szintre kerül és R_B ellenálláson át kiűül. A kimeneti impulzus hosszát R_A és R_B , valamint C értéke, az impulzusszünet

hosszát csak R_B és C értéke határozza meg.

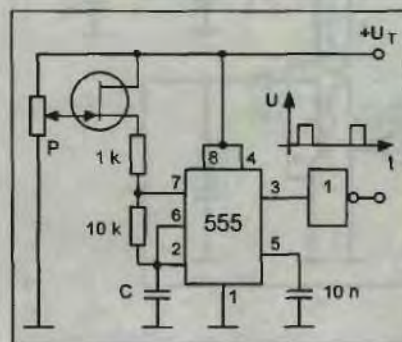
R_A értékének változtatásával máris egy szabályozható periódusidejű, konstans hosszúságú impulzusokat adó generátorhoz jutottunk, amelynek megvalósított kapcsolása a 6. ábrán látható.

A változtatható ellenállást egy állítható gate feszültségű JFET képviseli. Amennyiben a P potenciométer csúszkáját a tápfeszültség közelébe visszük, a FET kinyit, és közel 50% kitöltési tényezőjű impulzusokat kapunk, a source körben lévő 1 kohmos ellenállás a FET védelmére szolgál, fordított esetben a kimeneti impulzusok ritkúlnak egészen addig, amíg a FET teljesen lezár és megszűnik az astabil multivibrátor működése. (A kimeneti szint magas marad!) Hogy megfelelő polarítású impulzusokat kapjunk a kapcsolótranszisztor működtetéséhez, a kimeneten még egy invertert kell alkalmaznunk.

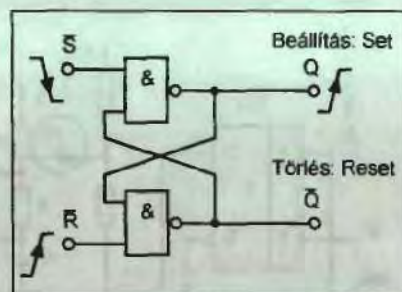
Túláram- és zárlatvédelem

A védelemre mind a mérendő cső, mind a konverterek túlterhelésének elkerülése érdekében szükség van. Az impulzustranzformátor szekunder tekercsével sorbakötött figyelő ellenálláson a dióda áramával arányos feszültség esik. Ezt egy komparátorra vezettjük, amelynek másik bemenetén beállítható stabilizált feszültség van. Amennyiben a feszültséges meghaladja a beállított értéket, a túláramvédelem működésbe lép. A leglőbb csőmérőnél a zárátvédelem úgy van megoldva, hogy a hibás (zárlatos, gázos stb.) cső eltávolítása után csak külön kapcsolóval lehet a műszert bekapcsolni, és a mérést újra indítani.

A kikapcsolási állapot tartásához ezért egy tárolót kell alkalmaznunk. Mivel már előbb említettük, hogy szük-



6. ábra. Impulzusgenerátor



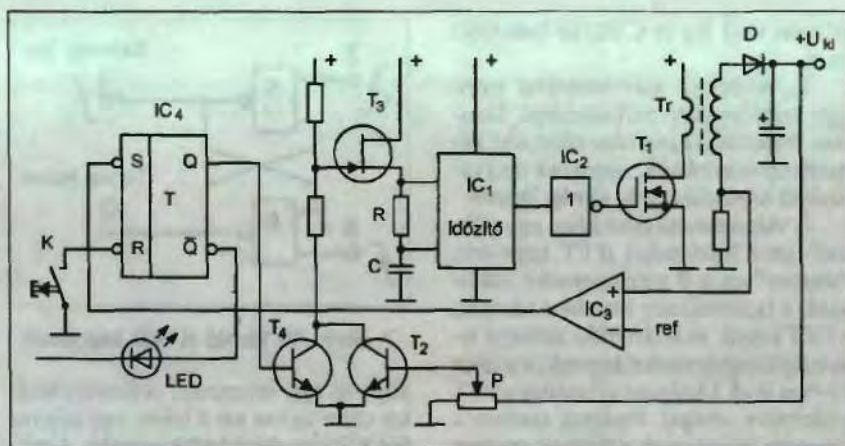
7. ábra. RS tároló NAND kapukból

ség van egy inverterre, célszerű mindkét célra ugyan azt a tokot, egy négyes NAND kapuáramkört használni. Ezeknek a kapuknak a segítségével nagyon sok logikai funkciót meg tudunk valósítani [10], csak a cikkben ismertetett TTL kapu helyett egy korszerűbb CMOS áramkört, 4093 típusjelzésű alkalmazzuk, amely 4×2 Schmitt-trigger bemenetű NAND kaput tartalmaz [11].

Az RS tároló felépítését NAND kapuk segítségével a 7. ábra mutatja. Az alacsony aktív *set* bemenetre L szintet kapcsolva a Q kimenet H szintet vesz föl, ezáltal (amíg R negált magas) ez az állapot fennmarad. A visszabillentés (*reset*) a másik bemenetre adott alacsony szinttel történik. Tehát a túláram figyelő komparátor átbillenése lehúzza S negált bemenetet, mire Q egy tranzisztoron keresztül leállítja az astabil multivibrátor működését, a zárlat megszűnte után R negált bemenet földre zárásával lehet a működést újra indítani. Mint már korábban említettük, azért nem használhatjuk az 555-ös tok 4-es lábát (*reset*) a leállításra, mert akkor annak 3-as kimenete alacsony szinten marad, ez a MOSFET tranzisztor nyitott állapotát jelenti.

A konverterek felépítése

Praktikus okokból mind a négy konverterhez azonos nyák-lemezt használunk. Ez a három pozitív feszültséget adónál nem okoz gondot, mert csak a kimenő egyenfeszültség és áramértékben van eltérés. A fűtés-, anód- és segédrácsfeszültséget szolgáltató konverter elvi sémáját látjuk a 8. ábrán. Az IC₁ időzítő által kiadott impulzusok az IC₂ inverteren keresztül kapcsolják a T₁ MOSFET tranzisztort, amelynek a drain-körében helyezkedik el a ferritmagra készített Tr transzformátor. A D gyors kapcsolódióda által egyenirányított kimenőfeszültséget egy feszültségosztón keresztül vezetjük vissza a T₂ szabályozó tranzisztor bázisára. Ami-



8. ábra. Pozitív feszültség konverter

kor a kimenő egyenfeszültség eléri a kívánt értéket, a szabályzó tranzisztor kinyit és olyan csatornaellenállást állít be a T_3 JFET-en, amely éppen az adott terheléshez és kimenőfeszültség biztosításához szükséges impulzusgyakoriságot szolgáltatja IC_1 kimenetén. A P potenciométer segítségével széles tartományban szabályozhatjuk az U_{ki} feszültség értékét.

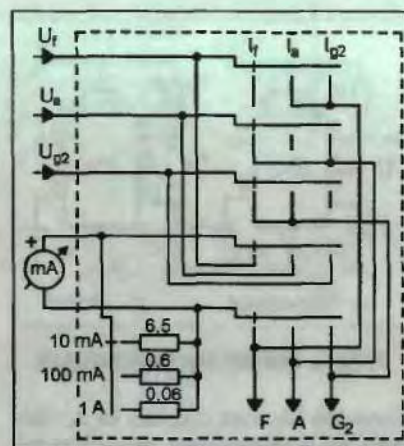
A túláramvédelem abban az esetben lép működésbe, amikor a szekunderkörben lévő figyelő ellenálláson eső egyenfeszültség meghaladja IC_3 komparátor negatív bemenetére adott referencia feszültséget. Az IC_4 tároló set bemenetére kapcsolt alacsony szint Q kimeneten keresztül kinyitja T_4 tranzisztort, amely leállítja a kimenő impulzusokat. A konverter újraindítása csak K reset nyomógomb működtetésével lehetséges. A működő állapotot IC_4 Q negált kimenetéről bekapcsolt LED mutatja.

A negatív előfeszültséget adó konverter (9. ábra) felépítésében csak

annyiban különbözik, hogy a pozitív szabályzó feszültséget adó szekunder tekercs és D_1 egyenirányító mellett alkalmazunk egy azonos menetszámú másik tekercset és D_2 egyenirányítót, amely negatív feszültséget szolgáltat. A negatív ágban a pozitív oldal feszültségszabályzó ellenállásával azonos előterhelést alkalmazunk. A zárlatvédelmet a diódával sorbakapcsolt R_s ellenállás biztosítja.

Árammérés modul

A modul kapcsolási rajza a 10. ábrán látható. A fűtés-, anód- és segédáramot mérjük. Mivel 10 mA a legalsóbb méréshatár, elegendő 1 mA alapérzékenységű műszer alkalmaznunk. A kapcsolást komplikálja, hogy az éppen mért áram mellett a másik két áramkörben a műszer helyét rövidre kell zárunk. Ez a legegyszerűbben a Morse-érintkezős Isostat nyomógomb-sorral oldható meg, ahol az egyik gomb benyomása a másik kettőt kiváltja. Be-

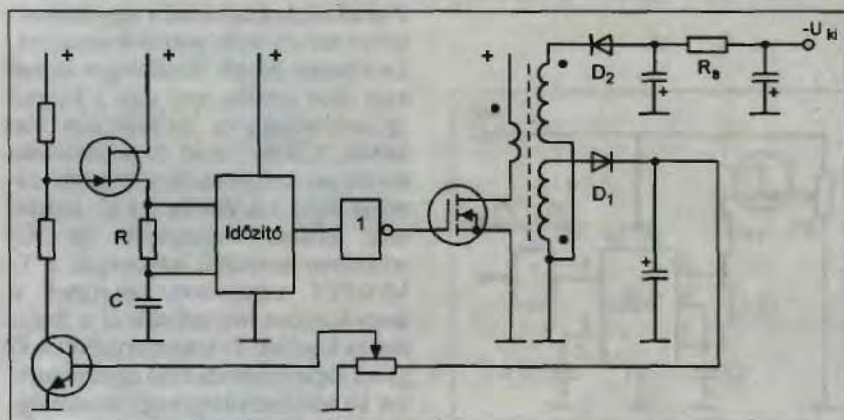


10. ábra. Az árammérés modul kapcsolása

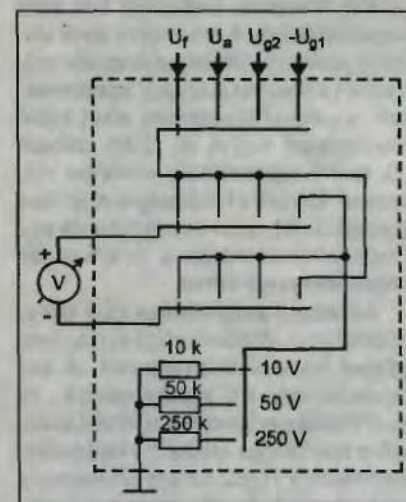
szerezési nehézségek miatt használjuk az öt érintkezősoros háromállású fokozatkapcsolót. A műszerrel párhuzamosan kapcsolódik a söntétet választó fokozatkapcsoló. A három méréshatárt (10 mA, 100 mA, 1 A) úgy választottuk meg, hogy a 100-as osztású alapskálát ne kelljen átrajzolni. A méréshatár váltó kapcsolónál ügyeljünk arra, hogy a kapcsolás átfedéssel történjék! A sönték ellenállás értékei csak tájékoztató jellegűek, a mintakészülékben felhasznált műszer típusra (EKM 101DA, 1 mA, 60 mV) érvényesek.

Feszültségmérés modul

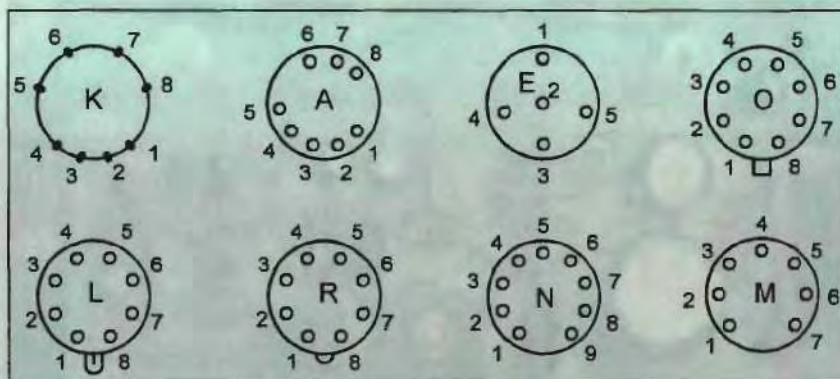
Az egység kapcsolási rajza a 11. ábrán látható. A műszer a fűtő-, az anód-, a segédáram- és az előfeszültséget méri. Azért kell három csúszósáv és négyállású kapcsolót alkalmaznunk, mert az



9. ábra. Negatív feszültség konverter



11. ábra. A feszültségmérés modul kapcsolása

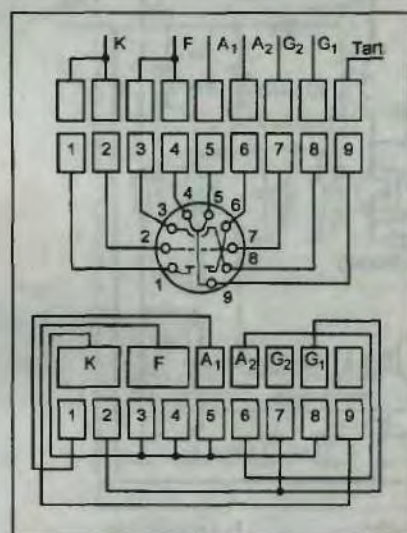


12. ábra. A csőérintkezők számozása

előfeszültség mérésnél polaritásváltásra is szükség van. A méréshatárok ugyan fokozatonként nem egy nagyságrenddel nőnek (10, 50, 250), de az alapskálát még így sem kell ábrázolni. Az előtét ellenállások értékei a műszer alapérzékenységből (1 mA) adódnak. Lehetőleg 1%-os vagy válogatott ellenállásokat használjunk!

Csőfoglatat érintkezők kapcsolása

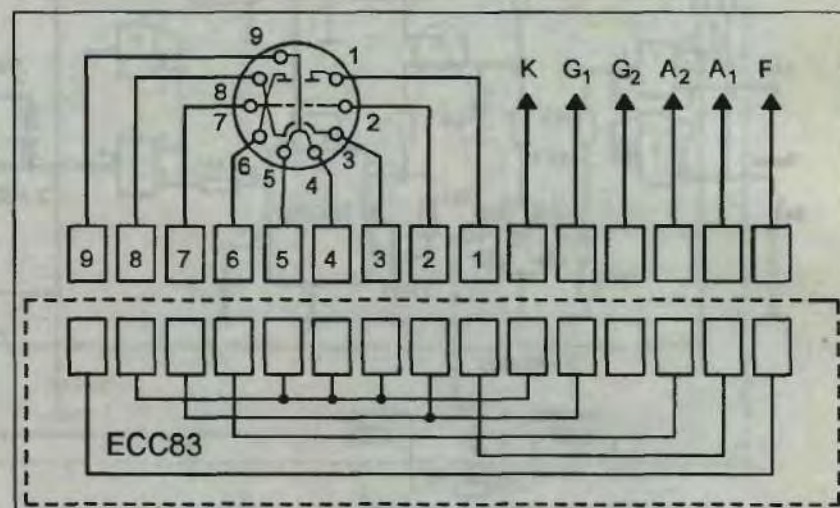
A csőmérő konstrukciók legnehezebben megoldható feladata a csőfoglatatok megfelelő érintkezőire rákapcsolni a mérőműszereket és a munkaponti feszültségeket. Ezt a feladatot vagy soktárcsás, sokállású fokozatkapcsolóval [12] vagy banánhüvelyes, keresztsínes dugaszolható rendszerű (ezek a kártyás csőmérők) vagy banánhüvelyes, röpszínóros rendszerrel oldjuk meg [13].



13. ábra. A csatlakozó bekötése (kétoldalas nyák)

Mindegyik rendszernek megvannak az előnyei és a hátrányai. Az elsőnek a bonyolult kapcsolórendszer, a másodiknak a nyomdai úton előállítható kártyakészlet, a harmadiknál a lengőzsinórok közötti nehéz eligazodás mellett az érintésvédelem sem oldható meg egyszerűen.

A mintakészülékben egy kompromisszumos megoldást alkalmaztunk: az előlap mögött van elhelyezve egy csatlakozósáv (anya), amelybe kívülről előre elkészített nyák-lemezeket lehet bedugni. Ezek a lemezek végzik a csőfoglatat érintkezőinek és a tápfeszültség vezetékek a mérendő cső bekötésének megfelelő összekapcsolását. A rendszer előnye, hogy a lengő vezetékek nem csúfítják el a készülék előlapját, és a nyák-lemezek megfelelő kialakításával még bekapcsolt anód- és segédrácsfeszültség mellett is elkerülhető az áramütés veszélye. Hátránya, hogy minden típusú csőhöz, amelyeknek

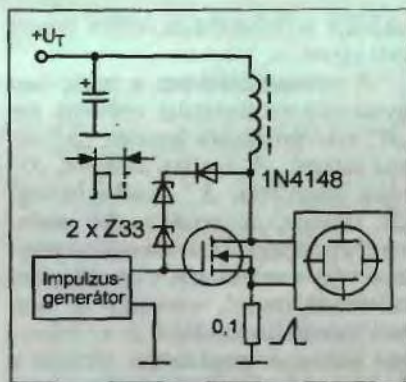


14. ábra. A csatlakozó bekötése (egyoldalas nyák)

eltérőek a fejbekötései, külön lemezt kell készíteni.

A mintakészülékben a nyolc leggyakoribb csőfoglatatot építettük be: „K” nyolcérintkezős kosaras, „A” német acélcső, „E” európai ötcsapos, „O” oktál bakelitfejtű, „L” locatl színűveg, „R” rimlock, „N” novál és „M” miniatűr foglatokat. Az érintkezők számozása vagy a vezetőcsap, vagy a modern csőveknél (novál, miniatűr) az üres hely baloldalán kezdődik és az óramutató járásának megfelelően történik a foglatat vagy csőfej alulnézetében. Egyéb csőtípusoknál a számozás a hagyományokat követi (12. ábra).

A foglatatoknál az azonos számú érintkezők össze vannak kötve és az előlap alatt elhelyezett csatlakozó megfelelő pontjaihoz kapcsolódnak. Ugyanehhez a csatlakozóhoz érkezik a fűtő-, anód-, segédrács- és előfeszültség vezetékek, valamint a nullvezeték (katód, fékezőrács, fűtés negatív). A nyák-lemez kialakítását a közkedvelt ECC83 noválcsőhöz és a csatlakozó bekötését mutatja a 13. ábra kétoldalas és a 14. ábra egyoldalas nyák használata esetén. Az első esetben minimálisan kétszer kilenc pólusú, a másodikban 15 pólusú csatlakozót kell alkalmaznunk. A felső kivezetésű csövek méréséhez banánhüvelyre hozzuk ki az anód-, a segédrács- és az előfeszültséget. Ezek csatlakoztatásához rövid banándugós zsinórokat készítünk rácsapka, illetőleg forrfül végződéssel. Ezek használata során úgy kerülhetjük el az áramütést, hogy a cső behelyezését és a felső kivezetés csatlakoztatását kikapcsolt készüléknél végezzük.

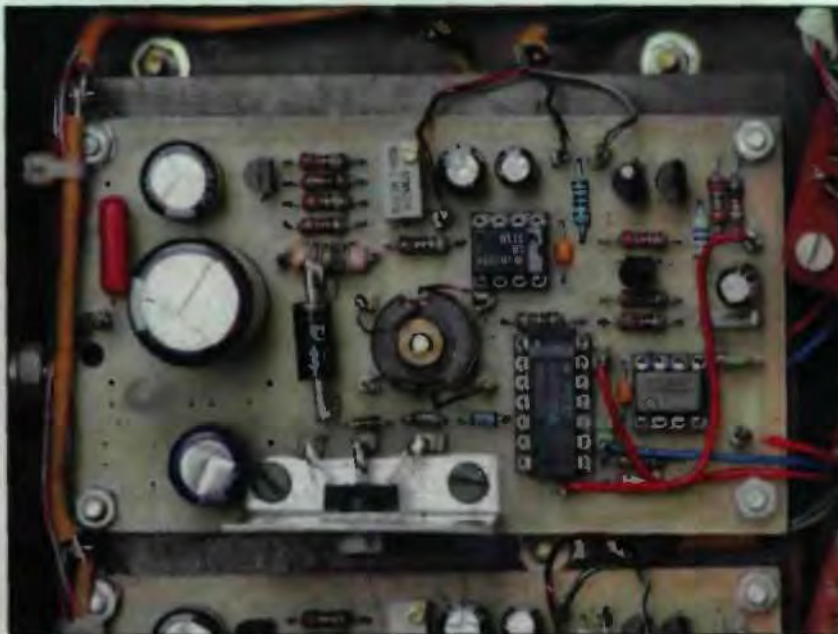


15. ábra. Méréáramkör a ferritmaghoz

A műszer elkészítése

Transzformátor

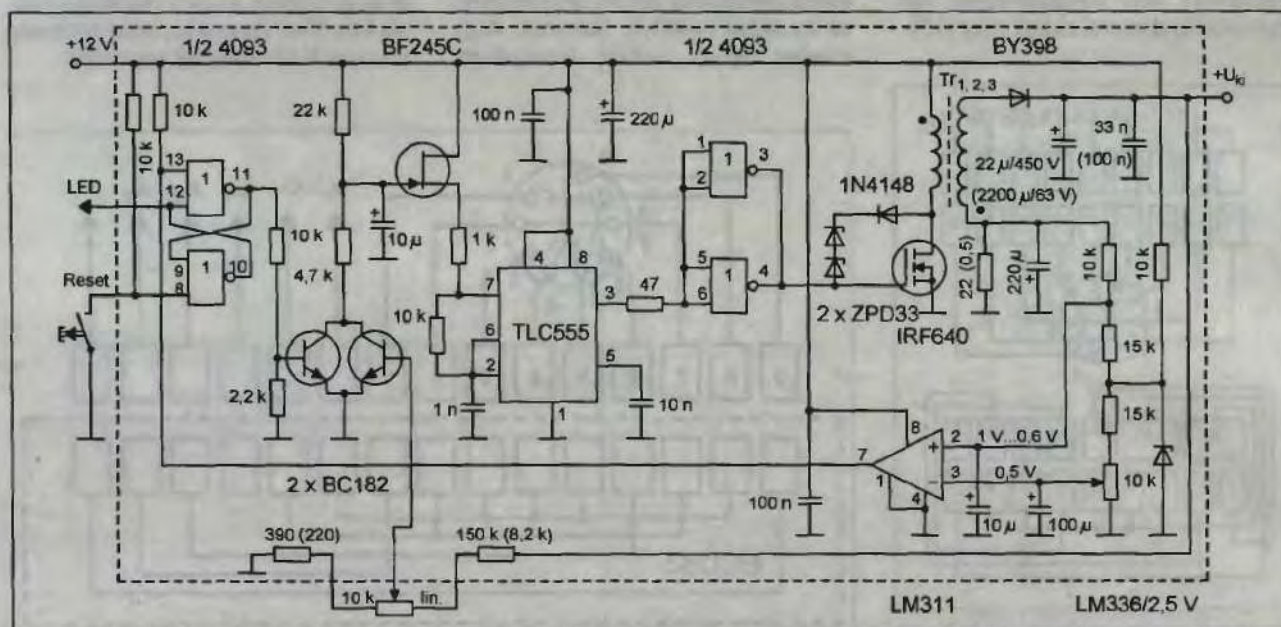
Az egyetlen alkatrész, amelynek beszerzése nehézséget okozhat, a megfelelő méretű, anyagminőségű és A_L értékű ferritmag. A vasmagos tekercseket tartalmazó áramkörök tervezését megnehezíti, hogy a felhasznált ferritről általában kevés adat áll rendelkezésünkre, és ezek az adatok is változnak a frekvenciával, a gerjesztéssel, vagyis a tekercsben folyó áramerősséggel. Ezért szükséges méréseket végeznünk. A már említett irodalomban [4] található nomogram szerint ebben a frekvencia és teljesítmény tartományban $A_L = 160 \text{ nH}$ értékű fazékmagot célszerű



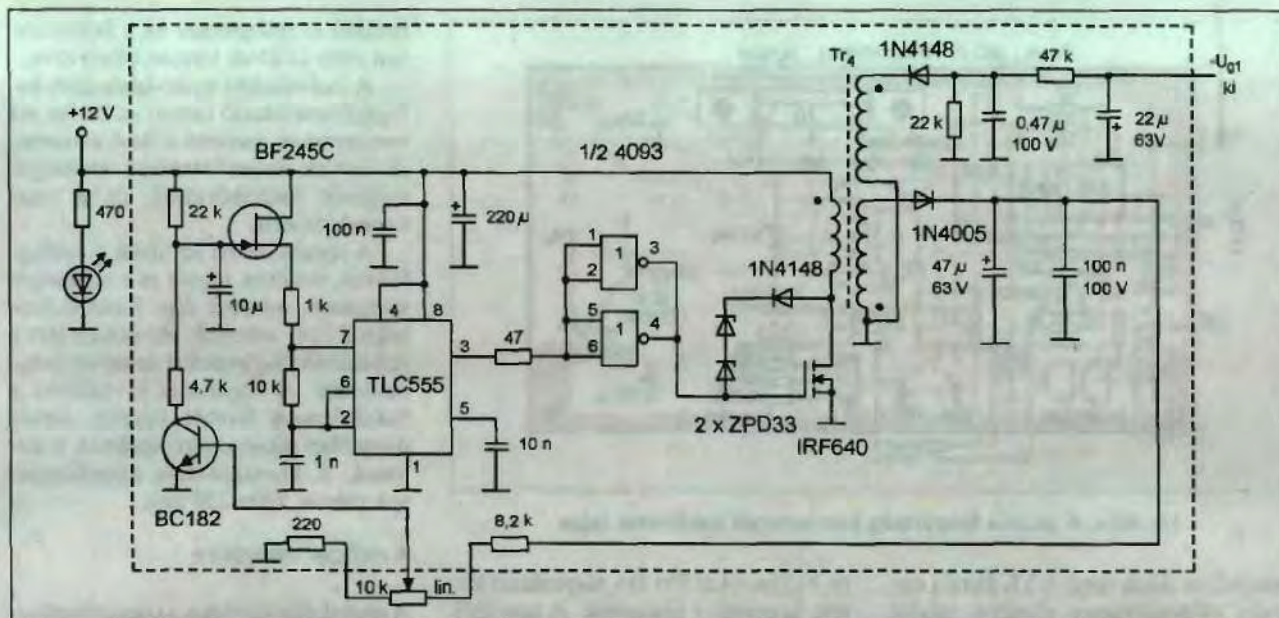
A pozitív feszültség konverterek egyik szerelt panelja

használni, de lehet RM vagy X mag is. A tekercs induktivitását az $L = A_L n^2$ képlet segítségével határozzuk meg, ahol n a menetszám és az induktivitást nH-ben kapjuk. A mintakészülékben alkalmazott fazékmag mérete $\varnothing 13 \times 8 \text{ mm}$, a csévetest hasznos ablakeresztmetszete $4 \times 2 \text{ mm}$, amelynek a felét a primer, másik felét a szekunder tekercs foglalja el. Ha ismeretlen tulajdonságú

ferritmagunk van, feltétlenül érdemes a 15. ábrán látható mérőkapcsolást megépíteni és a MOSFET source körébe helyezett 0,1 ohmos ellenálláson oszcilloszkóppal megmérni az áramot különböző impulzus hosszúság mellett. Az oszcilloszkópon háromszög alakú impulzusokat kell kapnunk, mert az áram emelkedésének kezdeti szakaszában vagyunk.



16. ábra. A pozitív feszültség konverterek kapcsolási rajza



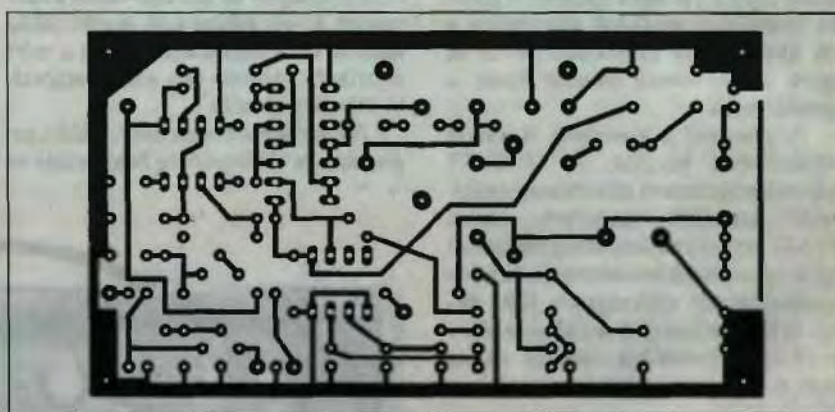
17. ábra. Az előfeszültség konverter kapcsolási rajza

Amennyiben a primer tekercs induktivitása $25 \mu\text{H}$ (az előbb említett vason 12,5 menet), az áram $10 \mu\text{s}$ alatt kb. 5 A értéket vesz fel, amennyiben a vas nem megy telítésbe. A telítést abból vesszük észre, hogy az addig lineárisan növekvő áram hirtelen csökkenni kezd. Ennél rövidebb impulzushosszt kell beállítanunk, amelyet a 8. és 9. ábrán látható R és C értékek határoznak meg, ellenkező esetben jelentősen csökken a konverter hatásfoka.

Lényegesen rövidebbet viszont ne állítsunk be, hiszen a tekercsben tárolt energia: $W = 1/2 LI^2$, az áramerősség négyzetével arányos. (Csak megjegyezzük, hogy mivel az időben változó mennyiségről van szó, a számolásnál az áram integrálját, tehát a háromszög alatti területet kell figyelembe venni.)

Az oszcilloszkóp másik csatornáját az induktivitásra kapcsolva, megmérhetjük a feszültséglökés nagyságát, amelyet mérés közben a Z-dióda korlátoz. Ennek nagysága nem függ az impulzushossztól csak a fluxusösszeomlás sebességétől.

A mintakészülékben alkalmazott tekercsek adatait az 1. táblázat tartalmazza. Ilyen kis méretű és menetszámú tekercseket kézben, kissé szélesedő fapálcikára felhúva célszerű elkészíteni. A primertekercs mind a négy konverternél azonos menetszámú, és vastag huzalból készült. A két sorban elhelyezett menetek közé egyik oldalán ragadós szigetelőanyagot teszünk. Az áttett úgy választottuk meg, hogy a leg-



18. ábra. A konverterek nyák-rajza

magasabb szekunder feszültségnél se haladja meg a primer feszültséglökés az 50 voltot. A szekundertekercs huzalvastagságát a rendelkezésre álló tekercselési tér határozza meg. Ügyeljünk a menetirányra, a menet-menet mellé történő tekercselésre és a soronkénti szigetelésre! A kész transzformátorok fázékmagjait sárgaréz vagy műanyag csavarokkal szorítjuk össze, és ugyan-

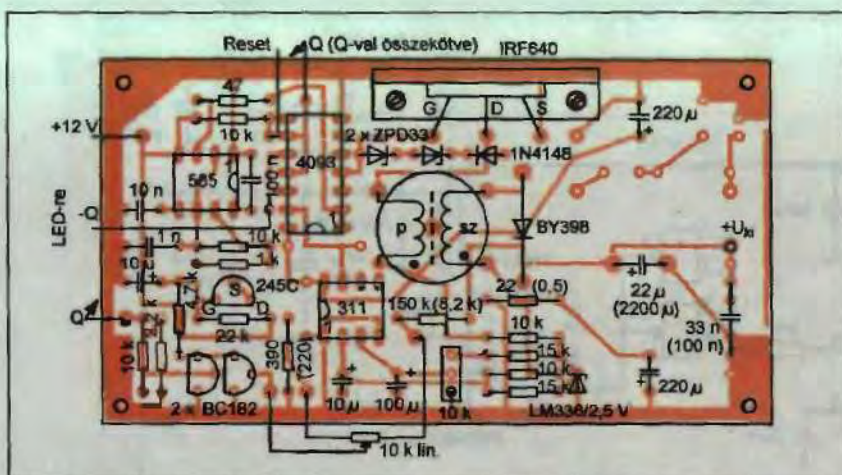
így a nyák-lemezhez rögzítjük. A csavarokat ne húzzuk meg erősen, mert a fázékmag eltörlik!

A modulok szerelése

A pozitív feszültséget adó egységek (konverterek) kapcsolási rajza a 16. ábrán látható. A fűtőfeszültség modulban egyes alkatrészértékek eltérnek, ezeket

1. táblázat

Jelzés	Primer menetsz.	Huzal Ø mm	Szek. menetsz.	Huzal Ø mm	Megjegyzés (modul)
Tr_1, Tr_2	12,5	0,45	90	0,13	Anód és G_2
Tr_3	12,5	0,45	16	0,4	Fűtés
Tr_4	12,5	0,3	2×18	0,22	Előfeszültség



zárójelben adtuk meg. A 17. ábra a negatív előfeszültséget előállító modul kapcsolási rajzát mutatja.

Valamennyi konverter nyák-lemezének rajza a 18. ábra szerinti. A pozitív feszültségű modulok alkatrészeit a 19. ábra szerint ültethetjük be, és az egyik ilyen, szerelt modult fotón is szemléltetjük.

A szerelést a konverter modulok beültetésével kezdjük. A MOSFET kapcsolótranzisztort alumínium hűtőlemezre szereljük, amelynek mérete 37×33 mm. Az előfeszültség modulnál egyes alkatrészek beültetése elmarad és huzalátkötések szükségesek (20. ábra). A két mérőmodult is érdemes előre a fokozatkapcsolókra szerelni és ez után az előlapra rögzíteni.

Mechanikai munkák

A berendezés tartója egy kb. 2-3 mm vastag bakelitlap, amelyre minden egység felszerelésre kerül. Megkönnyíti a munkát, ha az előlapra két kisméretű fogantyút szerelünk, mert erre előlap-pal lefelé is fekthetjük a készüléket. Az előlap 10 mm-es deszkából készült keretre van csavarozva. A méretet döntően a felhasznált műszerek száma és mérete határozza meg. A mintakészüléknel a keret külső mérete $32 \times 22 \times 12$ cm. A keretet csak akkor célszerű elkészíteni, amikor már az előlapra mindent felszereltünk, mert ekkor látjuk a szükséges mélységet.

Az előlap főbb méreteit és a feliratoztató rajzot a 21. ábrán láthatjuk. Az ábra nem szabályos géprajz, a felszerelt alkatrészek csak szimbolikusvannak jelölve. A mintakészülék előlapja a cím melletti fényképen látha-

tó. Felülre a két 101 DA alaplmszer került, közöttük a biztosíték. A baloldali mszer az árammérő, alatta az áramválasztó és a méréshatárváltó fokozatkapcsoló, középen az ikercsőveknél alkalmazott A_1 – A_2 átkapcsoló. A jobboldali mszer a feszültségmérő, alatta a mért feszültség választó és a méréshatárváltó fokozatkapcsoló.

A középső sorban a fűtő-, anód-, segédrács- és előfeszültség bekapcsoló és

beállító kezelőszervek és a bekapcsolást jelző LED-ek vannak elhelyezve.

A csőválasztó nyák-lemezeket befogadó csatlakozó (anya) az előlap alá van szerelve, mellé a felső kivezetésű csövek áramellátásához szükséges szigetelt áramhüvelyek és a reset nyomógombok.

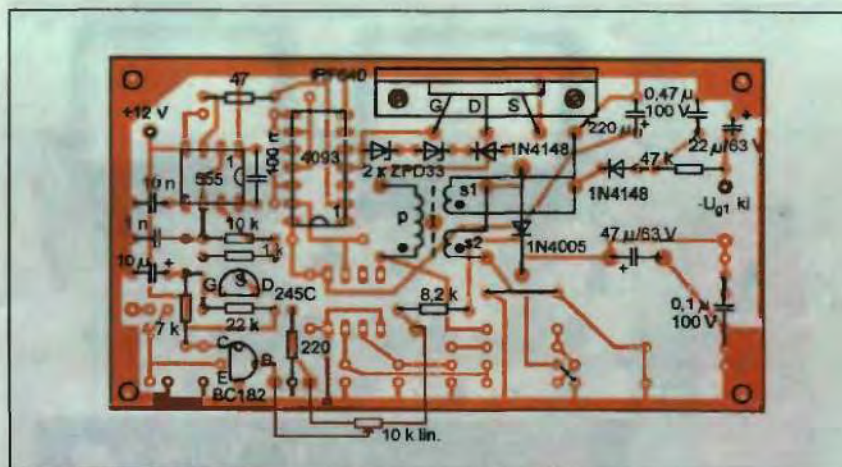
A legelső sorba kerülnek a csőfoglatok, amelyek rajzait és a szükséges kivágások méreteit régi Rádiótechnikákból [14] vehetjük, de célszerűbb a felhasznált foglatokat lemérve meghatározni. A foglatok kivételével a bakelitlezmezt fémből készült, festett diszelőlap takarja, erre kerülnek a feliratok. A mintakészülék diszelőlapjának mérete 320×220 mm.

A műszer élesztése

A modulokat ajánlatos a transzformátorok beültetése előtt kipróbálni. 12 V tápfeszültség mellett kb. 10 mA áramfelvételt, és 10 μ s-os négyszögimpulzusokat kell mérnünk a MOSFET kapuján. A transzformátor és a feszültség-szabályzó potméter beforrasztása után kellő óvatossággal folytassuk a beme-rést (nagyfeszültség), lehetőleg olyan tápegységről, amelyen 1 A áramkorlá-



A csőmérő hátulnézetben

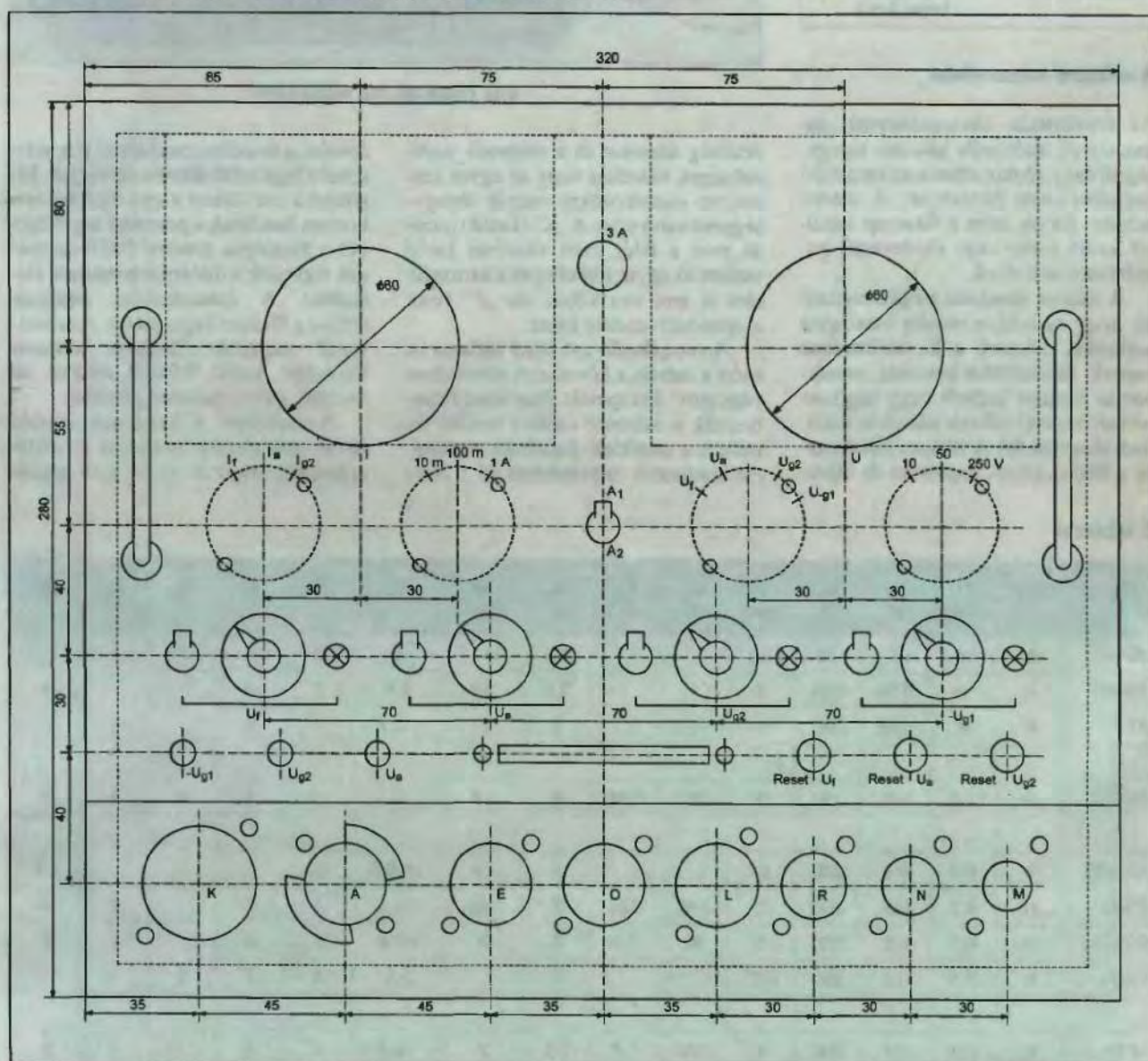


20. ábra. Az előfeszítés konverter beültetési rajza

tozást tudunk beállítani! Terhelés nélkül ellenőrizzük a modul feszültségtartományát, majd a kimenetekre megfelelő huzal-, illetve tollóellenállásokat kapcsolva lemérjük a modul terhelhetőségét.

Amennyiben a bemeneti oldalon mérjük a modul által felvett áramot, meghatározhatjuk a hatásfokot. Helyes működés esetén – teljes terhelés mellett – a hatásfok jobb mint 60%.

A fűtő-, anód- és segédárcsfeszültség modulon beállítjuk a túláramvédelmet. A 311-es feszültségkomparátor 3-as kivezetésén lemérjük, hogy teljes terhelésnél milyen értékre csökken le a feszültség, a 2-es kivezetésén ennél 0,1 voltal kevesebbet állítunk be.



21. ábra. Az előlap rajza

A mintakészülék műszaki adatai

Fűtőfeszültség modul	
Feszültségtartomány	1 – 50 V
Terhelhetőség	6,3 V/1 A vagy 50 V/0,1 A
Anód- és segédrcsfeszültség modul	
Feszültségtartomány	1 – 250 V
Terhelhetőség	250 V/25 mA
Előfeszültség modul	
Feszültségtartomány	–1...50 V, nem terhelhető
Táplálás	12 V DC, max. 2,5 A



Egy kosaras cső vizsgálata

A műszer használata

Az áramellátást akkumulátorról, dugasztápról, stabilizált hálózati tápegységről vagy gépkocsiban a szivargyújtó csatlakozásáról biztosítjuk. A mérési helyzet: fekvő, ezért a fateretet hátulról lezáró furnír vagy fémlemezre gumilábakat szerelünk.

A műszer kezelését megkönnyítendő, hogy ne kelljen mindig katalógust használni, célszerű a 2. táblázathoz hasonló összeállítás készíteni, amelyben az általunk kedvelt vagy leggyakrabban használt csővek adatait és bekötését tüntetjük fel. A táblázat tartalmazza a fűtés-, anód-, segédrcs és előfe-

szültség adatokat és a mérendő merekséget, valamint hogy az egyes számított csatlakozókra melyik tápegységpont van kötve. A „K” (katód) jelzésű pont a föld, ezért általában katód mellett az egyik fűtővég és a harmadik rács is erre van kötve. Az „F” felső elektródakivezetést jelent.

A vizsgálandó cső lehet zártos is, ezért a mérést a következő sorrendben végezzük: Kikapcsolt állapotban behelyezzük a mérendő csőhöz tartozó lemezt és a megfelelő foglalatba a csövet. Az árammérő méréshatárát az 1 A-es

állásba, a feszültségszabályzó potmétereket a legkisebb állásba csavarjuk. Először a cső fűtését kapcsoljuk be, miközben beállítjuk a potméter segítségével a katalógus szerinti fűtőfeszültséget, figyeljük a fűtőáram értékének változását. A katasztrófális csőhibák 90%-a a fűtéssel kapcsolatos. A normálnál nagyobb fűtőáram zártos fűtőszálat, katód fűtőszál zárlatot, de levegős, gázos csövet is jelenthet.

Amennyiben a katalógus szerinti fűtőáramot mérjük, beállítjuk az előfeszültséget, majd az anód- és a segéd-

2. táblázat

Típus	Fogl.	U_1 V	I_1 A	U_a V	I_a mA	U_{g2} V	I_{g2} mA	$-U_{g1}$ V	S mA/V	K	F	A_1	A_2	G_2	G_1
AZ1	K	4	1	10	10					2	3	5	8		
AG495	E	4	0,65	200	6			3,5	2,6	2,4	5	1			3
AF7	K	4	0,65	250	3	100	1,1	2	2,1	1,2,8	3	5		6	F
DLL21	O	1,2	0,2	120	2	120	0,35	8	1,5	1	7,8	3	6	4	2,5
ECC83	N	6,3	0,3	250	1,2			2	1,6	3,4,5,8	9	1	6		2,7
EF86	N	6,3	0,2	250	3	140	0,55	2	1,85	3,4,8	5	6		1	9
E(A)F42	R	6,3	0,2	250	5	85	1,5	2	2	4,7,8	1	2		5	6
EM80	N	6,3	0,3	250	0,37			1		2,4	5	7	9		1
UF21	L	12,6	0,1	200	6	200	1,7	1,3	2	1,4,7	8	2		3	6

rács feszültséget. Amennyiben a munkaponti áramok egyeznek a katalógus-adattal, a cső nagy valószínűséggel jó. Meredekséget az előfeszültségnek $\pm 0,5$ voltal történő megváltoztatásával mérünk. A leggyakrabban előforduló katód-vezérlőrács zárlat esetén nem tudjuk az előfeszültséget beállítani, vagy a cső behelyezése esetén leesik a konverter feszültsége. Diódákat 10 voltos anódfeszültséggel mérünk. A nagyteljesítményű végsőveket nem tudjuk a katalógus szerinti anódáram mellett mérni a konverter kisebb terhelhetősége miatt, ezért ezeknél kisebb anódára-

mot állítunk be, és a meredekség mérésével ellenőrizzük a cső jóságát.

Irodalom

- 1 Simoncsics László: Hordozható elektromos ellenőrző (HE 2003/7-10.)
- 2 Plachtovics György: Elektroncső-vizsgáló (RT ÉK 2003)
- 3 Simoncsics László: Univerzális elektroncsőmérő (RT 2004/6-8.)
- 4 Ferenci Ödön: Félvezetős feszültség átalakítók (MK 1979)
- 5 J. P. Stengl - J. Tihanyi: Teljesítmény-MOSFET-ek és alkalmazásai (MK 1990)
- 6 Sipos Gyula: Funkcionális egységek, időzítők (RT 1982/10-12. és 1983/1-8.)
- 7 Plachtovics György: Kapcsolások NE 555 integrált áramkörrel (RT ÉK 1992)
- 8 Pálkás Tibor: Mire jó az 555? (HE 1993/2-5.)
- 9 Lambert Miklós: RC időzítésű billenőkörök (MK 1984)
- 10 Madarász László: Az ezerarcú 7400 (RT ÉK 1982)
- 11 Madarász László: Digitális CMOS kapcsolásgyűjtemény (MK 1986)
- 12 ELPO Valve Characteristic Meter Type P507 (Lengyel csőmérő gépkönyve)
- 13 Rózsa Sándor: Elektronikus amatőr mérőkészülékek (MK 1977)
- 14 Csőfoglalat táblázat (RT 1954/3-4.)

Nagy Évkönyv-akció!

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

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

A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE

'91, '92, '93, '94, '95, '96, '97, '98, '99, '00, '01, '02, '03, '04, '05, '06 kötetek közül 1 db csak 990 Ft-ért, 2 db most összesen 1900 Ft-ért kapható.

A fenti 15 darab együtt csak 12 222 Ft! Tel./fax: 239-4932

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



ELEKTRONIKUS MÉRŐMŰSZEREK

URBÁN ELEKTRONIKA Kft.

Budapest VII., Dózsa György út 16. (Dózsa-Jobbágy sarok)
Tel.: 322-8892, fax: 351-8340 Nyitva: H-P 10-17 óráig

SAKÜZLET - MŰSZERVÁSÁR - ADÁSVÉTEL

www.urbanelektronika.hu

ROSENKRANZ DISZTRIBÚCIÓ Európa legnagyobb használtmúszerek-kereskedőjének képviselője

PIC KEZDŐKNEK!

Kínálatunk: különféle komplex kísérletező, gyakori PIC-modulok

LED sor 8x8 futólépcsőhöz

PIC programozó kábel gyorscsatlakozóval

szakkönyv

PIC égető JDM84

relékártya PIC-hez

LED sor + Interrupt

Circuit Debugger

4 vezetékes billentyűzet

soros kivezetésű LCD-hoz párhuzamos segédpanel

8x8 LED mátrix

PIC fejlesztő kezdőknek

Elektronikus műszerek - Elektronikai egységcsomagok
Tekintse meg választékunkat: www.urbanelektronika.hu

A PIC gyakorló modul működés közben megtekinthető, kipróbálható!

Csomagküldő szolgálat. Rendelés: levélben, telefonon vagy faxon. Tel.: 322-8892, fax: 351-8340. Levélcím: 1656 Bp., Pf. 50.

Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása 9.

Mérések és mérőműszerek

(Dr. Magyar Endre emlékére)

Simoncsics László okl. villamosmérnök, simoncsics@freemail.hu

A sorozatnak ebben a részében a gyűjtők által leginkább elhanyagolt területre, a méréstechnikára szeretnénk a figyelmet felhívni. A cikket most is a történeti visszatekintéssel kezdjük, egy teljes fejezetet talál az olvasó a rádióamatőrök által a kezdeti időszakban használt műszerekről és mérésekről. A restaurálás során felhasznált műszerek természetesen nem szükségszerűen „muzeálisak”, de sok jó elektroncsöves műszer ma olcsón beszerezhető, ezért ezek közül ismertetünk néhányat. A gyári műszerek teljes kapcsolási rajzát nem tudjuk közölni, de segítséget nyújtunk ahhoz, hogy hol lehet azokat megszerezni.

Végül a muzeális vevőkészülékekben történő műszeres hibakereséssel foglalkozunk, feltételezve, hogy a gyűjtőnek csak a legalapvetőbb műszerek állnak rendelkezésére. A bőséges szakirodalmi hivatkozást az indokolja, hogy ilyen jellegű műszertörténeti összefoglaló még nem jelent meg.

A témával kapcsolatban három nevet kell megemlítenem, akik sokat tettek annak érdekében, hogy a méréstechnika ne csak a nagyüzemekben, hanem az amatőrök között is elterjedjen. Mivel a fizikus Molnár Jánosról [1] és Makai Istvánról [2] mostanában jelent meg méltatás a Rádiótechnikában, szenteljük ezt a cikket dr. Magyar Endre emlékére, kiegészítve ezzel is az életéről és munkásságáról nemrég megjelent könyvet [3].

Történeti visszatekintés

A kezdetek

A műsorsugárzás kezdetén nem volt jellemző az amatőrök érdeklődése az elméleti kérdések és a méréstechnika iránt. Abban az időben az „amatőr” készülékepítőt jelentett, hiszen a rövidhullámú adó amatőrök csak később kezdtek dolgozni, de a gyári szakemberek is csak tanulták a rádiótechnikát, rádiós irodalom pedig szinte alig volt. A kereskedelmi prospektusok, a divatos heti- és havilapok közöltek néhány épí-

tési leírást. A szegény amatőrök pedig ezek alapján próbálkoztak több-kevesebb sikerrel a helyi adó vételére detektoros vagy néhány csöves készüléket építeni.

Az 1924–26-os években, a német szakirodalomban Dr. Nesper, könyve végén [4] szentel egy rövid fejezetet a vizsgáló- és mérőműszereknek. Ebből megtudjuk, hogy az amatőr legfontosabb vizsgálóeszköze a „zümmeö” (Prüfsummer), indikátora a fejhallgató, mérőműszere a hullámmérő volt. A fűtő és anódelepek ellenőrzésére használták a különféle zsebóra formájú Deprez-rendszerű voltmérőket, váltóáramú mérésekhez a lágyvasas voltmérőt és hődrótos árammérő műszereket. Az 1925-ös kiadás [5] már kibővült egy Wheatstone-hidas kapacitásmérő és egy csöves vizsgáló-oszcillátor leírásával.

A hazai forrás a gépészmérnök Molnár Jánosnak a rádiótelefonról írt könyve, amelynek első kiadása még a hivatalos magyar műsorszórás megindulása előtt jelent meg [6]. A szerző, akinek a kísérleteihez Hajós és Szántó Elektromos Gyár Rt. bocsátott rendelkezésre egy laboratóriumot. Az elméleti rész leírásához külföldi forrásmunkákat használt fel, felhívja a figyelmet

a számítások fontosságára, de – tekintettel a hazai kezdetleges állapotokra – mérések és a mérőműszerek leírását nem közli. A könyv 1926-os – jelentősen ártírt és bővített – kiadásában, de az ezzel egyidejűleg megjelent gyakorlati részben [7] sem találunk méréstechnikai fejezetet.

Az első rádiós folyóirat, a Magyar Rádió Újság 1924-es csonka évfolyama, amely ekkor még inkább szaklap, mint műsorújság volt, egy amatőr készítésű hullámmérő leírását közli. Mondhatjuk, hogy erre az időszakra az innen-onnan összeollózott kapcsolási rajzok tömege [8], a megfelelő hozzáértés és építési tapasztalat nélkül összerakott, sikertelen konstrukciók voltak a jellemzők. Keresettek voltak azok a hibajavító receptek, amelyek egy hibához – a készülék felépítésétől függetlenül – megadták annak az okát. Ilyen hirdetést látunk az 1. ábrán [9]. De az igazi szakemberek tudták, hogy ilyen hibakereső kulcsot, amellyel „fél perc alatt megtalálja a hibát”, nem lehet készíteni. Az MRÜ további évfolyamaiban, a különféle készülékekben történő hibakeresésről Jovitz György írt, míg a tanácsadó rovatot Molnár János vezette. A lap akkori színvonalát mutatja, hogy maga Magyar Endre számolt be soro-

**Mind a kettő megveszi a
Rádió hibakereső-kulcsot**



**Az okos előre,
már jó a gép**

Ára
krónapapíron . . . 1.80 P
vászempapíron . . . 3.00 P

Korolja 1927-es rádió-térképével együtt azonnal megkapja, ha az Árát a szerző, Szegedy Á. gépészmérnök (VII. Többszét-ut 14.) 11.106-os postacsekk-számlájára bantocsekkrepon befizeti, vagy postán befizeti.

**A kulcsot
fél perc alatt
megtalálja a hibát!**



**A csacsak utólag,
ha már dörög**

1. ábra. Hibakereső kulcs



2. ábra. Hibakereső kulcs

zatban a Lakihegyen épülő adó munkálatairól.

A mérés technikával foglalkozó irodalom fejlődése

A fordulat a rádió- és mérés technikában a húszas évek végén következett be. A hazai rádiógyártás megindulása igényelte a szakemberek képzését, és az egyre jobb rádiós könyveknek köszönhetően az amatőrök is kellő műszaki ismeretek birtokába jutottak. A Horváth László vezette (Magyar) Rádió Amatőr 1927. elején, Rövid hullámokon címmel rovatot indított a rövidhullámú amatőrizmus felkarolására. Az adóengedélyek megszerzése már kellő szakmai felkészültséget igényelt. Egyre több cikk jelent meg mérésekről és műszerekről, de a fő vizsgálóeszköz még a zümmögő és a fejhallgató volt, és nem maradhattak el az „összes hibára rámutató” hibakereső kulcsok hirdetései (2. ábra). A katódugárcsővek felhasználására még csak a gazdag laboratóriumoknak volt lehetőségük [10]. Kuriózum egy csőmérő leírás 1930-ból [11], amelynek segítségével görbék vesznek fel, és megszerkesztik a mért cső paramétereit (meredekség, áthatás, belsőellenállás), ugyanakkor ebben az évben található egy kódfényláng, kapacitás, induktivitás és ellenállás mérésre (becslésre!) alkalmas műszer ismertetése [12].

Az igazi fejlődést a „Rádió-Könyvtár” sorozat megindulása jelentette (Szerkesztők: Jovitz-Molnár-Nekolny). A megjelent művek műszakilag magas színvonalúak voltak, amit a szerzőknek a rádiózás területén eltöltött többéves tapasztalata garantált. A sorozat egyik könyvében [13] Magyar Endre azt a célt tűzte ki, hogy „a rádió-

amatőr tudását egy önálló rádiólaboratórium felépítéséig fejlessze”. A rendkívül alapos elméleti fejtegetés után találunk egy gyakorlati részt az elektromechanikai műszerek, az egyen és váltóáramú áramforrások ismertetésével. Több oldalt szentel a zümmögő elkészítésének és a végezhető méréseknek, de ismertet egy elektroncsöves rezgékeltőt és egy lebegtetős hanggenerátort is. Tárgyalja az összes passzív és aktív alkatrész, a hang- és nagyfrekvenciás erősítő fokozatok mérési lehetőségeit. A könyvet az említett mérésekre alkalmas műszerekkel felszerelt amatőr laboratórium leírása zárja. Tizenhárom évvel az első kiadás megjelenése után a szerző átdolgozta, és a nagyfrekvenciás mérés technika új eredményeivel egészítette ki a könyvét.

A gazdasági válság, hatással volt a rádióamatőrizmusra és a rádióamatőr irodalom fejlődésére. Az MRU, amely már a húszas évek végén szakmai lapból mindinkább műsorújsággá alakult, az 1929. év végén megindult Rádióélet műsorlap konkurenciája miatt mindinkább csődbe jutott [14]. A Rádió Amatőr is átalakult, 1930 végén Rádió és Fotó Amatőr, majd 1932-ben Az Amatőr, Rádió, Technika, Fotó címmel folytatta munkáját, már a Jovitz-Molnár-Nekolny hármas irányításával.

Az 1933-ban megjelent Rádiósok könyve [15] is csak a korábbi művek összefoglalása volt, mérés technika témakörében újat nem tartalmazott. Megértjük az amatőrök helyzetét, ha megnézzük a műszerek árait Engel Károly, a híres EKA gyár (a későbbi EKM elődje) prospektusában [16]. A 10–15 pengős zsebműszerek mellett a Mavométer 100 P, egy Universal-Ohmmérő 103 P, hődrótos ampermérő 150 P, galvanométer 150 P volt. Ezek óriási összegek voltak az amatőr zsebéhez viszonyítva. Ebben az időben a váltóáramú fűtésű elektroncsövek és vévőkészülékek területén nagyjelentőségű fejlesztések történtek. Megjelentek a nagyteljesítményű végpentódák, a nagyfrekvenciás pentódák, a változó meredekségű csövek, a diódás demodulátorok felváltották az addigi audion és anódkönyvek egyenirányítókat. A szupervevők tökéletesedtek a sokrácscsöves keverőcsövek alkalmazásával, de meg kell említenünk a hanglemez technika fejlődését és a hangosfilm elterjedését.

Az elektroncső és a rádiótechnikai ipar előbb vázolt fejlődése szükségszerűen magával hozta a mérés technika

fejlődését is. Idővel vége lett a gazdasági válságnak, ezzel eljött az újabb fellendülés időszaka. Az Amatőr folyóirat közvetlenül a megszűnése előtt indított egy új sorozatot [17], amelynek bevezetőjében kihangsúlyozza az amatőrök képzésének és mérőműszerekkel való ellátásának fontosságát. A sorozatban még megjelentek: a laboratóriumi felszerelés tartozékai, egy egyszerű csőmérő, feszültség mérő, kuprox egyenirányító „nagyfrekvenciás” mérő leírása, amikor a lap megszűnt.

A folytatást már az 1936. márciusában induló Rádiótechnikában találjuk. A felelős szerkesztő és kiadó Paskay Bernátnak a legjobb erőket sikerült a munkába bevonnia: Zelenka Lászlót, Molnár Jánost, Jovitz Györgyöt, Makai Istvánt és Magyar Endrét, akiknek a háta mögött sok éves elméleti munka és gyakorlati tapasztalat állt. Az indulás évében megjelent egy hálózati táplálású mérőgenerátor építési, hitelesítési leírása és használatának ismertetése egy amatőr építési csővoltmérővel kiegészítve, valamint egy rövidhullámú hullámmérő. 1937-ben telepes hangoló oszcillátor (grid-dip méter, de akkor még nem így nevezték), telepes hangfrekvenciás generátor és neoncsöves hanggenerátor, 1938-ban egy univerzális vizsgálóberendezés, amely csőmérésre, ellenállásmérésre és kódfényláng vizsgálatokra is alkalmas, a következő évben egy különféle mérésekre alkalmas kódfényláng mérőberendezés. Fellendült a rádiós szakönyvek kiadása is. Meg kell említenünk a Rádiósok könyve 2. kiadását (1939), A Rádió Compass sorozatot (Horváth István), első megjelenése 1938, majd 1940, 1941, 1943 és Daniel Mihály könyveit: Bevezetés a rádió- és mérés technikába, és Rádiószerviz. De Makai István legtöbb könyvének első kiadása is ebben az időben jelent meg (felsorolásukat lásd az említett [2] cikkben).

1939. októberében a papírtakarékosság érdekében a Rádiótechnika terjedelmét „hatósági rendelkezésre” 48 oldalról 24 oldalra kellett csökkenteni. A háborús évek alatt a terjedelmek időről-időre változott. A Rádiótechnika 1943-ig tudta tartani a magas színvonalat, majd 1944 májusában betiltották megjelenését. A teljesség igénye nélkül említjük néhány érdekesebb építési leírás címét ebből az időből: Érzékeny csővoltmérő, Teljes csőmérő berendezés, Varázsszemes csővoltmérő, Ka-

tódsugárcsöves kis oszcillográf házi elkészítése.

Indulás a háború után

Makai István volt, aki elsőként indította el a Rádióvilágot, a havonta megjelenő rádiós folyóiratot 1946-ban. Az áprilisi számban már egy háromcsöves univerzális mérő- és vizsgálóberendezés, majd *Magyari Béla* tollából egy amatőr oszcilloszkóp építési leírása olvasható (a szerző nem volt rokonságban dr. Magyari Endrével). A vevőkészülék-leírások mellett, amelyeket többnyire német háborús csövekkel építettek, majdnem minden számban jelent meg műszerismertetés. Ezek többnyire a korábbi leírások fejlettebb változatai voltak.

Nagyjából ugyanez mondható el az 1947. májusában megindult Rádiótechnikáról. A népszerű RV csövekkel épített szignálgenerátor leírása mellett 1948. februárban indult egy sorozat Rádiótechnikai műszerek címmel, de csak elektromechanikus műszereket ismertetett.

1948. szeptemberében a két lap Rádió és Film Technika (RFT) néven egyesült. Az elkövetkező három évfolyamban találhatunk – főleg Makai István tollából – néhány addig még nem közölt műszer vagy a régi felújított változatának leírását: torzításmérő, telepes szignálgenerátor (már az új DLL 101 csővel), varázsszem rezonátor, szerviz csőmérő, RC hanggenerátor, torzítás-mérés RC-hiddal stb.

Az egyéb kiadványok között meg kell említenünk *Kiss Tivadar* Rádióévkönyv sorozatát (1947–1949), és Makai-Molnár: Rádiótechnikusok kézikönyvét. Ezek a gyári készülékek kapcsolási rajzai mellett sok mérés-technikai tanácsot adnak, és mérőműszerek leírását közlik (nagy részük az előbb említett lapokban már megjelent).

*Az új Rádiótechnika 1951. november-
bertől*

Az idősebbek még emlékeznek erre az időszakra. Nehéz volt az indulás, mert se műszert, se alkatrészt nem lehetett kapni, mindenki rongcsokból építkezett. Egy gyári vevőkészülék ára pedig – a néprádió kivételével – a havi kereset többszöröse volt, elektronikus műszerekhez meg egyáltalán nem lehetett hozzájutni. Ez adta a létjogosultságát az építő amatőrizmusnak. 1953 után valamit javult a helyzet, de a kimondot-

[illegible]

3. ábra. Hlbake-reső kulcs (részlet)

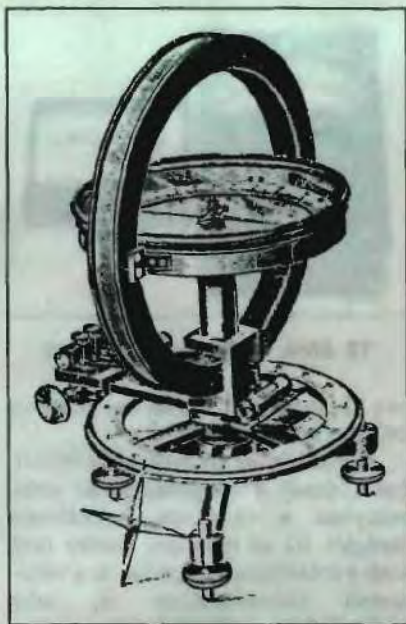
tan amatőrök számára készült EMG – Servotest műszersorozat (1956) tagjai is többnyire a vállalatoknál és szövetkezeteknél és kötődtek ki.

A Rádiótechnika a könyvespolcon több métert foglal el, ezért képtelenség lenne az amatőr műszerleírásokat még csak felsorolásszerűen is ismertetni. Csak az érdekesebb és a hosszabb sorozatokat említjük, amelyek közül több külön könyv alakban is megjelent: Mérések a szuperkészülékben (*Oszmann György* 1952–53), Méréstechnika, Wobbulátorok ismertetése (*Solymos László* 1965–66), Mit hogyan mérjek (*Froemel Károly* 1967–1971), A voltmérőtől a katódsugár-oszcilloszkópig (*Rózsa Sándor* 1973–80). De nem hagyhatjuk ki a felsorolásból *Hetényi Lászlót*, aki talán a legtöbb csöves és tranzisztoros műszer építési leírását közölte.

A rádió-hibakereső és -javító irodalom

A 3. ábrán Szepessy Árpád 1927-ben közölt Rádió-hibakereső kulcsának egy részletét látjuk. A függőleges oszlopok fölé írt 25-féle észlelt jelenséghez a 80 vízszintes sor hibaforrását rendeli hozzá, amelyet a bekarikázott számok jeleznek. A nem szakemberek számára is nyilvánvaló, hogy az ilyen táblázatok nem sokat érnek, a maguk korában mégis népszerűek voltak.

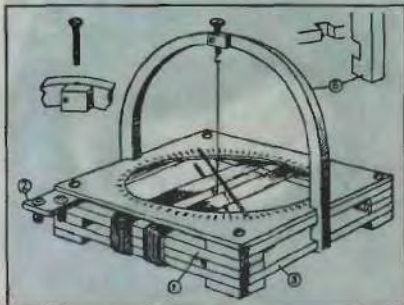
Molnár János első használható hibakereső könyve a Rádió Könyvtár sorozatban jelent meg [18]. Kihangsúlyozva a módszeres hibakeresés szükségességét, végigveszi a készülékek főbb alkatrészeit az antennától a hangszóróig, a gyakrabban előforduló hibákat, megvizsgálja a vevőkészülékek működését a detektorosoktól a különfe-



4. ábra. Tangens-tájoló galvanométer

le szuperekig (Ultradyné, Tropadyne, Strobodine). A Mérések és műszerek című fejezetben sorra veszi az amatőrök által használt eszközöket. A fejhallgató mellett a ködfénylámpos szigetelésvizsgálót és hanggenerátort és az univerzális mérőműszert, a Mavométert ($300 \Omega/V$). De ismertet egy kezdetleges csővoltmérőt is („lámpa-voltmérő”), egy abszorpciós és egy „züm-mögös” hullámmérőt, utóbbit szignálgenerátorként alkalmazva.

A következő – sok kiadást megélt – mű Makai István nevéhez fűződik [19]. A javításhoz több egyszerű segédeszköz használatát ajánlja. Ilyenek: a foglaltatavábbító, a segédforgók a behangoláshoz, a blokk- és ellenállás csoport, varázspálca stb. A javasolt mérőműszerek: csőmérő, szignálgenerátor, hullámmérő, ellenállás- és kapacitásmérő, katódsugár oszcillográf. A javítási rész az ebben az időben már túlsúlyban lévő szuperkészülékekkel foglalkozik. Na-



5. ábra. Amatőr galvanométer

gyon hasznos a varázsszemmel, mint a „készülék mérőműszerével” foglalkozó fejezet.

A későbbi művek közül Oszmann György munkáját kell kiemelni [20], amely az 1938 és 1956 között eladásra került szuperkészülékek javításánál nyújt hasznos segítséget. A kor két népszerű javítási útmutatója közül az egyik [21] inkább csak az ifjúsági ismeretterjesztő irodalom körébe tartozik, a másik, Pabst munkája [22] jól használható, magasabb színvonalú, a készülék minden fokozatának hibabehatárolásával foglalkozik, és meghatározza az ahhoz szükséges eszközöket, műszereket. A novál csöves, URH vételre is alkalmas készülékek gyűjtői haszonnal forgathatják Gyurkovics Attila könyvét [23].

A mérőműszerek fejlődése

Ebben a fejezetben részletesebben főleg azokról a XIX. század végén és a XX. század elején alkalmazott műszerekről lesz szó, amelyek az olvasók számára kevésbé ismertek.



6. ábra. Galvanométer

Galvanométerek

Egyenáram kimutatására, illetve kalibrálás után mérésre voltak alkalmasak. A dán Oersted 1820-ban mutatta ki, hogy ha a mágnesű fölé elhelyezett vezetékben áram folyik, az iránytű kitér. Majd a német Schweigger a vezeték helyett tekercset alkalmazott. Egy itáliai fizikus, Nobili használt először 1825-ben olyan galvanométert, amely a földmágnesség iránt érzéketlen volt [24].

Az ún. tangens-tájoló galvanométer leírását (4. ábra) egy húszadik század elején megjelent könyvben találtuk [25]. A készüléket úgy állították be, hogy a tekercs síkja a tű irányába mutasson. A tekercsen átfolyó áram hatá-



7. ábra. Tükrös galvanométer

sára a tű kitért. A kitérés mértékéből következtettek az áram erősségére. Nagyobb érzékenységet lehetett elérni, ha a földmágnesség hatását kompenzálták ún. asztatikus, két ellentétes irányban mágnesezett tű használatával, amelyek közül csak az egyikre, az alsóra hat a tekercs mágneses tere. Ennek leírását és amatőrműszerként történő felhasználását még negyven évvel később is megtalálhatjuk [26]. Az utóbbi cikkből vettük az 5. ábrán látható képet. A legérzékenyebbek a tükrös galvanométerek voltak, amelyeknél a mutatót egy fénycsík helyettesítette, laboratóriumi körülmények között ezeket még sokáig használták. Néhány szép régi példány fényképét be tudjuk mutatni (6. és 7. ábra).



8. ábra. Hordozható „ampere-mérő”



9. ábra. „Zsebóra” műszer

Lényegesen könnyebben kezelhető volt a Deprez-D'Arsonval-féle forgótekercses műszer, amelyet később az egyszerűség kedvéért csak Deprez-műszernek neveztek. Ennek működési elve közismert, ezért csak egy régi példányt mutatunk be a 8. ábrán, és a rádiózás hőskorában a telepek állapotának ellenőrzésére szolgáló „zsebóra” műszert a 9. és egy laboratóriumi műszert a 10. ábra.

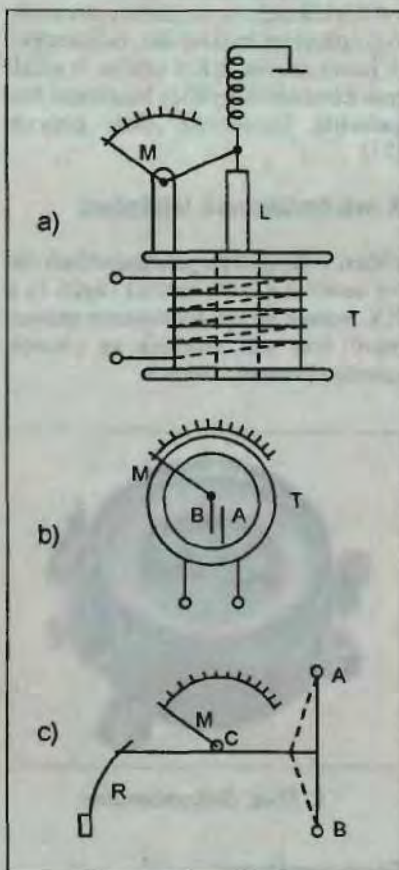
A váltakozó áramok mérése

A váltakozó áram (effektív) értékének mérésére lágyvasas, a nagyfrekvenciás áramok mérésére hődrótos műszereket használtak. Az alábbiakban ennek a két műszernek az elvi működését mutatjuk be a [27] cikkben közölt rajzok alapján. A legegyszerűbb műszer, amelyik a piacokon akkor használt rugós mérlegekre hasonlított, ezért „árammérlegnek” nevezték, a 11.a ábrán látható. L lágyvasrúd, amely egy rugóra van felfüggesztve, T tekercsbe nyúlik be. Amennyiben a tekercsbe áramot vezetünk, az vonzani fogja a lágyvasat, így az áram erősségének mérésére alkalmas. A rugó elmozdulása egy karos áttétel segítségével M mutatót működteti.



10. ábra. Laboratóriumi Deprez-műszer

A 11.b ábrán a lágyvasas műszereknek egy érzékenyebb és korszerűbb változata látható. A T tekercsben A rögzített és B elmozduló lágyvaslemez van elhelyezve. Ha T tekercsbe áramot vezetünk, a két lemez taszítja egymást és M mutató kitérése arányos B elmozdulásával, tehát az átfolyó árammal. A lágyvasas műszerek skálája nem egyenletes, bár különleges alakú lágyvasformákkal igyekeztek azaz tenni. Az erősáramú méréseknél a lágyvasas műszereket napjainkig használják.



11. ábra. Váltakozóáramú műszerek

A hődrótos műszereket ma már nem használják, de a maga korában a nagyfrekvenciás méréseknél fontos szerepet játszott. Működési elvét mutatja a 11.c ábra. Az A és B pontok között vékony, de a magas hőmérsékletet jól tűrő huzal van kifeszítve. Ha áram járja át a huzalt, felmelegszik és megnyúlik. A huzal közepére rögzített fonal, amely C tengelyen egyszer körbe van csavarva, R rugó húzásának következtében elmozdul, az M mutató kitérése a huzal megnyúlásával arányos lesz. A lágyvasas műszerek két „példányát” mutat-



12. ábra. Lágyvasas műszerek

ja a 12. ábra, a 13. ábrán egy hődrótos műszert láthatunk.

Széleskörűen alkalmazták a fejhallgatót, amely a hangfrekvenciás tartományban a váltóáram indikálására szolgált. Ez az érzékeny eszköz nem csak a drótnélküli telegráfia, de a váltóáramú hidmérésekben is, mint nullindikátor, nélkülözhetetlen szerepet töltött be. Az angol Wheatstone 1873-ban fedezte fel a róla elnevezett ellenállásmérő hidat. Az alapötletet továbbfejlesztve a különféle hídkapcsolásokat alakítottak ki, az amatőrök által is alkalmazott Wien-híd az impedancia- és a frekvenciámérés fontos eszközévé vált [28]. A 14. ábrán egy mérőhidat mutatunk be.

Hullámmérők

Minden olyan eszközt, amely a frekvencia mérésére és a készülék skálájának hitelesítésére szolgált, kezdetben hullámmérőnek neveztek. Nekolny Kurt a [29] cikkében tizenegy hullámmérő kapcsolást sorol fel, közöttük egy szignálgenerátort, a cikk alapján az abszorpciós hullámmérők néhány alapkapcsolását mutatjuk be a 15. ábrán. A legegyszerűbb változatot, a C hullámhosszban (frekvenciában) kalibrált skálával ellátott forgókonduktárral és L

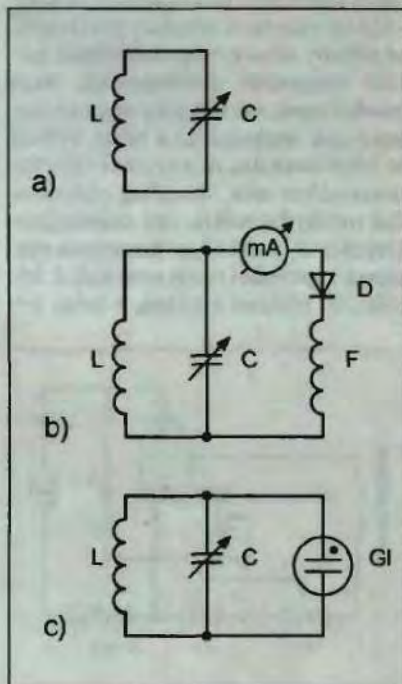


13. ábra. Hődrótos műszer



14. ábra. Mérőhíd

induktivitással összeépített rezgőkört a visszacsatolós készülékek skálájának hitelesítésére használták (15.a ábra). A mérő készüléken szoros visszacsatolást állítottak be, hogy a készülék fűtült. Az L mérőtekercset annyira közelítették a mérő készülék tekercséhez (laza csatolás), hogy a mért frekvencián a rezgőkör által elszívott ener-



15. ábra. Hullámmérő kapcsolások



16. ábra. Abszorpciós hullámmérő

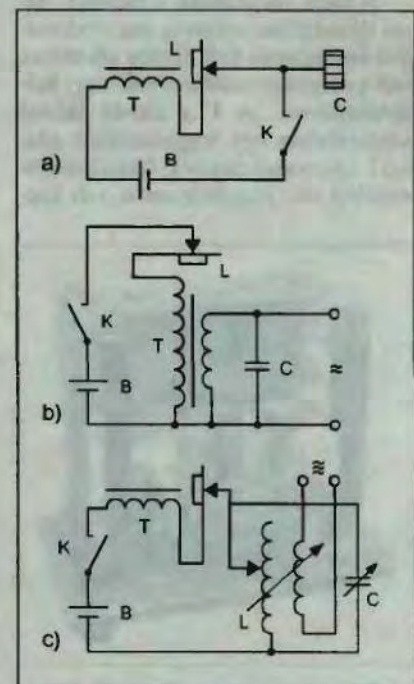
gia következtében a rezgés „leszakadt”, a fűtülés egy koppanás kíséretében egy szűk skálatartományban megszűnt. Ez volt a keresett hullámhossz (frekvencia). A 15.b ábrán bemutatott abszorpciós hullámmérő már indikáló műszert is tartalmaz, a mérőtekercset bármilyen oszcillátor rezgőkörének tekercséhez közelítve, a rezgési frekvencián a műszer maximumot mutat. A lengőtekercses műszer számára D fix kristálydetektor F nagyfrekvenciás fojtóval sorbakötve egyenirányítja a jelet. Az adóamatőrök használhatták a hullámmérő ködfénylámpás változatát (15.c ábra). A rezonancia frekvencián, ha a nagyfrekvenciás feszültség elérte a ködfénylámpa gyújtási feszültségét, az kigyulladt. Ködfénylámpa helyett a szerző többféle indikátort megemlít: termokeresztet árammérőt, előfeszített

zseblámpaizzót stb. A kétrácsos csővel megépítésre javasolt szignálgenerátor „Negadyn” kapcsolású (Lásd RT ÉK 2005.) A „lámpás hullámmérő” egy visszacsatolt audion volt, egy triódás oszcillátor fix visszacsatolással, légmagos tekercsel és hullámhosszban kalibrált forgókondenzátorral, amely egyszerűen rásugárzott a vevőkészülék antennatekercsére. A 16. ábrán egy korszerű, Ge diódás abszorpciós hullámmérőt mutatunk be.

Zümmerek vagy zümmögők

Az áramszaggatót, ezt a maga korában rendkívül sokoldalúan használt eszközt egy frankfurti orvos, Neef alkalmazta először, ezért hívták Neef-kalapácsnak, majd a belga elektrikus Lippens használta fel csengő készítésére. Ezzel a kalapáccsal működtetett szikrainduktorok a drótnélküli telegráf állomások megalkotásában is fontos szerepet töltek be. A zümmerek mind hang-, mind nagyfrekvenciás rezgések keltésére alkalmasak.

A 17.a ábrán a szaggató kapcsolását mutatjuk be, amely ismert a hagyományos csengők esetében. A K kapcsoló zárásakor áram folyik a T nyílt vasmagos tekercsen át, melynek hatására az magához vonzza a lemezzugóra erősített L lágyvas darabot. A C állítható csavartól eltávolodik a rugó, miáltal



17. ábra. Hullámmérő kapcsolások



18. ábra. Zümmert

megszakad az áramkör. A mágneses hatás megszűntével a rugó visszaáll eredeti helyzetébe és záródik az áramkör, a folyamat kezdődik előlről. A rugó és lágyvas rezonanciájával beállítható másodpercenkénti 400–600 rezgés és a csavar finom állításával a legkisebb működtető áram. Az így beállított szaggató, csengő nélkül füllel is jól hallható zümmögő hangot ad. Ezt az egyszerű összeállítást az amatőrök a Morse-féle ABC tanulására használták. Az előzőleg bemutatott nyitott vasmagra készítették egy szekunder tekercset is, C kondenzátor a nagyfrekvenciás komponensek levágására szolgál. Hogy a berendezés ne zavarja a vizsgált rádiókészüléket, az egészet árnyékoló dobozba tették, és a szikraképződést egy RC taggal csökkentették. A kapcsolási rajz a 17.b ábrán látható.

A korai időszakban a zümmert, mivel jelalakjában rengeteg nagyfrekvenciás komponens volt, fontos alkatrésze volt a szignálgenerátoroknak vagy hullámmérőknek. A 17.c ábrán látható kapcsolatban egy leágazással ellátott L tekercsből és egy C forgókondenzátorból álló rezgőkör sorba van kap-



19. ábra. Siemens szaggató hang-generátor

csolva a szaggatóval. A vizsgált készülékhez az állítható csatlakozású szekunder tekercset kapcsolták. Az elektroncsöves nagyfrekvenciás oszcillátorok egyszerűsége és viszonylag stabil frekvenciája miatt ez a felhasználás hamar elavult. A 18. ábrán egy zümmert mutatunk be. A zümmögőt, mint hangfrekvenciás generátort, Magyari Béla még 1953-ban is ajánlotta az amatőrök figyelmébe [30].

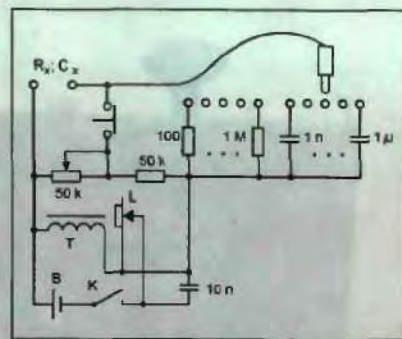
A 19. ábra amelyen egy Siemens gyártmányú szaggatót látunk, bizonyítja, hogy nagy cégek is gyártottak ilyen elven működő hanggenerátort. Ennél a megfelelő nagyságú hangfrekvenciás jelet a szaggatóból kialakított transzformátor biztosítja. A zümmögőt, mint hangfrekvenciás generátort a váltóáramú hidakhoz is használták. Ebben az esetben az érzékeny nullindikátor a fehallgató volt. Ilyen amatőr RC mérő építési leírását közli a [31] cikk, ennek a kapcsolási rajzát közöljük a 20. ábrán. A rajzról látható, hogy nem alkalmaztak külön szekunder tekercset, váltóáramú áramforrás maga az áramszaggató tekercse. A mérőeszköz telep helyett csengőreduktorról is működtethető volt.

Csővoltmérők

Elektronikus feszültségmérők, amelyeket összefoglaló néven csővoltmérőknek nevezünk. Igen széleskörű irodalma van. Magyari Béla könyve [30] mellett a Rádiótechnika 1953–54-ben külön sorozatot szentelt a témának, és minden elektronikus műszerekkel foglalkozó könyv és tankönyv részletesen foglalkozik az egyen- és váltófeszültség mérésére alkalmas eszközök ismertetésével. Az amatőrök számára készült építési leírások közül Rózsa Sándor könyvét említjük [32], amely mind a csöves, mind a tranzistoros elektronikus feszültségmérőket ismerteti.

A nagyobb váltófeszültségek mérésére a diódás, a kisebbeké a triódás csővoltmérőket alkalmazták. Első időben – érthető okokból az egytriódás rács- vagy anódegyenirányítós változatot használták, az audionkapcsolásnál az átfolyó anódáramot kompenzálni kellett. Később a kéttriódás hidkapcsolású csővoltmérők terjedtek el, ezeknél a műszer hol a két anód, hol a két katód közé volt kapcsolva (Orivohm).

A német nyelvű szakirodalomban már a húszas évek közepén jelentek meg csővoltmérő leírások [33], a hazai-ból a Molnár János által ajánlott leg-

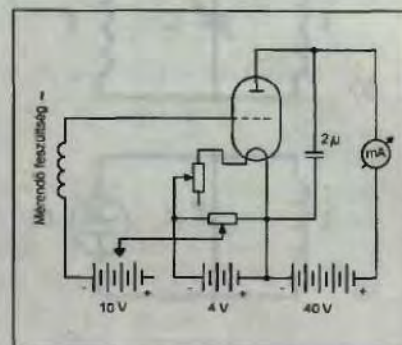


20. ábra. Váltóáramú híd, zümmögővel

egyszerűbb „lámpa-voltmérőt” mutatjuk be [18]. A kapcsolási rajz a 21. ábrán látható. A trióda előfeszültségét úgy szabályozták, hogy bemeneti feszültség nélkül az árammérő mutatója a skála elején álljon. A váltófeszültség rákapcsolása után a mutató kitért, mert a trióda anódkönyök egyenirányítóként működött. A hitelesítést hálózati frekvencián végezték, de a műszer alkalmas volt rádiófrekvenciás mérésekre is.

Használható műszerek

Az eddig említett műszerek inkább technikátörténeti érdekességeknek számítottak, de most nézzük azokat a műszereket, amelyeket a készülékek helyreállítására vállalkozók a munka során fel tudnak használni. Senkit nem bízunk arra, hogy drága korszerű műszereket vásároljon, de a börzéken és használtcikk piacokon érdemes körülnézni, és néhány olcsón megvásárolható eszközt beszerezni. Feltételezzük, hogy mindenkinek van digitális multimétere, amelynek segítségével a hibák 90%-át be lehet határolni, de a további 10% felismeréséhez más, lehetőleg elektronikus mérőműszerekre van szükségünk. Terjedelmi okokból az ismertetett műszerek kapcsolási rajzát nem tudjuk közölni, de röviden vázoljuk a belső fel-



21. ábra. „Lámpa-voltmérő”



ORION
KATÓDUS-OSCILLOGRÁF

EP 10041

3" ányálmérő
Erősség: 40K és 10/100 Hz-ig
Vágó: 15 fázis-g
Bemenet: bemenet 0,1 MΩ-ig
Hárg- és állóharg mérőműködés, állóharg- és állóharg mérőműködés.



*Működés ellenőrzés,
Kutató munka,
Oktató*

és az íze asztalra
működésének körzérő
működés

**AZ ORION
ELEKTRONIKUS
MÉRŐKÉSZÜLEK**



ORION
SZEMI SZIGNALGENERÁTOR

EP 10042

Féreg: 100 Hz-10 kHz-10 MHz
Feszültség: 1 mV-0,1 V-1 V-10 V
Relé: 100 Hz, 100 kHz, 10 MHz
Relé: 100 Hz, 100 kHz, 10 MHz
Relé: 100 Hz, 100 kHz, 10 MHz
Relé: 100 Hz, 100 kHz, 10 MHz



ORION MŰLÉMMÉRŐ

EP 10043

Féreg: 10 Hz-10 kHz
Erősség: 10 V-10 V-10 V
Feszültség: 0,1 V-1 V-10 V
Feszültség: 0,1 V-1 V-10 V
Feszültség: 0,1 V-1 V-10 V





ORION A. F. CSŐVOLTÁR

EP 10044

Feszültség: 1 mV-10 V-10 V
Féreg: 10 Hz-10 kHz
Feszültség: 10 V-10 V-10 V
Feszültség: 10 V-10 V-10 V

ORION M. R. GÉNÉRÁTOR

EP 10045

A féreg: 10 Hz-10 kHz, 10 V-10 V-10 V
Féreg: 10 Hz-10 kHz, 10 V-10 V-10 V
Féreg: 10 Hz-10 kHz, 10 V-10 V-10 V
Féreg: 10 Hz-10 kHz, 10 V-10 V-10 V

Kérjen ismertetőt egyéb mérőkészülékeinkről is!

Felvilágosítást készítséggel szolgál!

ORION BUDAPEST 62, POSTAFIÓK 208

ORION

22. ábra. Orlon műszerek

építésüket és a használatuk előnyeit. A háború után gyártott, vagy a megjelent leírások alapján szakszerűen elkészített elektronikus műszerek mind felhasználhatók, természetesen kellő felújítás és kalibrálás után.

A továbbiakban ezekkel fogunk foglalkozni. A hazai elektronikus műszergyártás a háború után az Orionban indult meg szovjet megrendelésre (jóvátétel) [34] és a háború alatt titokban folytatott fejlesztés, az amerikai műszerek lemásolása eredményeként [35]. Ez volt az oka, hogy az Orion gyártmányú műszerek az amerikai (szovjet) oktál foglalatú csövekkel készültek. Ezeket a 22. ábrán bemutatott reklámon láthatjuk. Az államosítás után profilisztizált miatt a műszerkészítő részleg kivált az Orionból, és Elektronikus Mérőkészülékek Gyára néven új vállalat alakult. Erről az eseményről ad hírt a 23. ábrán látható hirdetés. Az eddigi műszerek már EMG típuszámmal, de ORION-EMG emblémával készültek. Az EMG új típusszám rendszert vezetett be, amelyet az 1. táblázatban mutatunk be. A táblázat a korabeli EMG

RT ÉK '07

AZ ORION
RÁDIO VILLAGMŰVÉSZETI ÉS ÜZEMELTETÉSI N.Y.

CÉGÜNK AZ ELEKTRONIKUS MÉRŐKÉSZÜLÉKGYÁRTÓ
RÉSZLEG F. ÉVI JÚLIUS HÓ 1-VEL KIVÁLT ÉS

ELEKTRONIKUS
MÉRŐKÉSZÜLÉKEK
GYÁRA N.Y.

CÉGNÉV ALATT ÚJ VÁLLALATKÉNT MEGALKAKT
KÉREK ÉS CÍMKEZET ELŐJEDYENZNI
BUDAPEST, IV. (ÚJPEST), ERZSÉBET-UTCA 2-4
POSTAI Cím: BUDAPEST 62. POSTAFŐCÍM: 208.

#

Szocialista gazdálkodásunk mind fokozottabb fellendülése és nép-
gazdaságunk első öt éves terve az ipari, de elsősorban a nehézipari
életpontok nem látott mértékben fejleszteli fel. Az ipari bázis hatalmas
feladatok sikeres elvégzése igen sokféle, többek között elektronikus
mérőkészülék előállítását teszi szükségessé. Az önálló elektronikus
mérőkészülékgyár létesítését ezért határozta el kormányzatunk.
1951. évi gyártási tervünket már ezen szükségletek figyelembe vételével
úgy fogadtuk össze, hogy a leggyártott készülékek a sokféle
ipari, kutatói és oktatási célnak mind belföldi, mind külföldi viszony-
latban megfeleljenek.

Felkérjük megrendelőinket arra, hogy tervezési munkánk elősegítése
célszerű már most közlőjük velünk 1951. évi szükségleteiket, hogy
azoknak kielégítését időben biztosítani tudjuk.

Kereskedelmi osztályunk a 292-857 és 200-311 számú közvetlen
távbeszélő vonalakon is készséggel rendelkezésre áll.

23. ábra. Az EMG megalakulása

műszerek vásárlása esetén nyújthat segítséget. Az első két számkarakter a műszercsoportot jelöli (generátor, oszcilloszkóp, csővoltmérő stb.) a harmadik azon belül az egyéb paraméterekre (frekvencia, teljesítmény, tranzisztoros felépítés stb.) utal. A negyedik a konkrét műszert jelenti, de figyelni kell a törtvonal utáni betűjelzésre is, mert például a felhasznált csövek terén eltérések lehetnek (a 1113 típusú hanggenerátor pl. B, C, D, E, F változatban található).

Elektronikus feszültségmérők

A gyakorlottabb szakemberek tudják, hogy az analóg műszerek előnyösebben használhatók a digitális műszerekkel szemben minden olyan helyen, ahol változó értékeket kell figyelni. A műszer legyen nagy bemenő impedanciájú, hogy minél kevésbé zavarja a mérendő kör viszonyait. Ez a feltételt teljesítik a csővoltmérők.

Szinte lehetetlen felsorolni azokat a méréseket, amelyeket ezekkel a műszerekkel el lehet végezni, ezért a csövölt-

mérő minden mérőhely egyik legfontosabb műszere, mert legtöbb árammérést is feszültségmérésre vezettjük vissza, hogy ne kelljen az áramkört megszakítanunk. A rádiókészülékek szervizkönyveiben közölt kapcsolások általában tartalmazzák az egyes elektrodák mérhető feszültségek értékeit. Ha nincs ilyen rajzunk, akkor a csőparaméterekből és az elektróda áramokból nekünk kell kiszámítanunk, hogy a mért érték helyes-e.



24. ábra. EMG 1343/C univerzális csővoltmérő

1. táblázat. Az EMG műszerek típuszámai a kezdeti években

EMG típusszám	Műszer
11XX	Generátorok
111X	Hangfrekvenciás
113X	Szélessávú
114X	Négyszög hullám
115X	Impulzus
116X	AM szignál
117X	URH szignál
118X	Fr. spektrum generátor
119X	TV-vel kapcs. műszerek
12XX	Spec. generátorok
125X	Függvénygenerátor
13XX	Csővoltmérők
131X	Hangfrekvenciás
132X	Rádiófrekvenciás
134X	Univerzális
136X	Digitális voltmérő
138X	Mikrohullámú telj. mérő
14XX	Mérőhidak
142X	Megohmmérő
143X	RC mérőhid
146X	Digitális multiméter
15XX	Oszcilloszkópok
152X	KS. csöves kijelző
153X	Hangfrekvenciás
154X	Rádiófrekvenciás
155X	Kétsugaras oszcilloszkóp
156X	Tranzistoros szkóp
157X	Karakterisztika rajzoló
158X	Belétfők szkóphoz
159X	Mérőerősítő
16XX	Frekvenciamérők
161X	Abszorpció
163X	Közvetlen mutató
164X	Digitális fr. és időmérő
165X	AM-FM mod. mérő
18XX	Stabilizált tápegységek
161X	Tranzistorvizsgáló
183X	Stabilizált áramforrás
184X	Nagyfesz. áramforrás
19XX	„Servotest” műszerek
1911	Csővoltmérő
1921	Szignálgenerátor
1925	Hanggenerátor
1931	Oszcilloszkóp
20XX	Egyéb
237X	Stroboszkóp
289X	Váltófesz. Stabilizátor

A 24. ábrán egy manapság is használható univerzális csővoltmérőt mutatunk be, az EMG 1343/C típusút. Ez a híres ORIVOHM szervizműszer utódja. Alkalmas egyen-, váltófeszültség és ellenállás mérésére. Csatlakoztatható nagyfeszültségű és nagyfrekvenciás mérőfej. A csővoltmérő rész hidkapcsolású novál (ECC82) kettős triódával készült, az alaplámpa a katódkörben van. A hálózati egyenirányító EZ80, váltóáramú mérésnél a jelet a szubminiatur EA50 egyenirányítja. A legkisebb méréshatár mind egyen-, mind váltó állásban 1 V. A felső frekvenciahatár mérőfej nélkül 5 MHz, mérőfejjel 200 MHz. Bemenetiellenállás egyenáramú mérésnél 15 MΩ minden sávban. Mérési pontosság $\pm 5\%$, ami egy szervizműszernél megfelelő.



25. ábra. Rohde & Schwarz nagyfrekvenciás millivoltmérő

Nagyon hasznosak a javítások során az előerősítővel ellátott csővoltmérők, amelyek millivolt nagyságú váltófeszültséget mérnek, az üzemi csővoltmérőktől való megkülönböztetés miatt gyakran nevezik ezeket millivoltmérőknek. Gyártották hangfrekvenciás és nagyfrekvenciás tartományban történő mérésekhez. Egyik márkás képviselőjét látjuk ezeknek a műszereknek a 25. ábrán, a Rohde & Schwarz cég UVH típusú elektroncsöves nagyfrekvenciás millivoltmérőjét. A frekvenciatartomány 30 Hz – 40 MHz, a legalacsonyabb méréshatár 0,3 mV, és szélessávú mérőerősítőnek is használható, mert az erősítő kimenettel is rendelkezik.

Hanggenerátorok

Igazi régiségek mérésénél ritkán használunk hanggenerátort, de URH vételél-



26. ábra. Servotest hanggenerátor

re alkalmas készülékeknel nem fölösleges a hangfrekvenciás fokozat frekvencia átvitelének vizsgálata, különösen azoknál, amelyek hangregiszterekkel és egyéb bonyolult hangszínszabályzókkal vannak ellátva. Ezekhez a mérésekhez nem szükséges ún. teljesítmény hanggenerátor, elegendő a kisméretű Servotest 1925 típusú műszer, amelynek részletes ismertetését megtaláljuk a Rádiótechnika 1956/1. számában (26. ábra). Ennek segítségével, egy hangfrekvenciás csővoltmérőt a kimenő transzformátor szekunderkörére kapcsolva, le tudjuk mérni a hangfrekvenciás fokozat frekvenciamenetét.

Az EMG 1113 típusú, 5 W kimenő teljesítményű hanggenerátort (27. ábra) akkor kell használnunk, ha hangszórót vizsgálunk. Beépített csővoltmérő méri a kimeneti szintet, és egy nagyméretű kimenőtrafó biztosítja a tetszőleges hangszóróhoz történő illesztést.

Szignálgenerátorok

Nagyfrekvenciás jelforrások, amelyek nélkülözhetetlenek a komolyabb készülékek behangolásánál. Sokféle csöves üzemi és laboratóriumi szignálge-



27. ábra. EMG 1113/F hanggenerátor



28. ábra. Servotest szignálgenerátor

nerátor szerezhető be. Régi készülékekhez elegendő egy AM (amplitúdó modulált), amelynek a szokásos frekvencia tartománya illeszkedik a hagyományos készülékek vételi sávjaihoz. Ennek egyszerű változata volt a Servotest 1921 típusú műszer, amelyet a Rádiótechnika 1956/3. száma ismert. Ennek egy módosított, beépített szintmérővel ellátott változatát tudjuk bemutatni a 28. ábrán.

A német tervezők az üzemi „Prüfgeneratoren” többcélú kihasználását tartották szem előtt. A 29. ábrán egy korai NDK gyártmányú műszert látunk, amelyet két triódának kötött EF12-es acélcsővel konstruáltak. Mivel beépített félvezető diódás feszültségmérővel rendelkezik, induktív- és kapacitásmérésre is alkalmas, a méréshatárokat a generátor által kiadott frekvenciatartomány határozza meg (L: $0,2 \mu\text{H} - 2,9 \text{ mH}$; C: $2 \text{ pF} - 10 \text{ nF}$). A beépített műszert külső egyen- és váltófeszültségek mérésére is fel lehet használni.

Az FM (frekvencia modulált) vételre is alkalmas készülékek behangolásához URH szignálgenerátorra van szükségünk, de még jobb, ha ehhez a munkához vobulátort, egy megadott sávban periodikusan változó frekvenciájú jelet használunk, amely egy oszcillosz-



29. ábra. RFT M 2746 szignálgenerátor

kóppal összekapcsolva a vizsgált áramkör frekvenciamenetét folyamatosan mutatja. Ezek a mérések olyan felszereltséget és gyakorlatot igényelnek, aminek leírása túlmutat ennek a cikknek a keretein. (Lásd a [23] irodalomban „Az AM-FM vételre alkalmas készülékek hangolása,” című fejezetet.)

Alkatrész mérők

Az alkatrész mérő műszereket azért ismertetjük részletesebben, mert a régi készülékek helyreállításánál legfontosabb, hogy a sokszor 70–80 éves alkatrészek használhatóságát meg tudjuk ítélni, pótlás esetén azonos paraméterekkel rendelkező alkatrészt tudjunk beszerezni vagy készíteni. A szervizgyakorlatban sokszor rutinszerűen, tömegesen cserélték az alkatrészeket, anélkül, hogy sokat foglalkoztak volna azok mérésével, erre nem is volt idő. A mai restaurátorok ezt nem engedhetik meg maguknak, ezért kell az alkatrészek vizsgálatára alkalmas műszerek beszerzésére nagyobb figyelmet fordítani.

Nem kell hangsúlyoznunk, hogy a legfontosabb az elektroncsövek mérése, azok pótlása. Csőmérővel ennek a cikknek a keretében nem foglalkozunk, arról az olvasó bőven talál leírást az újabb irodalomban, még ebben az évkönyvben is.

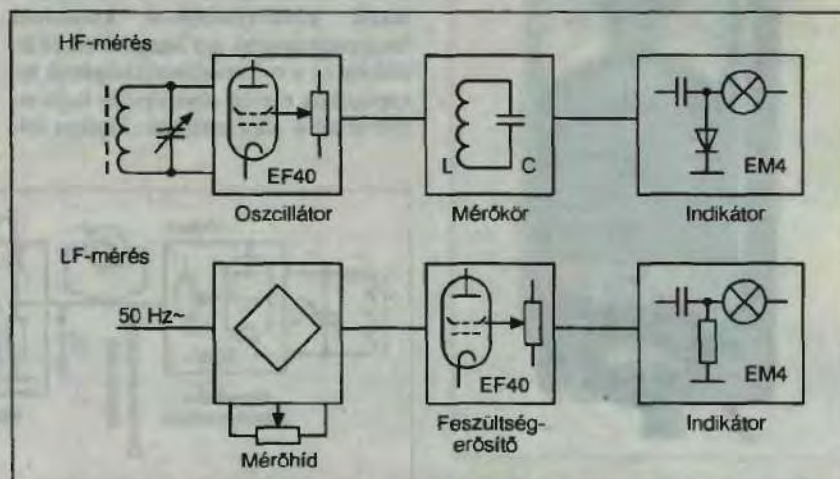
R–L–C mérőre előbb-utóbb feltétlenül szükségünk lesz, mert ellenállást és kapacitást még tudunk mérni az olcsóbb digitális műszerekkel, de induktivitást már nem. A 30. ábrán bemutatjuk a RADIOMETER cég MM 1g típusú varázsszemes multiméterét, amely egy rádiófrekvenciás (HF) L–C-mérő



30. ábra. Radiometer MM 1g multiméter

és egy hangfrekvenciás (LF) R–L–C-mérő kombinációja. Részletes leírását megtaláljuk a [36] irodalomban. A működést a 31. ábrán látható tömbvázlat alapján ismertetjük. Az EF40-es csővel kialakított HF-oszcillátor kondenzátoros hangolással, a jelnagyságot a segéd-rácsfeszültség állításával lehet szabályozni. Az oszcillátor laza csatolásban van a mérőkörrel, amelyben a mérendő induktív- és kapacitásmérővel, a mérendő kapacitás egy tekercsel párhuzamos rezgőkört alkot. Rezonancia esetén a varázsszemes indikátor maximumot mutat. Mivel kapacitásmérés állásban fix induktív- és induktív- és kapacitásmérésnél fix kapacitás van a rezgőkörbe kapcsolva, az oszcillátor forgókondenzátora frekvencia helyett a mért értékben, pF-ban és mH-ben van skálázva. A műszer kapacitást 55 000 pF-ig, induktivitást 55 mH-ig mér.

Az R–L–C-mérő 50 Hz-es táplálású mérőhíd, ellenállást Wheatstone-, induktivitást Hay-, kapacitást Wien-hidban mér, az előbbi EF40 csövet a híd kimenőfeszültségének erősítésére hasz-



31. ábra. Az MM 1g multiméter tömbvázlata



32. ábra. ábra. Ganz XWH egyenáramú mérőhid

nálják. Ebben az állásban a varázsszemes kijelző minimumot indikál. A kiegyenlítés mindhárom hidkapcsolásban egy nagyméretű huzalpotméterrel történik. Kapacitást 1000 μF -ig, induktivitást 1000 H-ig, ellenállást 10 M Ω -ig mérhetünk. Az indikátor érzékenysége a cső erősítésének beállításával szabályozható, valamint induktivitás és kapacitásmérésnél a veszteségi szög ($\text{tg } \delta$) kinullázható, így képet kapunk az alkatrész jóságáról.

Ennek a műszernek van magyar változata, egy LRC ϕ mérő, amelyet többek között az Elektronika KTSz gyártott TR 2120 jelzéssel. Lényeges különbség, hogy ez a változat rezgőköri rezonanciafrekvencia mérésre alkalmas 50 kHz és 5 MHz tartományban, és varázsszemes kijelző helyett csővoltage-mérő indikátort tartalmaz.



33. ábra. Orion Ktsz 1196/S típusú GDO

A digitális multiméterek néhány ohmos ellenállásokat pontatlanul mérnek, pedig induktivitások zárlatvizsgálatánál nagy segítségünkre lehet, ha ebben a tartományban tudunk pontosan mérni. Ezért mutatjuk be a 32. ábrán a GANZ gyártmányú, XWH típusú egyenáramú mérőhidat, amellyel tízed ohm tartományban is tudunk pontosan mérni. Táplálása 4,5 V-os elemről történik, indikátora 2 μA /osztás érzékenységgű, középállású alapműszer.

Az ötvenes évektől kezdve az amatőrök kedvenc műszere volt a grid-dip oszcillátor (GDO) vagy más néven mérőoszcillátor, mert házilag könnyű volt megépíteni és sokféle nagyfrekvenciás mérésre alkalmas. A rádiótechnikában számtalan építési leírást találunk, a legfrissebb GDO-leírást pedig éppen ezen RT évkönyv hozza. A 33. ábrán az ORION KTSz 1196/S típusú, 0,1–200 MHz között használható műszerét mutatjuk be, amelynek részletes leírása megtalálható a [37] irodalomban. Működési elve röviden: egy EC92 típusú miniatűr triódával felépített Collpitts-kapcsolású oszcillátor rácslevezető ellenállásával sorba van kötve egy 100 μA -es alapműszer, amely a cső rácsáramát méri. A műszer érzékenységét egy párhuzamosan kötött potenciométerrel szabályozhatjuk. Az oszcillátor tekercsei kívülről dugaszolhatók a GDO-hoz. Ezeket a tekercseket kell laza induktív csatolásba hozni a vizsgálandó rezgőkörrel. Ha a műszerünk mérőfrekvenciáját a hangoló kondenzátorral a vizsgálandó rezgőkör rezonanciájára állítjuk, a rezgőkör energiát von el az oszcillátortól, a rácskörben folyó áram lecsökken, ezért a műszerrel minimumot indikálhatunk. Az oszcillátort modulálni lehet egy miniatűr ködfénylámpával kialakított hanggenerátorral, így hangoló oszcillátorként is, a cső anódfeszültségének lekapcsolása esetén abszorpciós hullámmérőként is alkalmazható. Tipikus fel-

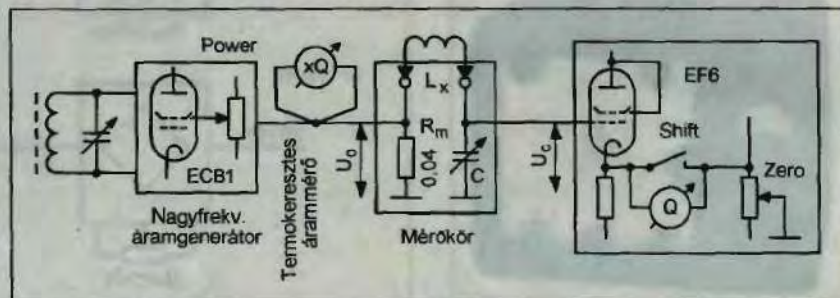


34. ábra. Radlometer QM1 Q-mérő

használása: passzív rezgőkör (pl. KF transzformátor) rezonancia frekvenciájának „hideg” bemérése. Nem túl praktikus, de szükség esetén induktivitás és kapacitást is lehet vele mérni. Amennyiben olyan rezgőkört kell mérnünk, amelynél az induktív csatolás nem megoldható, használhatjuk a varázsszemes rezonátort (RT ÉK 2006).

Az utolsóként a tekercsek (ritkábban kondenzátorok) jósági tényezőjének mérésére alkalmas Q-mérőt mutatjuk be. Ha egy régi tekercsrel nem tudjuk a megfelelő vételkésziséget produkálni, ha a beletörött porvasmag helyett egy ismeretlen ferritmagot teszünk egy tekercsbe, lehet, hogy az induktivitás mérő a kívánt értéket mutatja, a mag határfrekvenciája miatt a tekercs mégis használhatatlan. Az ilyen jellegű hibák kimutatására nagyon hasznos ez a műszer. A 34. ábrán az egyik legismertebb és legkönnyebben kezelhető Q-mérőt, a RADIOMETER cég QM1 típusú műszerét látjuk, amelynek leírását megtalálhatjuk az előbb említett [36] irodalomban. Ez a műszer 50 kHz-től 73 MHz-ig terjedő tartományban alkalmas a tekercsek jósági tényezőjének mérésére, tömbvázlatát a 35. ábrán mutatjuk be.

A mérés azon alapul, hogy rezonancia esetén a rezgőkörön mérhető feszültség Q-szor nagyobb a rezgőkört tápláló feszültségnél. A betáplálás úgy



35. ábra. A QM1 tömbvázlata

történik, hogy a nagyfrekvenciás generátor árama átfolyik az R_m mérőellenálláson, ezen U_0 feszültségessé hoz létre. A rezgőkörön fellépő U_c feszültséget egy nagy bemenőellenállású csővoltmérő méri. Mivel $Q = U_c/U_0$, amennyiben U_0 konstans, a csővoltmérő műszere a mért jósági tényezőben skálázható.

Az oszcillátort egy EC81 típusú trióda alkotja, amelynek az anódfeszültségét szabályozza a Power feliratú potenciométer. Az oszcillátor rádiófrekvenciás áramát egy termokeresztes ampermérő méri, amelynek $xQ = 1$ kijelzéséhez 0,5 A áram tartozik, ezt az értéket állítjuk be a mérések során az előbb említett potenciométerrel. Az R_m ellenállás értéke 0,04 Ω , és kialakítása következtében értéke 30 MHz-ig frekvenciafüggetlen. A soros rezgőkör táplálása, amelynek induktív tagja a vizsgált tekercs, gyakorlatilag zérus belső ellenállású és 20 mV feszültségű generátorral történik. A csővoltmérővel mérjük a rezgőkör kapacitásán megjelenő U_c feszültséget, miután C forgókondenzátorral, amely nagyon jó minőségű, tehát gyakorlatilag veszteségmentes, rezonanciát állítunk be. A csőmérőben – a minél nagyobb bemenőellenállás elérése érdekében – a felső rácskivezetésű, triódának kötött EF6-os (körmos!) csövet alkalmazták. A tekercs kivételénél az EF6 rácsa „lóg a levegőben”, ezért a műszert a Shift feliratú kapcsolóval rövidre kell zárni. A tekercs behelyezése után a kapcsolót Measure állásba hozzuk, és a csővoltmérőt kinullázzuk. A tekercs jósági értéke a rezonancia pontban mutatott maximumnál olvasható le. Ebben az állásban a maximális mérhető Q értéke 250, nagyobb értékeknél a xQ skálán kell magasabb szorzószámot (alacsonyabb áramot) beállítani. A műszer egyéb felhasználási lehetőségeiről és a hitelesítés módjáról részletes cikket olvashatunk a gyűjtők folyóiratában [38].

Mérések a vevőkészülékekben

„Hideg” mérések

Muzeális készülékek restaurálásánál fő szabály: bekapcsolás előtt minden egyes alkatrészt be kell vizsgálni. Ezt persze könnyű betartani egy harmincas évek elejéről származó 2 + 1-es vevő esetében, amelyben a csöveken kívül egy hálózati, egy „nider” trafó, néhány szűrőblokk és az audion fokozatban egy rácskomplexum található. De szinte lehetetlen egy nagyszupernél, amely

2. táblázat. A készülékek „ellenállás vizsgálatához”

Ellenállás a föld és az érintkezők között									
Érintkező	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	G1
EF6									
EL3									
AZ1									

Az anódfeszültség pont és az érintkezők között									
Érintkező	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	G1
EF6									
EL3									
AZ1									

30–50 alkatrészt tartalmaz. Ennek ellenére a nagyobb károk elkerülésére feltétlenül végezzük el az alább javasolt „hideg” mérést.

Egy – a háború alatt kiadott – rádió-műszereszek oktatására kiadott tankönyv [39] javasolja a készülék „ellenállás vizsgálatához” a 2. táblázatban látható űrlap kitöltését. Ez a klasszikus 2 + 1-es készülékhez ajánlott táblázat főleg kisebb gyakorlattal rendelkezőknek ajánlott. A készülék bekapcsolása előtt a megszámozott csőérintkezők és a panel (földpont) között az összes csőnél ellenállást mérünk, és az értékeket beírjuk a táblázatba. Ugyanezt a mérést elvégezzük a pozitív anódfeszültség pont és a csőérintkezők között is. Azoknál a pontoknál, ahol nagyobb értékű kondenzátor van, megvárjuk annak feltöltődését. Elkők esetében ügyeljünk a polarításra! Ha a csőfoglathoz nem lehet hozzáférni, például árnyékolás miatt, akkor foglaltoldót alkalmazunk.

A kitöltött táblázatot a kapcsolási rajz mellé helyezve a legtöbb durva hibát behatárolhatjuk: elköttést, zárlatot, szakadást, hibás alkatrészt stb. A kisebb felkészültségűek megmutathatják a mérés eredményét gyakorlottabb társaiknak. A módszer előnye, hogy közben nem veszélyeztetjük a készüléket vagy a drága elektroncsöveket, elkerülhetjük azok kiegészét. A hibakereső irodalomban említett [22] könyv szerzője is javasolja ezt a módszert, csak táblázat kitöltése nélkül.

Ellenállásmérést érdemes végezni a hálózati transzformátor kivezetéseinél, és minden olyan ponton, ahol olyan zárlat léphet fel, amely bekapcsolás esetén alkatrészek elégséhez, füstöléshez vezet. Ide tartozik még a kihúzott csövek mellett a készülék áramfelvétele mérése, amely a hálózati trafó

vagy az áthidaló papirkondenzátorok átvezetésére utalhat.

Mérések bekapcsolt készüléknél

Ezek a mérések már a készülék felépítésétől függenek, ezért nehéz általános tanácsot adni. Amennyiben a felsorolt egyszerű módszerek nem vezetnek eredményre, tanulmányozzuk a készülék korának megfelelő javítási útmutatókat [18–23]!

Ha kihúzott csövek mellett nem találtunk semmi hibát, és a transzformátoron mért feszültségek is rendben vannak, nem célszerű csak a hálózati egyenirányítót bedugva a készüléket bekapcsolni, mert az elkönn terhelés nélkül a feszültségek felszökhetnek, és átütést okozhatnak. Univerzális készülékeket egyébként is csak az összes cső behelyezése mellett lehet vizsgálni.

Ha nem tapasztalunk füstölést, a végcsőtől visszafelé végezve az egyes csövek elektródáin a földponthoz képest mért feszültségmérés adja a legmegbízhatóbb információt. Amennyiben nem írjuk fel az értékeket, készítsünk ki egy csőkatalógust, egy szervizkönyvet vagy a Tunsgsram kiadványát [40], amely az akkor használatos csöveknél közli a gyár által ajánlott feszültség- és áramértékeket. Szinte minden durva hiba felderíthető ezzel a méréssel. Ahol gyanúsan alacsony vagy magas feszültséget mérünk, ott kell tovább vizsgálnunk.

Amennyiben a feszültségek rendben vannak, még mindig nem biztos, hogy működik a készülékünk. Ilyenkor végezzük a csavarhúzó jelnyomozást. A végcsőtől visszafelé hozzáérünk az egyes csövek rácpontjaihoz, a hangfrekvenciás fokozatoknál egyre erősebb bűgást, a nagyfrekvenciás csövek rácsain erőteljes pattogást vagy a helyi

AM adó halk vételét kell tapasztalunk. Ahol ez nem következik be, ott keressük tovább a hibát.

Eddig még az ismertett műszerek közül egyiket sem használtuk. Ha nincs mérhető zárlat vagy szakadás, akkor a következő hibák lehetségesek: bűgás, a vételkésztség gyenge, nem szelektív a készülék, gerjedés, torzítás.

Bűgás

Ha egyenes készülékeknél a földrezárt audion rácsnál, vagy általában lecsavart hangerőszabályzónál bűg a készülék, az anódfeszültség nem megfelelő szűrésére kell gondolkodni. Megvizsgáljuk a papirkondenzátorokat, vagy kicseréljük az elkókat. Régi készülékeknél (2–4 μ F szűrőkondenzátorok esetén) mindig marad valamennyi bűgás. Ez adódhat abból, hogy nagyobb áramú végcsövet alkalmaztak, nem elegendő a végcső előfeszültsége, vagy jobb mélyhang átvitelű hangszórót kapcsoláltak a készülékhez.

Kétpentódás egyenes vevőknél komoly hibaforrás az audion-cső vagy a rácscsapka nem megfelelő árnyékolása. Ha a helyi adó vételénél tapasztalunk bűgást, próbálkozzunk másik antennával, földvezetéssel, a hálózati transzformátor primer vezetékeinek átblokkolásával. Csak jó minőségű és nagyfeszültségű kondenzátorokat használjunk! Ha felcsavart hangerőnél, állomásvétel nélkül bűg a készülék, akkor árnyékolási probléma van a hangfrekvenciás fokozat bemeneténél, de jelentős bűgást okozhat a demodulátor dióda (főleg az UBL 21-eknél) fűtés-katód átvezetése is.

A vételkésztség gyenge

A készülék érzékenységét mind a hangfrekvenciás, mind a nagyfrekvenciás erősítés mértéke befolyásolja. Előbb hanggenerátorral vagy más jelforrással ellenőrizzük, hogy a megfelelő-e a hangfrekvenciás fokozat erősítése, egyenes készüléknél az audion-cső rácsáról, transzponáló rendszerű vevőknél a demodulátor után, a gramofon bemenetről. Mivel legtöbbször nincs megadva a hangfrekvenciás érzékenységre adat, csak becslésre támaszkodhatunk.

Tájékoztatóul megadjuk, hogy a 21-es színűveg csövekkel felépített típuszuperek (ECH 21 triódarésze és EBL 21 végerősítő) hangfrekvenciás ér-

zékenysége 50 mV. Ekkora 400 Hz-es jelet kell a gramofon bemenetre adni, hogy 50 mW kimenő teljesítményt kapjunk. A hangfrekvenciás fokozatban előforduló hibákat ellenállás és feszültség mérésekkel többnyire be lehet határolni.

A nagyfrekvenciás, vagyis a teljes készülék érzékenységének méréséhez a szignálgenerátort (pontos mérés esetén ún. műantennán keresztül) a készülék antennabemenetére kapcsoljuk, és a vizsgált hullámsávnak megfelelő frekvenciájú modulált jelet adunk be. Tájékoztató adat: a típuszupereknél az érzékenység középhullámon 25 μ V, rövid hullámon 50 μ V, kétpentódás egyenes vevőknél középhullámon 3,5–7 mV [41].

Egyenes készülékek audion-fokozatánál többnyire a visszacsatolás hiánya a gond. Triódás audionnál mérjük meg, hogy az anódon kellő nagyságú-e a nagyfrekvenciás komponens. Ha elspórolták az anódkörben a fojtót (legtöbbször 1 k Ω -os fejhallgató tekercs), a nagyfrekvencia a végerősítő cső felé „megszökik”, de lehet kevés visszacsatoló menet, hibás bakalítforgó vagy rossz minőségű rezgőkör (Q-mérő!). Erős adó vétele esetén is csökken a visszacsatolás, ezért lazább antennacsatolást állítsunk be!

Pentódás audionoknál a lágy visszacsatolás érdekében gyárilag alacsony anódfeszültséget (25–50V) választanak. Ezek a fokozatok kényesek a segédrendszer feszültségre. Az előbb említett hibák lehetségesek.

Szuperkészülékek keverő és KF fokozatainak vizsgálatához már komolyabb műszerezettség szükséges. Gyenge vétel esetén, ha minden feszültség rendben van, elsősorban a KF-trafókat vizsgáljuk meg.

Nagy szolgálatot tesz a GDO, ha el tudjuk távolítani a KF-serleget, mert a leggyakoribb hiba a KF-rezgőköri kondenzátorok zárlata, szakadása, értékváltozása, különösen csillám-kondenzátorok esetén. Hangolással is felismerhető a hiba, de akkor a rögzített vasmagokat meg kell mozgatnunk. Mérő oszcillátorunk viszont azonnal jelzi a hibát. Gyanúsan penészes tekercs esetén szükséges lehet a tekercs jószágának lemerése.

Ugyancsak gyakori hiba, hogy nem rezeg az oszcillátor, ekkor a helyi adó halkan szólhat, de más vétel egyáltalán nincs. Az oszcillátor forgóhoz érintett csavarhúzó sokkal kisebb koppanást eredményez, mint a demodulátoré. A ke-

verő trióda rácslevezető ellenállásán a föld felé nem folyik áram. A hiba behatárolásához az oszcillátor fokozat kondenzátorainak vizsgálata szükséges.

A szelektivitás nem megfelelő

A nem megfelelő szelektivitás a legtöbbször együtt jár a gyenge vételkésztséggel. Amennyiben az előző hibák nem állnak fenn, akkor csak hangolási probléma lehet. Ebben a munkában nagy segítséget nyújtanak a Makai István által is ajánlott segédeszközök a különforgó, a varázspálca, a szignálgenerátor és a készülék saját varázsszeme, vagy egy külső varázsszemes műszer. Ennek a cikknek a kereteit meghaladná, ha leírnánk egy szuperkészülék behangolásának teljes menetét, ezért csak azt hangsúlyozzuk, hogy a hangoláshoz csak akkor kezdjük hozzá, amikor már minden rossz csövet, tekercset és kondenzátort kicseréltünk, mert ha a hangolás közben fedezünk fel ilyen hibát, akkor az egészet előlről kell kezdenünk!

Az egyenes készülékek szelektivitása eleve nem lehet megfelelő. Ezen több hangolt kör alkalmazásával, vagy hullámcsapdával (szűrővel) segítünk. Sajnos a magyar ipar a kétpentódás egyenes vevők korában (1936–1942) már csak egyhangoltkörös készülékeket gyártott.

Gerjedés

A gerjedés néha hang-, de legtöbbször nagyfrekvencián létrejövő pozitív visszacsatolás. Többhangoltkörös egyenes készülékeknél gerjedés Makai István szerint három úton jöhet létre: csatolhatnak induktíve egymásra a tekercsek, közös feszültségvezetéseken (anódfeszültség) át is előállhat, kapacitív úton is létrejöhet a visszacsatolás [42]. Restaurálás során, mivel eleve gyárilag beállított elrendezéssel van dolgunk, csak akkor áll elő gerjedés, ha az eredetieknél nagyobb erősítésű csöveket alkalmazunk, nem megfelelő az anódpótló, a tápvezetékek szűrése, vagy eltértünk az eredeti huzalozástól. Egyhangoltkörös készülékeknél gerjedés főleg utánépített vevőknél következik be.

Szupervevőknél a gerjedés főleg a KF-fokozatban jelentkezik, mert itt a legnagyobb az erősítés. Erre utal, ha a helyi adó vételénél megszűnik a gerjedés, mert az AVC csökkenti az erősítést. Hajlamosít a gerjedésre, ha takaré-

kosságból közös segédáram ellenállást alkalmaztak a keverő és a KF-csőnél.

Amennyiben a középhullámú sáv alacsonyabb frekvenciás részén következik be a gerjedés, a KF-trafók vagy a KF-szivőkör rosszul vannak behangolva. Gerjedést okoz az AVC-körben, vagy a tápfeszültség szűrőnél alkalmazott hibás kondenzátor is.

FM-vételre is alkalmas készülékeknél gerjedést okozhat az URH-egység neutralizálásának hibás beállítása.

Torzítás

A hiba megállapításához tudnunk kell(ene), hogy eredeti (új) állapotában hogyan szólna a hangszóró és a készülék! Egy négyfólusú mágneses, vagy egy lengőnyelven hangszórótól nem is várhatunk torzítatlan hangot, különösen nagy hangerőnél. De annak megállapítására, hogy a torzítás a hangszóróból vagy a készülékből származik, vizsgáljuk meg a hangszórót hanggenerátorral. A dinamikus hangszóróknál a lengőcséve súrlódását kézi mozgatással is meg tudjuk állapítani, de torzítást okozhat a nem megfelelő gerjesztés vagy a permanens mágnes legyengülése is.

A következő lépés annak behatárolása, hogy a torzítás a hangfrekvenciás vagy a nagyfrekvenciás fokozatból származik. Ezt is meg tudjuk állapítani egy hanggenerátor segítségével, de még jobb, ha rendelkezünk egy oszcilloszkóppal.

Audion-demodulátoros készülékeknél a túl szoros antennacsatlás, a túl nagy bemenőjel is erős torzítást okoz, ami a helyi adó vételénél jelentkezik. Az anódkörök egyenirányító hibás előfeszültség beállításánál torzít (2 + 1-es szuperek).

Teljes szupereknél bármelyik nagyfrekvenciás fokozatban felléphet túlfeszítés, ha a AVC dióda gyenge, vagy nem megfelelő a szabályzó feszültség.

FM-vételre alkalmas készülékeknél a torzítást legtöbbször a nem megfelelő KF-sávzárlás vagy az aránydetektor hibás hangolása okozza. Vobulátor nélkül ne is kezdjünk hozzá az ilyen hibák kijavításához.

A készülék mérőműszere: a varázsszem

A drágább szupervetők az 1938 és 1968 közötti időszakban varázsszemes hangolásijelzővel készültek. Sajnos a varázsszemek fluoreszkáló ernyőjének

élettartama lényegesen rövidebb az egyéb elektroncsövek élettartamánál, ezért jó varázsszemet nehéz találni. Amennyiben működik a készülék varázsszeme, a hangfrekvenciás fokozattól eltekintve szinte minden hibára következtethetünk annak megfigyelésével.

Az EM4 kettős érzékenyséű varázsszem felső árnycsa kb. -5V, az alsó kb. -16 V-nál csukódik össze. Ha a helyi adónál összecsukódik a varázsszem érzékenyebb oldala, de a távoli adóknál is jelez, a vételkésztség többnyire megfelelő. Következtethetünk az adók erősségére, antennánk jóságára és az AVC helyes működésére.

Bármilyen jó antennánál és a helyi adó vételénél sem lép fel 16 V feszültség a szabályzó diódán, ha jól működik AVC, tehát a teljes összecsukódás esetén – erős torzítás mellett – erre a hibára kell gondolnunk. Egy próbát is érdemes tenni, a helyi adó vétele mellett az antenna bedugása közben figyeljük a varázsszem, ha hirtelen összecsukódik, majd lassan, az AVC-körben lévő RC-tagok időállandójától függően nyílik szét, akkor jó a szabályozás. Kis gyakorlatlaltal a varázsszem működéséből a KF-trafók megfelelő hangolására is következtethetünk.

Köszönetnyilvánítás: a szerző köszönetét fejezi ki *Fehérvári Kálmánnak* és *Borody Hubának*, hogy gyűjteményüket fényképezés céljából rendelkezésére bocsátották.

Irodalom

1. Simoncsics László: Egy Molnár János volt e, vagy kettő? (RT 2002/6.)
2. Simoncsics László: Makai István (1904–1970) (RT 2000/11.)
3. Balás B. Dénes: A Gyáli úton tanított Dr. Magyar Endre postafőmérnök (Puskás Tivadar Távközlési Technikum kiadása 2004)
4. Dr. Eugen Nesper: Der Radio-Amateur „Broadcasting“ 4. kiadás (Verlag von Julius Springer, 1924)
5. Dr. Eugen Nesper: Der Radio-Amateur (Radio-Telephonie) 6. javított kiadás (Verlag von Julius Springer, 1925)
6. Molnár János: A rádiótelefon elméleti és gyakorlati ismertetése 1. kiadás (Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet, 1924)
7. Molnár János: Gyakorlati rádiókönyv (Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet, 1926)
8. Adorján Pál: 150 rádiófelvétel kapcsolás (Atheneum kiadás, 1926)
9. Szepessy Árpád hirdetése (MRU 1927/37.)
10. Manfred von Ardenne (Berlin): Katódcső, mint karakterisztika rajzoló (Rádió Amatőr 1930. január)

11. Bátorffy Vilmos: Mérőberendezés adó- és vevőlámpák mérésére (Rádió Amatőr, 1930. július – augusztus)
12. Salamon I.: Kódfénylámpás mérőberendezés (Rádió és Fotó Amatőr, 1930. december)
13. Magyar Endre: Amatőr-laboratórium (Győző Andor kiadása 1929)
14. Rózsa Sándor: 70 éves a magyar nyelvű rádiós szaklapkiadás (RT 1994/11–12., 1995/1.)
15. Molnár János, Jovitsa György: Rádiósok könyve 1. kiadás (Győző Andor kiadása, 1933)
16. Engel Károly: Rádió árjegyzék (Gyári kiadvány, 1931)
17. Modern Hibakeresés (sorozat) (Amatőr Rádió Technika Fotó, 1935. január)
18. Molnár János: Hibakeresés és készülékkarbantartás (Győző Andor kiadása, 1929)
19. Makai István: Rádió-hibakeresés, javítás, behangolás (A szerző kiadása, 1942)
20. Oszmann György: Mérések a szuperkészülékben (A rádiótechnika könyvei sorozat 4., MK, 1955)
21. W. Trusz: Rádiójavítási ABC (MK, 1969)
22. B. Pabst: Rádióhibakeresés (MK, 1960)
23. Gyurkovics Attila: Rádiójavítás (MK, 1968)
24. Felix R. Paturi: A technika krónikája (Oficina Nova kiadása, 1991)
25. Zemplén Győző: Az elektromosság és gyakorlati alkalmazása (A K. M. Természettudományi Társulat kiadása, 1910)
26. Úttörő tanulókör. Első műszerünk (RT, 1951. december)
27. Csehi József: A rádiótechnika használt volt- és ampere-mérők szerkezete (MRU, 1928/11–12.)
28. Schlick Aurél: Mérések hídkapcsolásban (RT, 1955/1–8.)
29. Nekolny Kurt: Hullámmérők (MRU, 1928/37–38.)
30. Magyar Béla: Elektronikus mérőműszerek a híradástechnikában (Nehézipari Könyvkiadó, 1953)
31. Egyszerű ellenállás és kapacitásmérő készülék (RT, 1952/11.)
32. Rózsa Sándor: Elektronikus amatőr mérőműszerek (MK 1979)
33. Erich Gregor: Röhreenvoltmeter (Österreichischer Radio Amateur, 1927/2.)
34. Az Orion Rádió és Villamossági Vállalat története 1913–1963 (Gyári kiadvány, 1963)
35. Sipos Gyula: Az EMG története (RT ÉK, 1992)
36. Nagy Sándor: Elektronikus mérőműszerek II. (Jegyzet a BME Villamosmérnöki Kar részére, Tankönyvkiadó, 1967)
37. Bencze Tibor: A TV vevőkészülék műszerei és mérései (MK, 1964)
38. Borody Huba: A Q mérők felépítése, működése és használata (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2004/6. és 2005/2.)
39. Samuel L. Marshall: Element of Practical Radio Mechanics (Current Publishing Co. New York, 1944)
40. Holló-Magó-Valkó: Tungstam Rádió tanácsadó 1944 (Gyári kiadás, 1944)
41. Orion rádió service-könyv (Gyári kiadás, 1941–42.)
42. Makai István: Korszerű rádiókészülékek rendszere, építése (A szerző kiadása, 1941)



Bevezetés

A detektálás – napjainkban – fémtárgyaknak, infravörös sugárzásnak, ultrahangoknak, fotonoknak, elemi részecskéknél stb. kimutatását jelenti. Detektor az a készülék, mely különböző tárgyak feltalálására, észlelésére; folyamatok láthatóvá vagy hallhatóvá tételére szolgál. A rádiózás hőskorában azonban mást jelentett a latin *detego*-ból, azaz *felfed, leleplez, feltár, nyilvánosságra hoz* jelentésű szóból származó detektor: „Minden olyan eszközt, amely az elektromos hullámok iránt bármilyen tekintetben érzékeny, detektornak nevezünk” [1].

Ha vizsgálatainkat csak az elektromágneses hullámok kimutatására szolgáló eszközökre korlátozzuk, az első „hullámdetektor” a Hertz által 1887-ben használt négyzet, majd kör alakú dipól volt (1. ábra). Ez utóbbi felhasi-



1. ábra. H. Hertz kísérletezés közben
Forrás: Hans Günther: Radiotechnik – Das Reich der elektrischen Wellen. Franckhische Verlagshandlung. Stuttgart, 1921.

Hullámdetektorok

Dr. Fábián Tibor oki. villamosmérnök

tott gyűrűjénél a szikraköz távolságát már csavarral lehetett állítani. Hertz a rezgések jelenlétét szikraközös detektorával legfeljebb 20 m-ről tudta érzékelni. A hullámok termikus hatását később termoelemmel, bolométerrel igyekeztek kimutatni [2]. Bár ezen eszközök érzékenyebbek, de maga a módszer alkalmatlan a szikratávíró jeleinek vételére. Csak a hullám jelenlétét jelzik, de a morzekódokat már nem tudják megkülönböztetni.

(A szerkesztő megjegyzése: a cím némi kiegészítésre szorul, hiszen ebben a cikkben csupán a „szilárdtest-detektorokról” lesz szó, az elektrolitikus, mágneses és egyéb demodulációs eljárásokat – terjedelmi korlátok miatt – csak megemlíti a szerző. Ezekkel részletesebben esetleg egy más alkalommal foglalkozunk.)

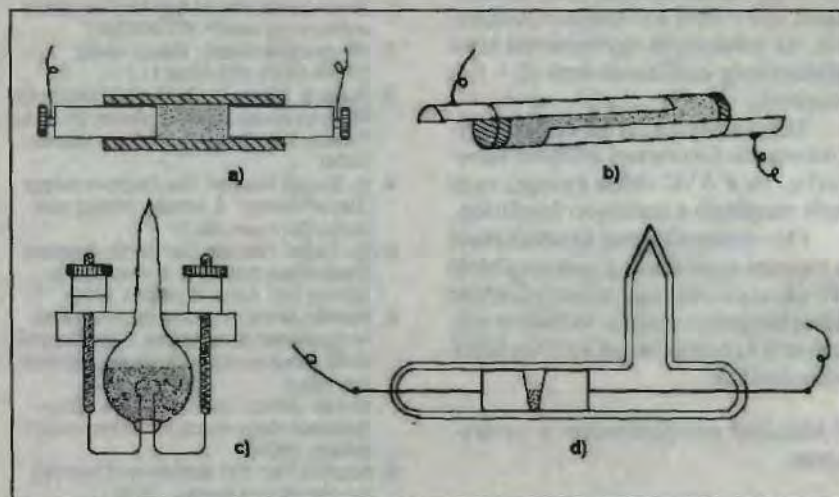
A koherer

A koherert Edouard Branly párizsi orvosprofesszor fedezte fel 1890-ben. A jelenség azonban már sokkal korábbról ismert: az alapvető megfigyelések 1835-ből P. Munck af Rosenschöld svéd, majd 1884-ből T. Calzecchi-Onesti olasz fizikustól származnak. Vas-, ill. nikkelreszelék ellenállását vizsgálták a nyomás függvényében, s

eközben észlelték, hogy szikrakisülés hatására az üvegcsőben a két elektróda között levő fémpor ellenállása ugrás-szerűen csökken. Calzecchi-Onesti – majd később Branly is – a jelenséget úgy magyarázta, hogy a szikra fénye okozza az ellenállás változását.

1879-ben még egy érdekes felfedezés született: „...Hughes tanár észrevette, hogy egy telefontal összekötött mikrofon még akkor is hangot adott, ha a tőle néhány méterre elhelyezett drótkercséken áramot bocsátott át. ... De azt is megállapította, hogy ilyen fémrészecskékből álló mikrofon a villamos hullám hatása után szinte megdermed, részecskéi egymásba illeszkednek, összetapadnak, míg a szénrészecskékből álló a hullám elvonulása után visszatér előbbi laza halmazállapotához” [3]. David E. Hughes a hallgatóban (a „telefonban”) akkor is hallotta az acéltüvel laza érintkezésben levő szénlemezes mikrofonjából származó sercegő hangot, amikor a pár tíz méterre (egy források szerint 1/3 mérföldre, kb. 530 m-re) levő laboratóriumában a szikrainduktort működtették.

1890-ben Branly elektroterápiás kísérletei során azt észlelte, hogy a fémreszelékkel lazán töltött szigetelő cső ellenállása jelentősen csökken, ha közelében szikrakisülés történik. A



2. ábra. Koherer változatok: a) Branly, 1890; b) Popov, 1894-5; c) Lodge, 1894-5; d) Marconi, 1896

Készült: http://www.fitzroydearborn.com/london/tech/sample_detectors.htm alapján.

Branly-féle *radioconductor* kb. 100...120 mm hosszú, 10 mm átmérőjű, finom vas-, sárgaréz-, vörösréz-, cink- vagy ezüst-reszeléssel töltött üvegcső volt, amelynek mindkét végét érintkező elektródával ellátott szigetelő dugó zárta le. A 2. ábrán különböző kialakítású korabeli koherereket láthatunk.

1889-90-ben hasonló tapasztalt Oliver Joseph Lodge angol fizikus is, amikor a „Hertz-féle hullámok” terjedését vizsgálta. Kísérletei közben megfigyelte, hogy erős szikrakisüléskor a szikraköz gyengén összeheged, majd gyenge ütésre ismét szétválak. Felismerte, hogy ez a jelenség és a Branly által tapasztalt fém-por-összetapadás hasonló, így a fém-poros csövet a mechanikus kohéziós effektus alapján koherer szóval jelölte.

A szó a latin *cohaereo*, azaz összefügg, összetapad kifejezésből származik, szinte leírja az eszköz működését. A német nyelvterületen a Slaby professzortól származó *Fritter* szó terjedt el, mely szó szerint „felületen összehegedő”-t jelent.

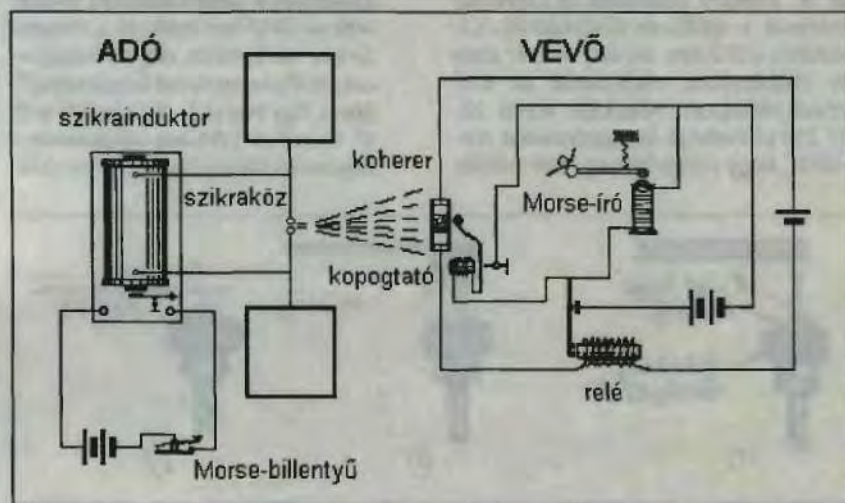
Lodge 1894-ben mutatta be a Royal Institution gyűlésén a Hertz-féle hullámok érzékelését: szikraköz helyett léghíjas koherert épített be, a hullámokat a kohererrel sorba kötött galvanométerrel jelezte ki. A szétrázó készülék (csengős) vevő szintén Lodge ötlete. A csengő a szikrakisülés hatására megszólalt, kalapácsával ütögette a csövet, és így visszaállt a kezdeti állapot, szétrázódott az összetapadt por. A rázókészüléket jelfogóval működtető, s

így a koherer áramterhelését csökkentő eszközt elsőként A. Sz. Popov alkalmazta 1894-95-ben zivatarjelzőjénél (3. ábra).

A koherer tökéletesítésén, érzékenysége növelésén többen fáradoztak. G. Marconi 1896 végén szabadalmaztatott koherere kb. 40-50 mm hosszú, 2-3 mm belső átmérőjű üvegcső volt. A platinahuzal kivezetésű, higanyal amalgámzott ezüst elektródák közötti 0,5...2 mm-es ék alakú rést 95-96% Ni, 4-5% Ag keverékével töltötte ki. Az üvegcsőben a levegő kiszivattyúzásával pár higanymilliméteres vákuumot hozott létre. A cső elfordításával az érzékenységet lehetett szabályozni: hol több, hol kevesebb reszelék fért el az ék alakú résben. [4].

A rázókészülékes koherer a szikratávíró legalább 30 kHz-es, erősen vagy gyengén csillapodó jeleinek vételét megoldotta, a morze-írószerkezettel vagy „áramerősítő” relével sorba volt köthető. Am érzékenysége, üzembiztonsága kívánnivalót hagyott maga után.

Ezért aztán az elektromágneses hullámok detektálására többféle, a hullámoknak részben a mágneses, részben pedig az elektromos vagy termikus hatásán alapuló „hullámfelfogót” (korabeli kifejezéssel: *kumaszkópot*) alakítottak ki. Ezek közé tartozott az *elektrolitikus cella*, a *mágneses* és a *termikus detektor* valamint a csillapítatlan vívőhullámokhoz használt *ticker* (speciális elektromágneses szaggató). Ismeretes volt még az *antikohéres*, melynek ellenállása a hullámok hatására nőtt [5].



3. ábra. Hertz-féle szikratávíró adó és morzeírós kohereres vevő kapcsolási rajza

Készült: Artur Fürst: Das Weltreich der Technik. Bd. 1; Ullstein, Berlin, 1929. alapján.

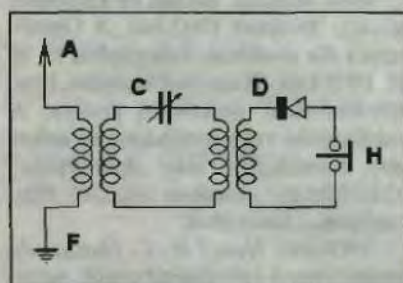
A kristálydetektor

A félvezetők – és így a kristálydetektorok – története 1817-ben kezdődött, amikor a svéd J. J. Berzelius felfedezte a szelént, majd 1823-ban elsőként állított elő kémiai úton elemi szilíciumot.

Az elem neve először *silex* volt, ez latinnal kovakövet jelent. Csak 1831-ben lett az angol Thomas Thompson javaslatára *silicon*. Figyelem! A *silicon* angol szó, magyarul szilícium! Sajnos, igen sokszor a *silicon*-t a „hozzáértők” szilikonként „magyarítják”!

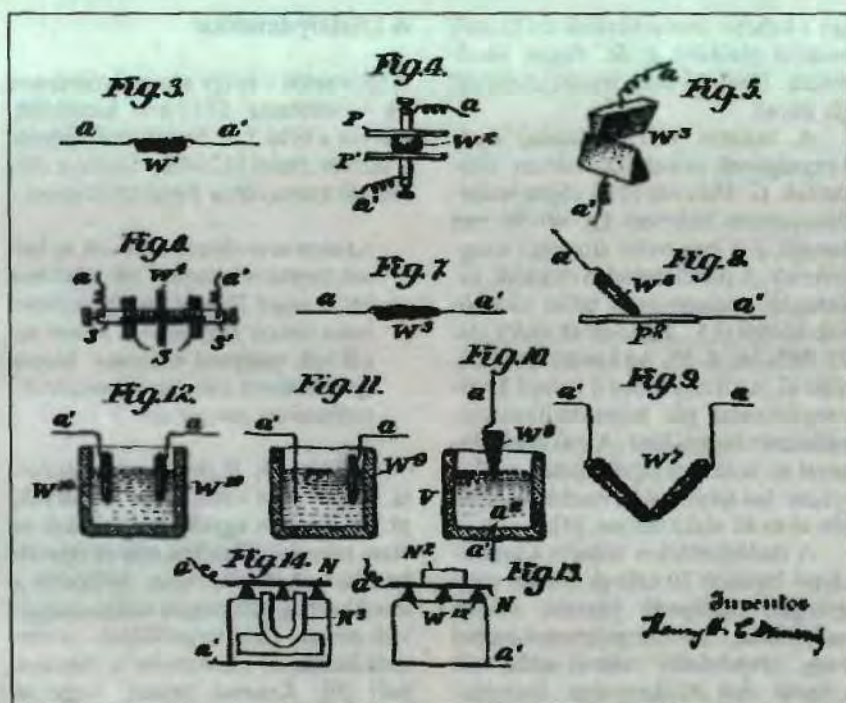
1874-ben K. F. Braun azt tapasztalta, hogy egyes természetes kristályok, pl. a galenit és egyéb fém-szulfidok az áram irányától függően más és más ellenállást mutatnak. Azaz: felfedezte a kristályok egyenirányító tulajdonságát, volt-áram karakterisztikájuk aszimmetrikusságát, elkészítette a tüssdióda ösét [6]. Kevésbé ismert, hogy az 1870-es években a japán W. Torikata is vizsgálta többek között a galenit, a cinkit félvezető tulajdonságait [7].

Braun 1877-ben már a kristályok „egyenirányító hatásáról” írt, 1899-ben – Erich Cohn-nal együtt végzett vizsgálatok eredményeként – megállapította, hogy a kristályok „szelephatása” még 25 kHz-nél nagyobb frekvenciákon is jelentkezik. Ennek alapján 1901-ben elkészítette az első kristálydetektoros vevőt. A Braun-féle vevő két induktív csatolású körből állt, az egyik az antennatekerccsel volt csatolásban, ezt kondenzátorral hangolta. A második körre csatlakozott a pszilomelán-detektor és a vele sorba kapcsolt elektromágneses fejhallgató (4. ábra). A hallgatóban a szikratávíró csillapodó rezgései „felismerhető és éles hangot” hoztak létre az egyenirányított áramlengés nullátmeneteinél [8].



4. ábra. K. F. Braun kristálydetektoros vevőjének kapcsolása. (A antenna, F föld, C forgókondenzátor, D kristálydetektor, H fejhallgató)

Készült: W. Schreier i. m. 33. old. alapján.



5. ábra. Ábrák H. Dunwoody 1906. dec. 4-i, 837,616 számú szabadalmának első oldaláról. (W = wave-responsive device = „hullámra érzékeny eszköz”)
Forrás: <http://www.jmargolin.com/history/trans.htm>.

Közben történt még témánk szempontjából néhány fontos lépés: 1886-ban C. A. Winkler felfedezte a germániumot, 1891-ben E. G. Acheson előállította a szilícium-karbidot (az eljárásra 1893-ban kapott szabadalmat).

Bár a germániumkristály egyenirányító tulajdonságait már 1915-től vizsgálta a stockholmi műszaki főiskolán Carl A. F. Benedicks, az első germánium tús diódák csak 1949–50-ben jelentek meg az USA-ban.

Az 1900-as évek elején „gőzerővel” folytatódott a kristályok kutatása. A gyakorlatban először az amerikai J. C. Bose használt galénit és kalkopirit anyagú detektort 1902-ben. A Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. 1905-ben, Braun ösztönzésére, kristálydetektorok gyártásába kezdett. A pszilomelán vagy molibdenit és ezüstpor keverékéből álló „kristályhoz” elektródaként csúcsban végződő fémcsavarokat használtak.

1906-ban Henry H. C. Dunwoody nyugalmazott amerikai tábormok, meteorológus szilíciumkarbid detektort fejlesztett ki és szabadalmaztatott (a szabadalmában szereplő számos egyéb detektortípus is szerepel az 5. ábrán). A detektornál a „szelephatás igen nagy-

nak bizonyult: az egyik irányban az áramot százszor jobban vezette, mint a másik irányban.”

Az egykorú közlemények alapján az is megállapítható, hogy a SiC dióda küszöbfeszültsége 0,8 V körüli, nyitóárama pedig kb. 30 mA volt. A szabadalom alapján készült el 1910-ben az USA első karborundum-detektoros rádiója.

Ugyancsak 1906-ban az amerikai G. W. Pickard bemutatta és szabadalmaztatta a szilícium túsdetektort. Kísérleteit 1902-ben kezdte, és már ezen év októberében elkészítette az első kristálydetektort. Munkája során kb. 31 250 különböző anyagpárosítást próbált ki, hogy a legjobb nagyfrekvenciás

egyenirányítót megtalálja. Ugyancsak az ő szabadalma alapján gyártották a „Perikon”, ill. „Perickon” (Perfect Pickard, ill. Pick Contact) márkanévű detektorokat, melyeknél az egyenirányítás a rugóval összeszorított cinkit és kalkopirit érintkezési pontján jött létre. Molibdenit detektort G. W. Pierce állított elő 1907-ben.

A XX. század elején a detektoros vevő még alárendelt szerepet játszott. Ennek ellenére már az 1910-as évek körül kialakult a kristálydetektorok három alapvető típusa: a tüérintkezős kristály, a két különböző anyagú kristályból álló elrendezés és végül a lapérintkezős kristály (6. ábra).

A tüérintkezős kristálydetektort a német nyelvterületen Kontaktzelle-nek, az angolszász országokban cat's whisker-nek is nevezték. (Előfordul a Point Contact Detector kifejezés is. A szerk.)

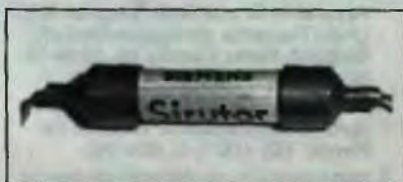
A korábban ismertetett koherer tipikusan a szikratávíró „hullámdetektora” volt, ám a műsorszórádók jelének demodulálására – az egyéb detektorokhoz hasonlóan – nem lehetett használni. A kristálydetektor viszont mindenféle áramforrás nélkül egyenirányította a modulált rezgéseket, a műsor a fejhallgatóban azonnal hallható volt. Bár ahhoz, hogy a kristály legérzékenyebb pontját az érintkező tüével megkeressék, nagy kitartás kellett. Ezt a „türelemjátékot” próbálták kiküszöbölni az ún. fix kristályokkal, melyek előre beállított, rögzített vagy kismértékben állítható szerkezetek voltak.

Az „igazi” fix fém-egyenirányítót, a kis kapacitású és méretű rézoxidul rétegdiódát az 1925-ben hozta ki a Siemens Sirutor márkanéven, míg a Westinghouse ezt Westector néven forgalmazta (7. ábra). Egy évre rá L. O. Grondahl és P. H. Geiger az USA-ban kifejlesztette a nagyáramú kuprox réteg-egyenirányítót.



6. ábra. A kristálydetektorok alapvető típusai: a) tüérintkezős kristály; b) két különböző anyagú kristályból álló elrendezés; c) lapérintkezős kristály
Készült: Sz. Kin: A rádiótechnika ábécéje. Népszava, Budapest, 1952. 60. old. ábrái alapján.

Ásvány/tűérrintkező anyaga	Ásványok anyaga	Ásvány/lapérrintkező anyaga
karborundum/acélhuzal	cinkit/tellúr	karborundum/sárgarézt
galenit/bronzhuzal	cinkit/kalkopirit	cinkit/vörösréz
galenit/ezüsthuzal	molibdenit/pirit	cinkit/újezüst
tellúr/ezüst- vagy aranyhuzal	molibdenit/tellúr	rézoxidul/alumínium
galenit/grafit	cinkbe ágyazott pszilomelán/bizmut	szilícium/alumínium
pirit/grafit		szilícium/sárgarézt
szilícium/foszforsbronz		



7. ábra. A Sirutor egyenirányító (Slemens)

Forrás: <http://www.olderadioworld.de/semi.htm>.

A detektorban kristályos szerkezetű, természetes vagy mesterséges ásványokat használtak, melyeket rendszerint alacsony olvadáspontú Wood-fémme foglalatban rögzítettek. A vizsgálatok alapján kiderült, milyen kristályok, anyagpárosítások alkalmazhatók jó eredménnyel (táblázat). Elsősorban a fémek oxidjai és szulfidjai jöttek számításba, pl. a galenit, a cinkit (ezt a fix detektoroknál is használták), karborundum, pirit. A természetes kristályoknál igen fontos volt a „szennyező anyag” milyensége és mennyisége, vagyis „a kristály származási helye”. Például a chilei pirit érzékenyebb volt a svédnél; a galenit pedig akkor volt igazán jó, ha ezüst vagy antimon-szulfid „szennyezte” [9], [10].

A detektor jóságát meghatározta a kristály és a vele érintkező másik anyag közötti nyomás. Az „ököl szabály” úgy szólt, hogy laza érintkezés kívánatos, mert a nagy nyomás az egyenirányító hatást megszünteti.

A fémérintkező keménységét is úgy kellett megválasztani, hogy az meggyezzen a kristályéval, azaz „kemény” kristály (karborundum, szilícium, vaspirit) kemény fémme (acél, foszforsbronz), „puha” kristály (galenit, molibdenit) lágy fémme (ólom, ezüst) adott jobb eredményt [11].

A korabeli irodalomban az egyes ásványok igen változatos néven szerepeltek. Néhány ezek közül: galenit, ólomfény, szürke ólomérc = ólom-szulfid (PbS); karborundum, karborund = szilícium-karbid (SiC); molibdenit, molibdénfény = molibdén-szulfid (MoS_2); cinkit, vörös cinkérc = cink-oxid (ZnO), ill. cink-mangán-oxid ($ZnMnO$); piroluzit, barnakő = mangán-dioxid (MnO_2); pirit, vaspirit = vas-szulfid (FeS_2); vörösrézérc, kuprox, kuprit, rézoxidul = réz(II)-oxid, kupro-oxid (Cu_2O); kalkopirit = réz-vas-szulfid ($CuFeS_2$); pszilomelán, kemény mangánérc = kémiai összetétele változó, nagyjából mangán-oxidból, valamint bárium- és kálium-oxid elegyből áll.

A Wood-fém $70^\circ C$ -on olvad. Összetétele: 2 rész ólom, 4 rész bizmut, 1 rész ón vagy cink, 1 rész kadmium. A foszforsbronz néhány százalék ónnal és tízed százaléknyi foszforral ötvözött réz, az alpakka néven is ismert újezüst pedig réz-nikkel-cink ötvözet.

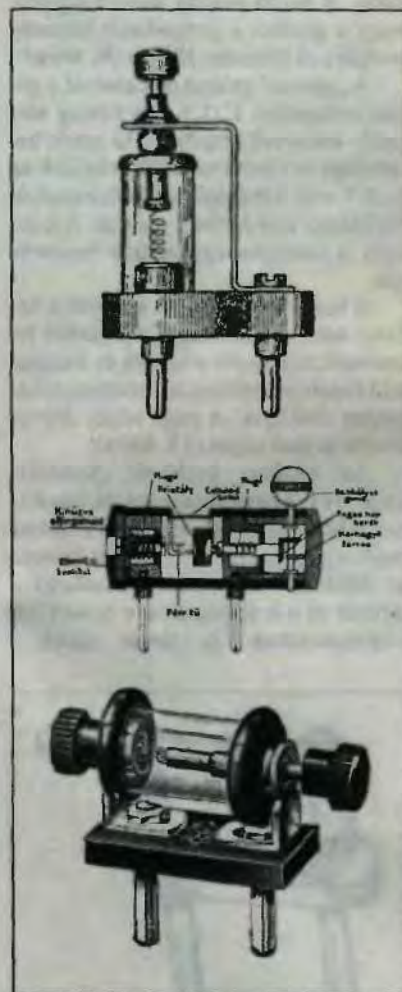
A kristálydetektor-szerkezetek közül a dugaszolható kivitelű, „szahványosan” 20 mm dugasztávolságú kiviteli formák terjedtek el. Ezek csak abban tértek el egymástól, hogy miképp valósították meg az érintkező felületek nyomásának és a letapogatási helynek változtatását (azaz a legérzékenyebb pont kikeresését, még sötétben is!), hogyan védtek a kristályt a szennyeződés, por, nedvesség ellen (8. ábra).

Az amatőrök gyakorlatilag csak a műsorszórás beindulásakor, 1923-tól kezdve építettek nagyobb számban kristálydetektoros vevőket. A kristályokat szinte minden szakkereskedőnél be lehetett szerezni (még az 1950-es években is), de galenitet otthon is elő lehetett állítani. [12], [13]

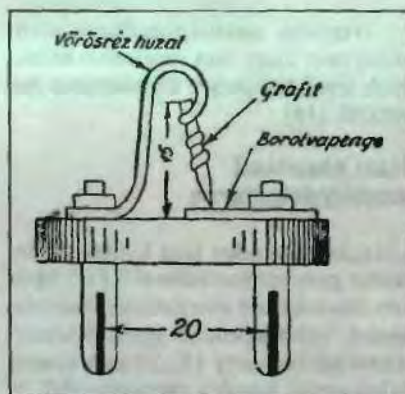
Napjaink nosztalgiahulláma eredményezte, hogy újra megindult kristályok árusítása, persze az interneten keresztül. [14]

Házi készítésű kristálydetektorok

„Majdnem minden laza kontaktus detektor gyanánt használható.” [11] Molnár János idézett mondatának illusztrálásul borotvapengés grafit-detektort mutatunk be, mely 15...20 mm hosszú kihegyezett, kemény ceruzahegyből és acél (nem teflonbevonatú; akkor még ilyen nem is volt...) pengéből áll. A detektor tartója 37...40 mm hosszú, 10...15 mm széles, 3...5 mm vastag szigetelőanyagból, pl. textülbakelitből készül, a banándugók távolsága 20 mm. A



8. ábra. Zárt kivitelű kristálydetektorok
Készült: V. G. Boriszov i. m. I. köt. 141. old.; Molnár-Jovitz: Rádiosok könyve. Győző Andor kiadása. Budapest, 1933. 176. old.; Rádió Technika. II. évf. (1937) 7. sz. 18. old. ábrái alapján.



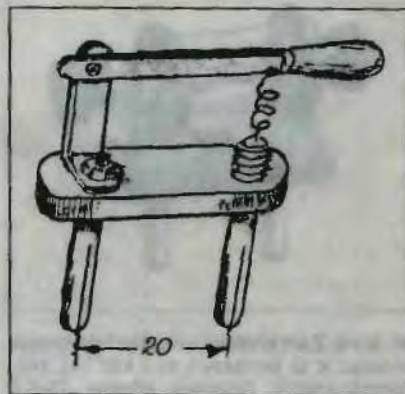
9. ábra. Borotvapengés grafit-detektor
Forrás: V. G. Boriszov i. m. I. köt. 143. old.

grafit hegyes vége a penge felületét éppen csak érinti. A grafitot tartó vörösréz huzalt három-négyszer körbe kell tekerni. A huzal hossza akkora legyen, hogy a grafitot a pengedarab bármely pontjára rá lehessen állítani (9. ábra).

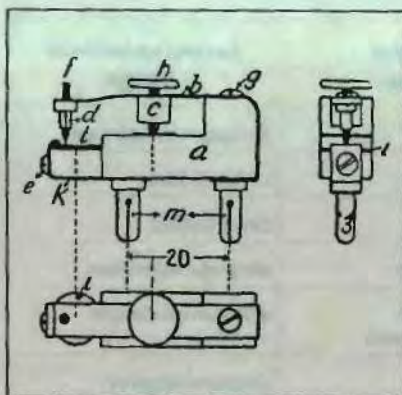
A „gémés” galenit detektornál a gémet célszerűen 1...1,5 mm vastag sárgaréz-lemezből készítjük. Az egyik banándugó anyáscsavarja alá erősítjük az 1...1,5 mm átmérőjű vörösréz huzalból kialakított kristálytartó csészét. A kristályt a csészébe egyszerűen beszorítjuk.

A karnak azt a végét, amelyre a vékony acélhuzalból vagy gitárhúrból tekercselt csigarugót erősítjük és a szigetelő fogantyút ráhúzzuk, előzetesen hegyesre reszeljük. A rugó végét ollóval ferdén le kell vágni (10. ábra).

Az 1910-es évekbeli „Kontaktzelle” (11. ábra) alapja (a) jól kiszáritott fából (!) készül, melyre a b bronz rugó a g csavarral erősítjük fel, miután az előbbire előzetesen a ceruzahegy d tartóját és a h állítócsavar c rézanyáját felforrasztottuk. A tárcsa alakú i



10. ábra. „Gémés” kristálydetektor
Forrás: V. G. Boriszov i. m. I. köt. 143. old.

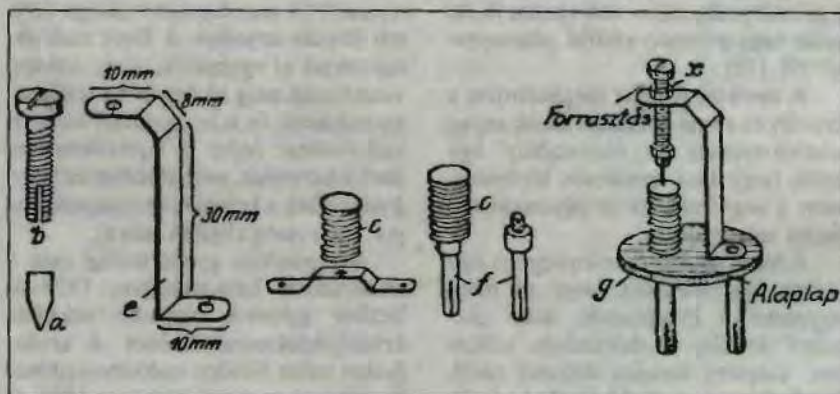


11. ábra. „Kontaktzelle”
Forrás: F. Spahn i. m. 104-105. old.

galenitkristályt a k vörösréz-lemez tartóba tesszük és ezt az e csavarral a fa testhez csavarozzuk. Az m dugaszok egyike a kristállyal, másika a grafitall van fémesen összekötve. A kristály elfordításával lehet a legérzékenyebb pontot megtalálni.

A rugólemez nyomását a csavarral addig változtatjuk, míg a detektoros rádió fülhallgatójában a legnagyobb hangerőt nem kapjuk.

Végezetül – a mai lehetőségekhez igazítva – az 1920-as években „divatos” detektor készítését mutatjuk be (12. ábra). Az 1 mm-es hajlított sárgaréz lemez (e) furatába M3-as meneteket vágunk, vagy réz anyát (x) forrasztunk a furat fölé. Az M3×20-as rézcsavar (b) hasítékába 0,3 mm vastag vörösréz lemezből készült csúcsot (a) forrasztunk. A galenitkristályt pl. egy zseblámpaizzó foglalatában (c) alacsony olvadáspontú forrasztóónnal rögzítjük. A g szigetelőtalp átmérője 30 mm (az eredeti közlemény 15 mm-es átmérője tévedés lehet!). Minden egyéb az ábráról leolvasható, kitalálható.



12. ábra. A detektor felső és alsó része, valamint a kész eszköz
Forrás: Molnár J. i. m. 245-246. old.

Hivatkozott irodalom

1. Mende Jenő: A drótnélküli telegráfia. Dick Manó kiadása. Budapest, 1921. 104. old.
2. Wolfgang Schreier: Die Entstehung der Funktechnik. Deutsches Museum. München, 1997. 2. Auflage. (<http://www.deutsches-museum.de/bildung/>)
3. W. Archibald: Korunk találmányai. Franklin-Társulat Kiadása. Budapest, 1910. 25-26. old.
4. Dr. E. Aschkinass (ford.): Elektrische Wellen-Telegraphie. Vier Vorlesungen gehalten von J. A. Fleming. Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin, 1906. 110. old.
5. Franz Spahn: Funkentelegraphie. (Eine Anleitung zur Herstellung von Apparaten für drahtlose Telegraphie.) Union Deutsche Verlagsgesellschaft. Stuttgart, Berlin, Leipzig, kb. 1916-19. 62-63. old.
6. K. F. Braun: Über die Stromleitung durch Schwefelmetalle. Annalen der Physik. 153. (1874) S. 556-563.
7. <http://www.pbs.org/transistor/science/info/diode.html>
8. K. F. Braun: Ein neuer Wellenanzeiger (Unipolar Detektor). Elektrotechnische Zeitschrift. 27. (1906), S. 1199-1200.
9. Rádió Technika. II. évf. (1937) 7. sz. 17-19. old.
10. Leitfaden für den Radioamateur. W. A. Birgfeld Telefon- und Telegraphenbau A. G., Berlin. 1923.
11. Molnár János: A radiotelefon elméleti és gyakorlati ismertetése. Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet. Budapest, 1925. 245. old.
12. Simoncsics László: Galenitkristály és detektor készítése. Rádiótechnika. 2001. 12. 599-601. old.
13. V. G. Boriszov: A kezdő rádióamatőr. Népszava. Budapest, 1956. (ötödik kiadás) I. köt. 144. old.
14. www.olderadioworld.de/semi.htm
Kristályok a weblapon található cégtől vásárolhatók. Pl. 2003 elején egy 5 grammos, 8×7×7 mm-es 4 ; egy 11 grammos, 15 mm élhosszúságú kocka alakú pirítókristály 7 euró volt.

Moduláris felépítésű 8 digitos frekvenciamérő 2.

Chrenkó Ferenc, Nagymáté Csaba villamosmérnökök

Jelen írásunkban folytatjuk a 2006-os évkönyvben elkezdett, az interaktív készülékek építés elvén alapuló, moduláris felépítésű, 8 digitos frekvenciamérőnk ismertetését. A cél változatlan: adott feladatra önálló részegységeket képzelünk el, amelyeken belül felkínáljuk a választás lehetőségét is. Ismét csak hangsúlyozzuk, hogy a modulok működési értelemben önálló egységek, amelyek térben (pl. önálló panelként) nem törvényszerűen különböznek el a többi áramköri részlettől. Az első részben működőképessé megépített alapképzésű frekvenciamérő 10 MHz-es határfrekvenciájú, TTL szintű jelek mérésére volt alkalmas. Műszaki dokumentációnk ezen második részében a különböző bemenőfokozatok bemutatásával, szolgáltatásainak ismertetésével adjuk meg annak a választásnak lehetőségét, hogy ezt a méréshatárt kiterjesszük akár 1,1 GHz-ig.

Dokumentációnk rajzain az első rész áramköreit – amennyiben ez egyáltalán indokolt – csak tömbökkel jelöljük annak okán, hogy a működő rendszerről átfogó képet kapjunk. Meghagyva a tavalyi évkönyvünk idevágó vezérgondolatát, a szolgálai másolás helyett a gondolkodó készülékek építőkre alapozzuk mondanivalónkat, s a részletesebb áramköri bemutatás a felelősebb felhasználói döntést segíti elő. Ugyanakkor az egyes modulok összekapcsolására – az előzőek okán – csak utalunk, miként az alapkészülék esetleges módosítását (pl. a tizedespont megválasztását) is az olvasóra bizzuk, hiszen minden a kiépítés módozataitól függ.

5. Bemenőfokozatok

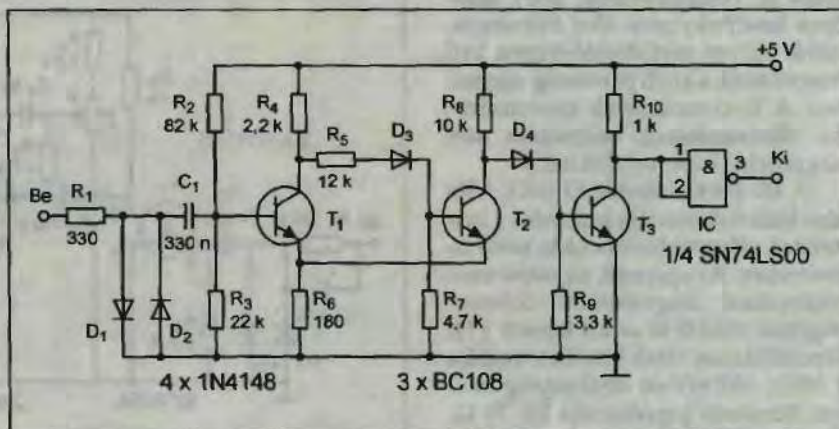
A frekvenciamérő építésénél az egyik legkomolyabb problémát a bemeneti erősítő jelenti, amit általában az amatőr konstruktorok elhanyagolnak, a digitális áramkörökre helyezve a hangsúlyt. A minden igényre kielégítő megoldású változat egy részegységben belül nem is létezik. Például a szakirodalomban szinte nem is lehet olyat találni, amely megfelelő érzékenységgel is rendel-



kezne és könnyen illeszthető lenne egy már megépített műszerhez. Pedig hiába építünk meg 8 vagy több digitos műszert esetleg 10^{-7} , vagy még nagyobb kijelzési felbontást is elérve, ha a mérés pontosságát eleve lerontjuk már a mérő áramkörnek a frekvenciamérővel való összekapcsolásával azáltal, hogy túl nagy energiát vonunk el a bemeneti fokozat meghajtásához. Ismertetésünk első részének [2] irodalma további gondolatokkal világítja meg a probléma sokoldalúságát. Áramkörreink ismertetésével az ott javasolt, valamint az ez évben kiegészített, további irodalmi hivatkozásokban szereplő kapcsolásokat szeretnénk bővíteni.

A bevezetőben elmondtuk, hogy minden igénynek megfelelő egyetlen áramkört használó megoldás szinte nem is létezik. Az egymásnak ellentmondó áramköri feltételek miatt még a professzionális frekvenciamérők is két-három bemenőfokozatot használnak a definiált frekvenciahatárok „átfogásához”, vagy a speciális szolgáltatások megvalósításához. Nem tesszük ezt mi sem másképp, annál is inkább, mert továbbra is modulrendszerű felépítést ígértünk, aminek velejárója a választás lehetősége is.

A továbbiakban három (frekvencia-) csoportba tartozó, különböző szolgáltatású bemenőerősítőt mutatunk



16. ábra



be. Nevezetesen: egy alacsonyfrekvenciás, egy kb. 100 MHz határfrekvenciájú, és egy 1,1 GHz-ig mérőképes áramkörből állíthatjuk össze frekvenciamérőnk általunk választott opcióit. Módszertani okokból (ld. később) először a két szélső frekvenciaérték reprezentánsait mutatjuk be.

5.1. Alacsonyfrekvenciás bemenőfokozatok

A legtöbb nagyfrekvenciás bemenőfokozat a hangfrekvenciás tartományban egyáltalán nem, vagy erősen megváltozott érzékenységi mutatók mellett hajlandó működni. A rádiófrekvenciás méréseken túl azonban igen gyakran szükség van hangfrekvenciás vizsgálatokra is. (Megjegyezzük, hogy bizonyos határfrekvencia alatt frekvenciamérés helyett periódusidő-mérést kell használnunk a kellő pontosság eléréséhez. A frekvenciamérők méréstechnikai alkalmazásának bemutatása nem tárgya jelen ismertetésünknek.)

A 16. ábrán látható (F1 jelű), 1 Hz alsó határfrekvenciájú kapcsolás a már említett választékbővítés okán kerül ismertetésre. Az egyszerű, bipoláris tranzistorokkal megvalósított Schmitt-triggeres erősítő és az azt követő TTL illesztőfokozat felső határfrekvenciája 1 MHz, 100 mV-os érzékenység mellett. Bemeneti impedanciája kb. 70 Ω . Úgy gondoljuk, hogy a kapcsolás „jelentőségét” mindenki a helyén kezeli,

de a kezdők első próbálkozása gyanánt igen alkalmas.

Műszaki jellemzőiben sokkal többet nyújt a 17. ábra (F2 jelű) kapcsolása. Ez egy JFET bemenetű kétfokozatú erősítő, amely a bemeneti jel TTL szintre hozását némileg rendhagyó módon oldja meg. A nagy bemeneti ellenállást a T_1 biztosítja. Túlfeszültség elleni védelmét a szokásos antiparalel kapcsolt diódák (D_1 , D_2) látják el. Említésre méltó – és ezzel több helyütt is találkozni fogunk –, hogy a C_1 feladata a T_1 bemeneti kapacitásának kompenzálása, megjavítva ezzel az 1 MHz feletti frekvenciaátvitelt. A tulajdonképpeni erősítést a T_2 végzi, amelynek munkapontját a P potenciométer segítségével

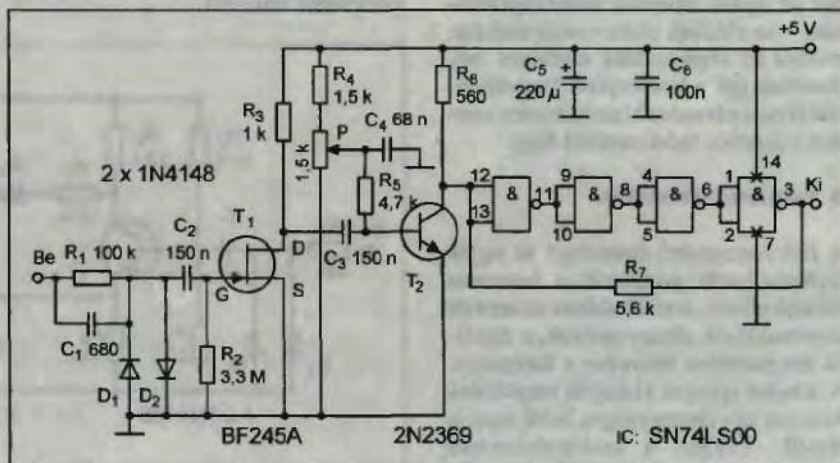
változtathatjuk. Ennek eredménye, hogy a potenciométer állásától függően a T_2 kollektorfeszültsége 0,5 és 5 V között változik. Erre a DC-szintre szuperponálódik a felerősített bemeneti AC-jel.

Négy NAND kapuból (IC) épül fel a speciális jelalakformáló trigger. A ki-elégítő meredekségi szint eléréséhez mind a négy kapura szükség van. Az egység kimenetét az R_7 -tel csatoljuk vissza, jelentős hiszterézist kialakítva. A T_2 kollektorán a TTL szintre nézve „holtzóna”-feszültséget állítunk be (kb. 1,5 V).

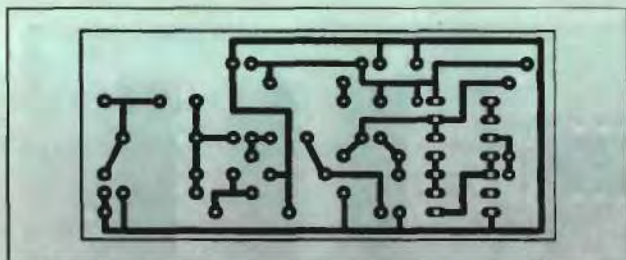
A szuperponálódott AC jel pozitív és negatív félhulláma viszont már a szabványos TTL szintre billenti Schmitt trigger jelegű áramkörünket. (A Schmitt trigger az erősítőüzembe kényszerített és visszacsatolt négy kapuból épül fel, amelynek billenési érzékenységet az R_7 és a T_2 fokozat kimenőellenállása határozza meg.) Ilyen módon a P segítségével beállítható, hogy kb. 20...30 mV-os bemeneti jel hatására TTL szintű négyszögjel jelenjen meg a kimeneten a 10 Hz...10 MHz-es frekvenciatartományban.

5.1.1. Elkészítés, beállítás

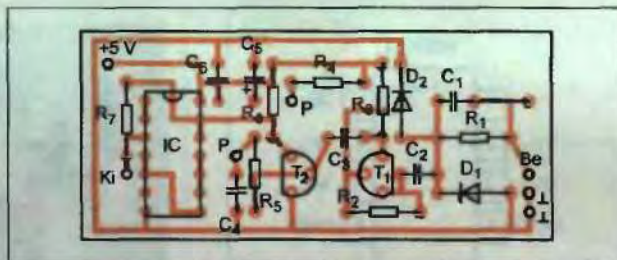
A kis F2 egység egy lehetséges nyáktervét a 18. ábrán, míg beültetési rajzát a 19. ábrán láthatjuk. Egyetlen megfontolást igénylő alkatrész elhelyezéséről kell szólnunk, s ez a P potenciométer. Tudniillik használhatunk akár trimmert, akár kivezetett tengelyű változatot. Mivel univerzális bemenőfokozatról van szó, az egyszer beállított triggerszintet igen ritkán kell csak megváltoztatni; leginkább az alsó és felső



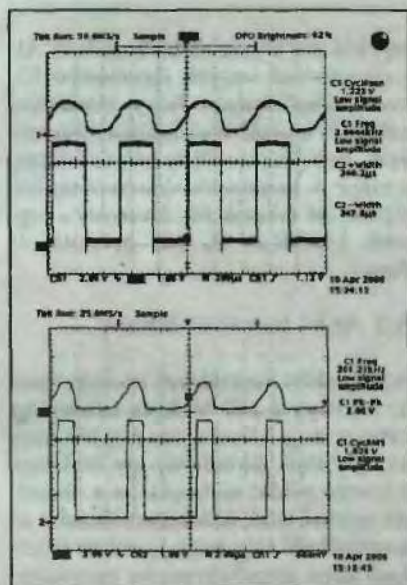
17. ábra



18. ábra



19. ábra



20. ábra

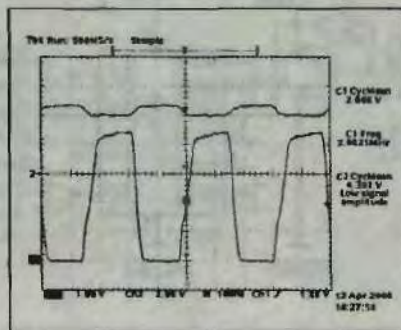
frekvenciahatár közelében, illetve ha a bemenetre extrém nagy vagy kis feszültség kerül. A legideálisabb az előlapi kivezetésű, de csavarhúzás állítású megoldás.

A megadott típusú T_1 helyettesíthető a valamikori szovjet beszerzésű KP303 típusúval is, ami persze teljességgel inkurrenciának tekinthető (a szerzők viszont jelentős mennyiséggel rendelkeznek belőle). Egyetlen alkalmazási feltétel, hogy kb. 3 V-os Drain-feszültség mellett 1...2 mA-es áram folyjon az eszközön. Az áramkör beállításához a 20. ábra oszcillogramjai nyújtanak segítséget, ahol a T_2 kollektorfeszültségét és a kimeneti jeleket láthatjuk a P állásának függvényében. Az ábrát tüzetesen megfigyelve láthatjuk, hogy a kijelzett értékek teljesen egybeesnek az előzőekben leírtakkal.

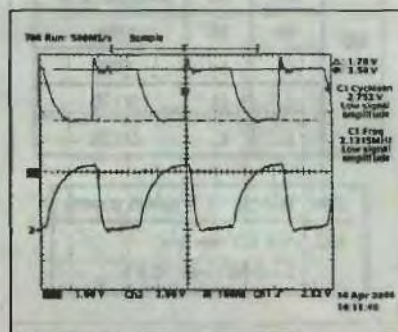
5.2. Az 1 (1,1) GHz-es (F3 jelű) előosztó-jelformáló

Az alcímbe foglalt, sokak számára talán elrettentően magas frekvencia el-

nére a feladat megoldása ma már sokkal egyszerűbb, mint amikor diszkrét félvezetőkkel kellett ilyen határfrekvenciájú erősítőt készíteni. A szélessávú, nagy érzékenységű bemeneti osztó céljára széles választékban állnak rendelkezésre nagyfrekvenciás IC-k. Ezek feladata a bemenetükre vezetett szinuszos jelek átvitele (erősítése), négyeszesítése, majd végül leosztása. A kimeneti jelének további osztásával az adott tulajdonságú frekvenciamérőkhöz igazíthatjuk a mérendő jelet. Az első rész már hivatkozott [2] irodalmában bemutatásra került a célnak tökéletesen megfelelő 1 GHz-es előosztó. Alkalmazását minden további nélkül javasolnánk, ha a benne használt IC-t lehetne kapni. Sajnos, a közismert U664B előosztó ECL IC-t ma már nem gyártják, így beszerzése szinte megoldhatatlan. Persze, vannak, akik rendelkeznek ilyenekkel, vagy pl. televízió-készülékek bontása közben ráleltek egy-egy példányra, így egy gondolat erejéig visszautalunk az idézett cikkre. Az ECL logikájú áramköröcsalád sajátossága, hogy kimeneti jele sem nem TTL, sem nem CMOS kompatibilis. Az U664 esetében ez azt jelenti, hogy +4 V-os eltolt DC-szinten csúcstól csúcsig 0,8 V-os, 1:64 osztásiarányú kimeneti jelet szolgáltat. A szükséges szintát helyezést tranzisztorral célszerű megvalósítani. A hivatkozott kapcsolásban szereplő megoldás oszcillogramjait mutatja a 21. ábra.



21. ábra

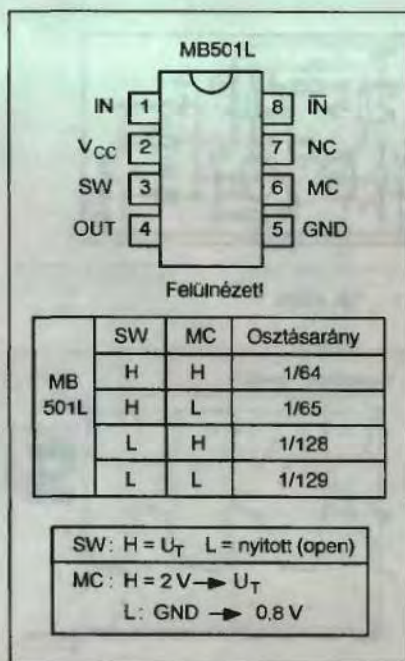


22. ábra

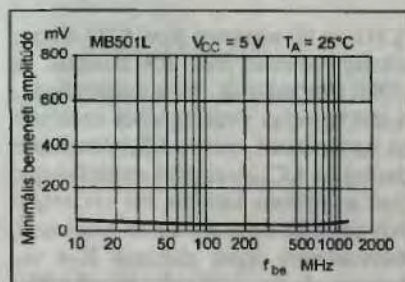
(CH1 az IC kimeneti jele, CH2 a tranzisztor kollektorjele. Jól láthatók az előbb elmondottak, pl. a szintértékek.) Azért tartottuk szükségesnek az előzőek bemutatását, mert a következőkben dacára az ECL-áramkörök struktúrájának, csak jellegében hasonló, ám jelszintjeiben egészen mással fogunk találkozni. Nevezetesen olyan előosztó IC-t választottunk, amely mind a kereskedőknél, mind a HAM-bazárban kapható: az MB501L típust.

A Fujitsu gyártmányú MB501/504L gyártmánycsalád kétféleképp osztó tagja, az MB501L, 1,1 GHz határfrekvenciájú. Működésének alsó frekvenciahatára 10 MHz, ami kedvezőbb az U664B-nél. A bemeneti frekvencia osztásiaránya programozhatóan 1: 64 (65) vagy 1:128 (129). A kimeneti amplitúdó csúcstól csúcsig kb. 1,6 V. Az eltolt DC-szint sem egyezik meg a már hivatkozott U664B-ével: alacsony szintje jellemzően 1,8 V, míg magas szintje 3,5 V. Jól megfigyelhető ez a 22. ábra oszcillogramján. Belső struktúrájának részletes ismertetése helyett a 23. ábrán bemutatjuk a tok kivezetés-elrendezését és programozási táblázatát.

Fontos adat még az áramkör bemeneti érzékenysége. Ezt az adatot a frekvencia függvényében a 24. ábra mutatja. Megjegyezzük, hogy a minimális bemenőszint -4 dBm, a maximális +5,5 dBm.



23. ábra



24. ábra

Figyelembe véve az előzőekben elmondottakat, az előosztó kapcsolási rajzát a 25. ábrán láthatjuk. Az IC₁-et követő T tranzisztor AC csatolásban gondoskodik a szintáthelyezésről. Ki-



meneti jelét a 22. ábra oszcillogramjának CH2 jele mutatja. Mivel az IC₁-et 1:64 osztásarányra állítottuk be, a további fokozatok (IC₂...IC₄) egyenként 1:2,5 osztásarányúak, így a teljes TTL számlálólánc frekvenciaosztása 1:15,625 lesz. A végső eredmény pedig – a teljes áramkörtől a bemenetétől a kimenetig – 1:1000-es osztásarány. A bemenet túlfeszültség elleni védelemről a szokásos áramkört elemek gondoskodnak (R₁, R₂, D₁, D₂). A fokozat bemenőimpedanciája 50 Ω.

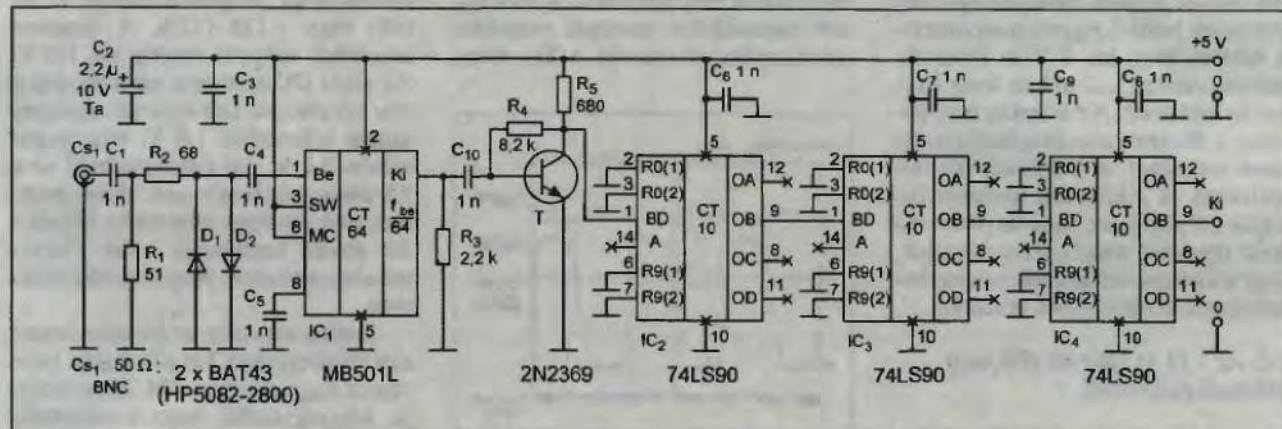
5.2.1. Elkészítés, beállítás

Az előosztó nyáktervét a 26. ábra, beültetési rajzát a 27. ábra mutatja. A kétoldalon fóliázott lemez beültetési oldalán a fóliát Ø2,5 csigafúróval süllyesszük ki a nem földelt alkatrészek lábainál! Az alkatrészeket (különösen a gerjedésgátló kondenzátorokat) a lehető legrovidebb lábakkal ültessük be! Rendben beültetett alkatrészek esetén a kis egység semmilyen beállítást nem igényel. Műszerparkkal rendelkezőknek bemérési segítséget jelenthet a 22. ábra, amelyet 200 MHz-es bemenőjelnél vettünk fel, 30 mV-os érzékenység mellett. A fokozat tápellátása gondosan szűrt +5 V. A kész egységet célszerű

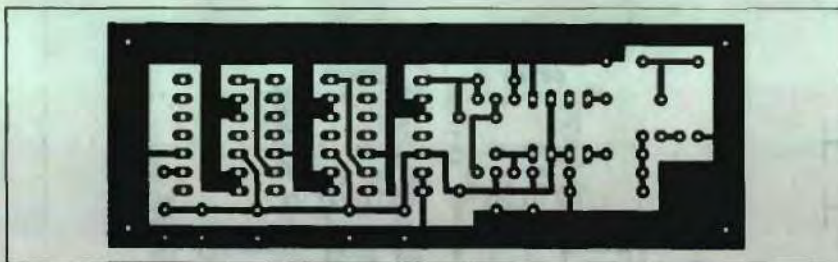
egy kis zárt fémdobozba beépíteni. Alkalmazásánál vegyük figyelembe IC₁ azon tulajdonságát, hogy bemenőjel nélkül is szolgáltat valamiféle kimenőjelet, amely akkor áll be helyes értékre, amikor a bemenetre determinisztikus (igazi) jel érkezik (ez érvényes a legtöbb U664B-re is, bár gyártótól is függ.).

5.3. Az F4 bemeneti fokozat

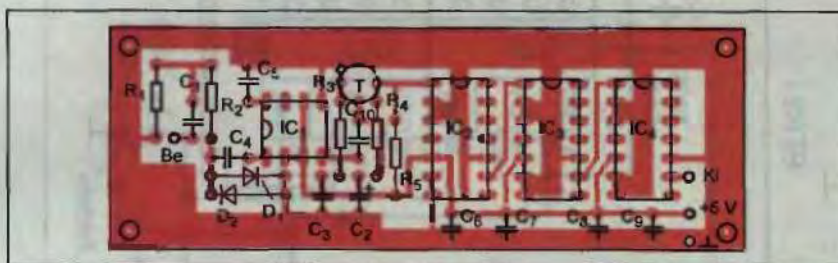
Az áramkörti megoldások jelentős része az 50 vagy a 100 MHz-es tartományt célozza meg. Mivel ez ma már átmeneti kategóriának tekinthető, így csak egy jellemző példát mutatunk be a választék teljessé tétele érdekében. Ezzel is az amatőröknél még nagy számban fellelhető korai nagyfrekvenciás tranzisztorok ujjáéledését segítjük elő. Az F4 jelű bemenőfokozatunk kapcsolási rajza a 28. ábrán látható. A héttranzisztoros, erősítő bemeneti egységét a T₁ JFET és a T₂ tranzisztor alkotja. A bemeneti védelem a szokásos megoldású. A FET munkaponti árama 12 V-os U_T -nél kb. 10 mA. Ezt T₂ és az R_p együttesen szabja meg. Ez utóbbi értékét kísérletezéssel határozzuk meg az aló és felső frekvenciahatárok között. R_x és Z_D tápfeszültségfüggő értékeit a rajz melletti



25. ábra



26. ábra

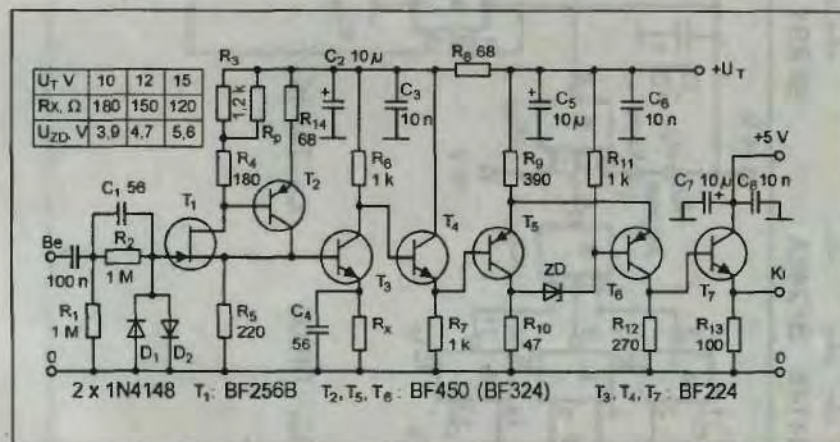


27. ábra

táblázat adja meg. Tulajdonságaiban hasonló, kivételében egyszerűbb és egy igényesebb példát az [1] és [2] irodalmak mutatnak be.

A korszerűbb félvezetőkkel a 100 (150...180) MHz-es működési frekvencia is üzembiztosan megvalósítható, természetesen megfelelő kapcsolástechnikával. Ma már azonban az újgenerációs IC-k alkalmasint felválthatják a diszkrét elemekből épített bemenő fo-

kozatokat. Az utolsóként bemutatásra kerülő kapcsolásunk egyik kiváló reprezentánsa a hagyományos építkezéseknek. A bevezetőben módszertani okokra hivatkozva soroltuk a végére ismertetését. Ez pedig az a tény, hogy ezen áramkörön belül valósul meg a bemenetválasztás lehetősége is, amennyiben több modult használunk fel frekvenciamérőnkhez. Ehhez pedig már ismerünk kellett a teljes választékot.



28. ábra



5.4. Az F5 bemeneti fokozat

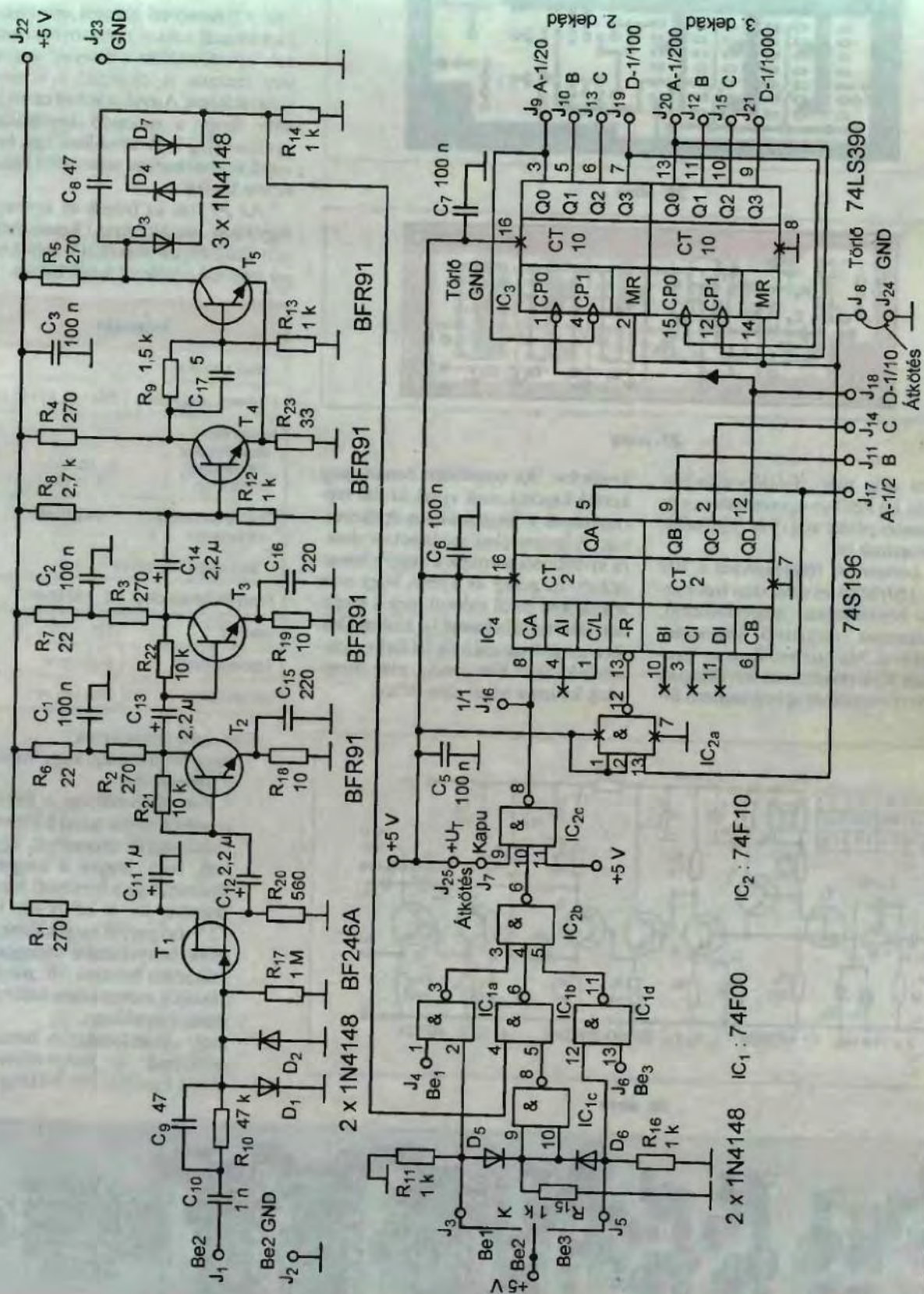
Az F5 bemeneti fokozat erősítője a szokásosnál sokkal érzékenyebb, aminek következtében többnyire nagyon laza csatolás is elegendő a hibátlan számláláshoz. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a mérendő áramkörhöz gyakran elég csak közelíteni egy egyszerű vezetékfűzőt, amit az F5 bemenetére kötünk.

Az F5 már az ötödik és egyben a legjobban bevált ilyen konstrukció, ami kiforrottnak mondható, mivel sok jól működő példány készült belőle.

Jellemzők	
Be2 bemenet	
Frekvenciahatárok	200 Hz...115 MHz
Bemeneti érzékenység	
100 MHz-en	5...10 mV
10 MHz-en	1,5...3 mV
Tipikus bemeneti impedancia	1 M Ω /10 pF
Be1 és Be3 bemenet	
Frekvenciahatárok	0...150 MHz
Jelszint	TTL
Tápfeszültség	5 $\pm$ 0,25 V
Panelméret	28x135 mm

Tervezési szempontok:

- nagy érzékenység, nagy bemeneti impedancia,
- 5 V-os tápfeszültség. A frekvenciamérők szinte mind 5 V-os tápfeszültségről üzemelnek, így ez kell, hogy legyen a megfelelő tápfeszültség a bemeneti fokozat számára is. A ± 5 V-ot, vagy 12 V-ot igénylő megoldások számára bonyolultabb tápegységet szükséges tervezni, ill. meglévő készülék esetén külön kell biztosítani a tápellátást,
- nagy sávzsélesség: A bemeneti erősítőnek a hangfrekvenciás sávtól legalább 100 MHz-ig kell



29. ábra

működni. A 100 MHz már egy 8 digitális frekvenciaszámlálóhoz is megfelelő, 1 s mérési idővel számolva,

- beépített digitális osztó. Ez azért szükséges, hogy azokhoz a frekvenciamérőkhöz is használható legyen, amelyek legnagyobb méréshatára is kisebb, mint 100 MHz. A legnagyobb osztás 1000, így még a frekvenciamérős multiméterekkel is használható,
- bemeneti multiplexer. Az alapfrekvenciamérőknek jellemzően csak egy bemenete van, ezt hasznos kibővíteni.

A fokozat kapcsolási rajzát a 29. ábrán láthatjuk. A bemeneti erősítő nagy bemenőimpedanciáját a T_1 -en alapuló forráskövető biztosítja. A BF246A nagy meredekségű FET vált be a legjobban erre a célra, ui. ez kisebb csillapítást okoz, mint a szokásos típusok, pl. a BF244A, BF245A vagy BF961. Csak az A típusváltozat használható a kis munkaponti forrás-kapu feszültsége miatt. A D_1 , D_2 a bemenetet védi, az alsó határfrekvenciát a C_{10} , R_{17} tag határozza meg. A C_9 , R_{10} megakadályozza a túl nagy áram folyását a diódák nyitása esetén, de a kisebb jeleket mégis gyakorlatilag csillapítás nélkül átengedi. Az R_1 , C_{11} a tápfeszültség szűrésére hivatott, csakúgy mint a két következő fokozatban az R_6 , C_1 , ill. az R_7 , C_2 . Ez nagyon fontos, mert nemcsak a gerjedést küszöbölik ki, hanem a tápfeszültségen terjedő nagyfrekvenciás zavarokat is. Megfelelő elrendezés és az egyik oldalon teljesen fóliázott panel is szükséges a stabilitáshoz.

A következő két fokozat adja az erősítés zömét. A legnagyobb határfrekvenciát akkor lehet elérni, ha minden erősítőfokozatot egy-egy emitterkövető választ el a következőtől. Az erősítő legrégebbi változata ilyen is volt, de a BFR91 felhasználásával az illesztőfokozatok elhagyhatóaknak bizonyultak. A BFR91 tranzisztor határfrekvenciája lényegesen nagyobb, mint a legnagyobb feldolgozandó frekvencia. Ezen kívül a munkaellenállások viszonylag kicsik, így a tranzisztor és a panel kapacitásai kevésbé befolyásolják a frekvenciamenetet. A cél nem az elérhető lehető legnagyobb erősítés, hanem a lehetőleg lapos, de a gerjedés szempontjából fokozottan veszélyes URH tartományban már eső frekvenciamenet. Mindezzel egyrészt a gerjedékenység kisebb, másrészt nemszinuszos jelek esetén a hibás számlálás is

kevésbé valószínű. Ennek megfelelően emitter-ellenállásokkal korlátozzuk az erősítést, ami a frekvenciamenetet is simítja. A nagyobb frekvenciákon bekövetkező esést részben az emitterellenállásokat áthidaló 220 pF-os kondenzátorokkal kompenzáljuk (C_{15} , C_{16}).

A csatolókondenzátorok úgy lettek megválasztva, hogy az 50 vagy 100 Hz-es brummra már bizonyos elnyomást adjanak. Ennek figyelembe vételével természetesen használhatunk sokkal kisebb, vagy nagyobb kapacitásokat is, ezzel módosítva az alsó határfrekvenciát. Az ilyen áramkörök egyik legfontosabb része a Schmitt-trigger (Itt a T_4 , T_5), ami a többszörös számlálást akadályozza meg. Egyrészt a mérendő jelre ülő kisebb zavarjeleket, modulációkat a hiszterézise révén levágja, másrészt a lassú jeleket a TTL számlálók megkövetelte meredekségűre formálja. A TTL sorozatú számlálók bemenetek ui. gyors változást igényelnek a bemenetükön, ezért a kisebb frekvenciájú jeleket nem elegendő csak határolással négyesgöcsíteni, mert az bizonytalansághoz, többszörös számláláshoz vezet.

A határozott átbillenéshez szükséges pozitív visszacsatolás az emittereken keresztül biztosított. Ha pl. a trigger bemenetén, vagyis a T_4 bázisán csökken a feszültség, akkor az emitterének feszültsége is csökken az R_{23} -on, a kollektorfeszültsége viszont nő. Így amint az R_9 , R_{13} osztón a feszültség eléri T_5 nyitófeszültségét (emitterfeszültség + kb. 0,6 V), az emitterek feszültsége R_{23} -on T_5 nyitása miatt nőni kezd, ami azt eredményezi, hogy T_4 bázis-emitter feszültsége tovább csökken, még jobban zár, amittől T_5 méginkább nyit. Így egy gyors billenés következik be a küszöbfeszültség elérésekor, T_4 zár, T_5 nyit. Fordított esetben, amikor T_4 nyitni kezd az emelkedő bemeneti feszültség hatására, T_5 kisebb vezérlést kap, ami miatt az emitterellenálláson is csökken a feszültség, és ez fokozza T_4 nyitását. Így egy ellenkező irányú billenés valósul meg.

Fontos, hogy a felső határfrekvencia közelében a számlálóra jutó jel jó közelítéssel 50%-os kitöltésű legyen, mert ezt képes a számláló legjobban feldolgozni, így a gyakorlatban elérhető határfrekvencia is ezzel a legmagasabb. Ezért a bemenet az R_8 , R_{12} osztó által a billenési szintek közé van beállítva. A méretezés olyan, hogy T_5 teljesen kinyit, ill. lezár, ezért a kimeneten nagy amplitúdójú négyesgöcs jelenik

meg. A hiszterézis csak kb. 0,6 V, így a fokozat erősít is. Nagyobb frekvenciákon C_{17} csökkenti a hiszterézist, a trigger egyre inkább erősítőként működik, ill. kis frekvenciákon a billenést gyorsítja meg.

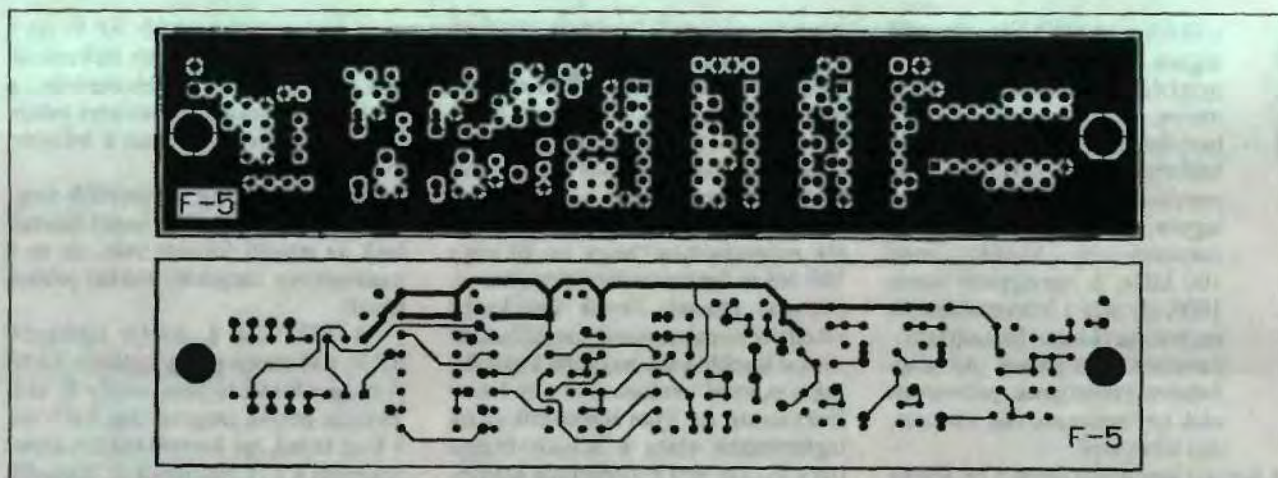
Másik, látszólag egyszerűbb megoldás, ha triggerelt TTL kaput használunk az erősítő fokozat után, de ez a tranzisztoros megoldás sokkal jobban bevált.

A TTL IC-k L szintje legfeljebb 0,8 V, a H szintje pedig legalább 2,3 V. A trigger kimeneti jele, amely T_5 kollektorán jelenik meg, elvileg 0,6 V-tól 5 V-ig terjed, így korrekt módon képes vezérelni a TTL fokozatokat. Nagyobb frekvenciákon ez már nem igaz, a jel torzul, amplitúdója csökken, valamint az átlagos feszültség a trigger kimenetén eleve is magasabb, ezért azt illeszteni kell a TTL IC-khez, hogy az optimumhoz közeli kitöltési tényező megmaradjon.

Az első TTL fokozatot részben erősítőként is használjuk abban az esetben, amikor nagy frekvencián kicsi a trigger kimenőamplitúdója. A normál, nem triggerelt TTL kapuk erősítőnek is tekinthetők, amelyek az 1,5–1,6 V körüli bemeneti feszültségtől való eltérést erősítik. Ha egy invertáló kapu kimenetét és bemenetét összekötjük, akkor kb. erre a szintre is áll be (ha nem gerjed). Tehát a trigger magasabb átlagos feszültségű kimenetét ehhez az alacsonyabb szinthez illesztjük. Ehhez három sorba kötött szilícium diódát (D_3 , D_4 , D_7) használunk, amelyek áram folyhat R_{14} -nek köszönhetően, biztosítva a diódalánc nyitóirányú előfeszítését. A frekvencia növekedésekor a C_8 egyre inkább áthidalja a diódákat, biztosítva ezáltal az R_{14} ellenállásánál alacsonyabb meghajtóimpedanciát a T_5 kollektoráról IC_{1B} NAND kapu számára.

A kapu kimenetén már TTL szintű jel jelenik meg nagy frekvencián is, ami az IC_{2B} és az IC_{2C} kapun jut el az IC₄ számlálóig.

A 74S196 volt az egyetlen TTL számláló az áramkör tervezésének idején, amely a katalógusadatai alapján 100 MHz-et is képes számlálni (lehet, hogy most is az). A leírt trigger és illesztő áramkör olyan jól bevált, hogy minden eddig elkészült áramkör biztonságosan képes volt 115 MHz-et is hibátlanul leosztani. Ennél nagyobb frekvenciánál a bemeneti jel feldolgozható amplitúdótartománya csökken, de a legtöbb példánnyal még 150 MHz-nél többet is el lehetett érni. A 74196-tól



30. ábra

60, a 74LS196-től 50 MHz felső határfrekvenciát várhatunk el elvileg. A gyakorlatban ezekből is sokkal több kihozható, de a 74S196 is beszerezhető, úgyhogy ezt célszerű alkalmazni.

Az IC₁ négy kapujából és az IC_{2B}-ből egy bemeneti multiplexer van kialakítva, úgy, hogy három bemenet közül lehessen választani a lehető legegyszerűbb módon. A K1 jelű pontra adott +5 V-tal a bel bemenet, a K3-ra adottal a be3 bemenet lesz aktiv. Ha egyikre se adunk 5 V-ot, akkor a be2 az érvényes bemenet. Ez legegyszerűbben egy ON-OFF-ON jellegű háromállású billenőkapcsolóval érhető el, de használhatunk forgókapcsolót, vagy logikai áramköröket is, bár ezek már nem szabályos TTL bemenetek.

A bemenetek azért így lettek kialakítva, hogy az F5-tel felszerelt frekvenciamérőn a 100 MHz-es analóg bemeneten kívül lehessen még egy TTL bemenet és egy UHF nagyfrekvenciás bemenet is, amely szintén a multiplexerre csatlakozik TTL kimenetével.

Az IC₄ 10-es osztást végez, ill. egy dekádos számláló, amelynek a kimenetei ki vannak vezetve, ezt további két

dekád követi IC₃-mal megvalósítva. Így a bemenő jel 1/1000 része is elérhető. IC₃ lehet 74LS390, vagy 74HCT390 is.

Az IC_{2C} frekvenciamérő kapujaként is használható a kapubemeneten H szinttel vezérelve, ill. a törlobemenetre adott H szinttel nullázhatjuk a számlálókat. Így ez az áramkör akár egy frekvenciamérő kapu fokozataként és a számlálójának első három dekádjaként is funkcionálhat. Egyébként a kapu bemenetet fixen H, a törlobemenetet L szintre kell kötni, ahogy a rajzon szerepel.

Természetesen a számláló IC-eket ki is hagyhatjuk, csak erősítőként és multiplexerként használva az áramkört. Ugyanígy a multiplexer is használható külön megépítve, vagy egy frekvenciamérő paneljére tervezve.

5.4.1. Elkészítés, alkalmazás

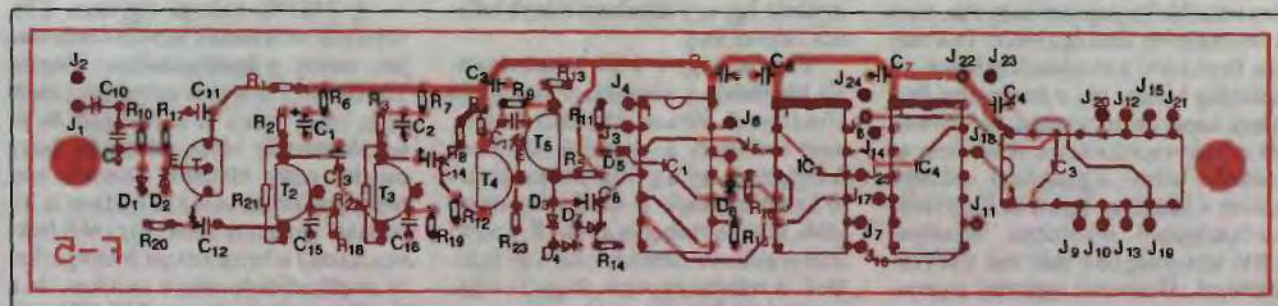
Az F5 egy hosszukás panelen helyezkedik el. A nyáktervét a 30. ábrán, a beültetési rajzát a 31. ábrán láthatjuk.

A panel elkészítéséhez a szokásos 1,5 mm vastagságú alapanyagot használjuk, vékonyabb nem ajánlott! Ha

kézzel rajzoljuk meg, akkor ügyeljünk arra, hogy azok a részek, amelyeken nagyfrekvencia fordul elő, egészen az IC_{1B} 4. lábáig lehetőleg kis kapacitásúak, vagyis kis felületűek legyenek, ahogy az eredeti panelterv is készült. A panel alkatrészoldalát ez esetben a megfelelő furatoknál Ø2,5...3 mm-es fúróval kell megsüllyeszteni, hogy a fóliát eltávolítsuk.

A kész áramkört beépíthetjük frekvenciamérő dobozába is, de funkcionálhat mérőfejként is. Mivel az erősítő nagyon érzékeny és nagy impedanciájú a bemenete óvatosan kell eljárni.

Frekvenciamérésénél többnyire nem kell feltétlenül galvanikus csatlásba hozni a mérendő áramkörrel a nagy érzékenység miatt. A rádióamatőr gyakorlatban többnyire egy kb. 20 mm átmérőjű hurok is megteszi, ami általában elegendő jelet képes induktívan ki-csatolni a mérendő áramkörből. Ez nagyon praktikus, mert érintés nélkül kereshetjük a mérendő jeleket és a csatlás a távolsággal arányosan egyszerűen változtatható, vagyis könnyen elérhetjük a legkisebb még használható csatlást.



31. ábra

5.4.2. Az F5 beépítése a frekvenciamérő dobozába

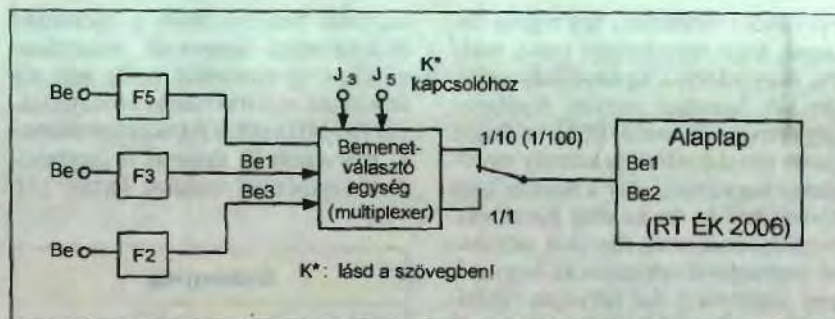
Az áramkör nem gerjedékeny, de a nagy érzékenység miatt be kell tartanunk néhány szabályt, mert a műszer dobozában is keletkeznek olyan potenciálkülönbségek, amelyek zavarják a működést, ill. gerjedéshez vezetnek. Elsősorban biztosítani kell, hogy az erősítő bemenete legyen a műszer nagyfrekvenciásan leghidegebb pontja. Gondoskodjunk róla, hogy a frekvenciamérő fémdobozának minden darabja igen jó galvanikus kapcsolatban legyen egymással!

A panelt lehetőleg közvetlenül a frekvenciamérő fém előlapjára csavarozzuk, és a csatlakozót közvetlenül a bemenet elé szereljük fel a lehető legrövidebb vezetékkel! Ez a legjobb megoldás, ha lehet, ennek figyelembe vételével tervezzük meg műszerünket.

A tapasztalatok szerint egy fémdoboz két különböző darabja között is keletkezik olyan potenciálkülönbség, ami az erősítőt zavarja. Ezért ha nem az előlapra, hanem egy különálló lemezre szereljük, akkor lehetőleg úgy tegyük, hogy a panel közvetlenül a bemeneti csatlakozóig érjen. Ebben az esetben már szigetelt BNC csatlakozót kell használni, vagyis a csatlakozó árnyékolása nem érintkezhet az előlappal. Minden esetben közvetlenül a panel bemenetéhez testeljük a csatlakozót! Ha erre sincs módunk, és kénytelenek vagyunk a panelt a bementi csatlakozótól távolabb elhelyezni, akkor a jelet egy koaxiális kábeldarabon vezessük oda a szigetelt csatlakozóról!

A tápfeszültség negatív pólusát a testen keresztül biztosítsuk azáltal, hogy a dobozhoz csavarozzuk a panelt, úgy, hogy jól érintkezzen. Külön vezetéken ne kössük be, mert ezzel máris egy induktív hurkot alakítunk ki. Az ilyen hurkokat máshol is kerüljük! A kimeneteket a lehető legrövidebben kössük be, úgy, hogy a vezetékek ne közelítsék meg a bemenetet!

A panelt alapvetően nem kellene árnyékolni, de mivel egy frekvenciamérő belseje elektromosan igen zajos környezet, mégis szükség lehet ilyesmire. A panel bemenetét, a csatlakozóig menő vezetékeket és az első fokozatot célszerű árnyékolni, mivel a nagy impedancia és nagy érzékenység miatt hajlamos a zavarjelek felvételére. Árnyékolásnak gyakorlatilag egy darab nyák- vagy fémlemez is megteszi, amely az említett részeket eltakarja a műszer



32. ábra

többi részétől, nem muszáj zárt árnyékolást készíteni. Ezt vagy a műszer paneljének bemenetére, vagy a műszer fémdobozára kell testelni (de csak az egyikre)! Lehet az első fokozatra kis árnyékoló dobozt is forrasztani, aminek van helye a panelen, de ez csak különleges esetben szükséges.

5.4.3. Mérőfejbe építés

A bemenőfokozatnak a frekvenciamérő dobozába építésének megvan az a hátránya, hogy kábelt kell alkalmazni a bemeneten, amelynek kapacitása terheli, elhúzza a mérendő áramköröket, ill. a kábel a nagyobb frekvenciákon már határozottan tápvonalként viselkedik, transzformációk, rezonanciák lépnek fel, ezért a frekvenciamenet torzul. 100 MHz-en a negyed hullámhossz még levegőben is csak 75 cm, kábelben még kevesebb. Ezért minél rövidebb kábelt célszerű használni!

Ha az F5-öt mérőfejként használjuk, akkor nincs szükség hosszú és nagy kapacitású kábelre a bemeneten, így a nagy bemenőimpedancia is megmarad. Mérőfejnek magában is alkalmas az áramkör, persze szebb megoldás, ha dobozba szereljük. A fémdoboz természetesen jobb, mert árnyékol, de árnyékolás nélkül is jól működik a kapcsolás.

A frekvenciamérővel lehetőleg minél rövidebb, minél kisebb kapacitású árnyékoló kábel, vagy egy összesodort érpáron keresztül kell összekötni. Jobb az 1:1-es kimenet helyett valamelyik osztó kimenetét felhasználni, mert kisebb a gerjedésveszély és a kábel kapacitása kevésbé terheli a kimeneteket.

Osztókimenet felhasználása esetén is jelentkezhet káros visszahatás a bemenetre, de ez nem gerjedés, hanem impulzusok kihagyása formájában jelentkezik. Az 1:10-es kimenet visszahatása a gyakorlatban úgy jelentkezik, hogy minden tizedik impulzus kima-

rad. Pl. 100 MHz helyett csak 90 MHz-et mérünk kisebb bemeneti jelszinteknél, mert a kimenetről visszaható zavar a bemenő jel minden tizedik periódusát eltorzítja, de a jelszintet emelve már 100 MHz-et mutat a frekvenciamérő.

A bemenet kialakítása lehet BNC csatlakozós is, de megteszi egy hurrok is a bemenetre forrasztva.

5.4.4. Tápfeszültség-ellátás

A tápfeszültséget közvetlenül a tápegység kimenetéről kell biztosítani, és nem a frekvenciamérő valamelyik paneljéről, mert ott már igen zajos lehet. Előfordulhat, hogy még így is túl zajos a tápfeszültség, főleg, ha multiplexelt LED-es kijelzők vannak a műszerben (a szerzőké is ilyen). Ilyenkor a tápegység kimenetére, vagy az F5 tápfeszültség-bemenetére kötött nagy elektrolitkondenzátor segíthet.

Az előző részben ismertetett „nagy fényerejű” frekvenciamérőbe építve mérőzsinóros tápellátással is ki lett próbálva az áramkör, ami igen szerencsétlen megoldás ebből a szempontból. A mérőzsinóron keletkező nagy zaj miatt a kijelző 500 Hz-es frekvenciájára állt be a műszer. De a panel táp bemenetére forrasztott 1000 μ F-os elkóval és egy sorba kötött 470 μ H/1,3 Ω -os zavar-szűrő fojtóval még így is sikerül stabil működést elérni.

Ha nem kapunk stabil 0, vagy 1 kijelzést a kijelzőn úgy, hogy nincs semmi a bemenetre kötve, akkor a T₃ kollektorán oszcilloszkóppal megvizsgálhatjuk a probléma okát. Ezen látszik legjobban a tápegység esetleges brumja (amire leginkább akkor számíthatunk, ha sok szegmens világít), a multiplex kijelzők által okozott hasonló jellegű, de nagyobb frekvenciájú zavar és az impulzusokból kapacitív csatolással bevitt zavarok. Utóbbiak tűskeszérűek, legvalószínűbben szintén a multiplex

kijelzőből származnak, így rögtön láthatjuk, hogy árnyékolásra van-e szükség, vagy inkább a tápfeszültség szűrése. A bemenet annyira érzékeny, hogy képes a bemeneti BNC-be dugott kisebb huzaldarabbal is komoly zavarjeleket begyűjteni, akár a műszer saját kijelzőjéből is, ha az elég közel van. Szignálgenerátorral, illesztett mérőkábel segítségével mérhetjük ki, hogy milyen jelszinteket tud helyesen feldolgozni a műszerünk. Ha a kívántnál gyengébben sikerül, akkor a következőkkel növelhetjük az érzékenységet:

A trigger munkapontját pontosabban beállíthatjuk az R_8 változtatásával a legérzékenyebbre. C_{17} -et megnöveljük, pl. a duplájára. Ezzel nagy frekvenciákon a triggerelés hiszterézise csökken. Tartsuk szem előtt, hogy a 10 MHz-en mérthez képest 100 MHz-en legalább 6 dB-lel nagyobb jel kelljen a stabil számláláshoz, különben gerjedékennyé válhat az erősítő!

5.4.5. Mérési adatok

Egy alaposabban bemért példány mérési adatait közöljük a következőkben. A bemeneti jelszintet 1 V-ra növelve is helyesen számlál 120 MHz-ig. Ennél

nagyobb frekvenciákon a maximális feldolgozható amplitúdó rohamosan csökken, a minimális pedig nő. Az amplitúdó és a frekvencia változtatásával 163 MHz volt a legnagyobb mérhető frekvencia (E típusnál is megemlítünk kapcsolódó irodalmi forrást: [3]; [4].)

Érzékenység	
100 kHz-en	1,7 mV
1 MHz-en	1,7 mV
10 MHz-en	2 mV
100 MHz-en	6 mV

*

Ismertetésünk vége felé feltűnhet, hogy dokumentációinkban nem mutattunk be tápegység-kapcsolásokat. Nem felelősségről, hanem szándékosságról van szó, ugyanis a moduláris felépítés miatt igen sok megoldás képzelhető el attól is függően például, hogy milyen tápellátás-igényű bemeneti fokozatot választunk. Amennyiben csak +5 V-os feszültségre van szükség, akkor az ún. dugasztápos fix stabilizátoros megoldás a legolcsóbb és érintésvédelmi szempontból is a legideálisabb megoldás.

dás. Az egyértelműség okán megemlítjük, hogy a fix stabilizátor kerülhet a műszerünk dobozába is, ilyenkor a csak nyers feszültséget biztosító dugasztáp az olcsóbb megoldás. Ha áramkörünk többféle tápfeszültséget is igényel, akkor csak ez a járható út. Ennek a nem kevésbé fontos áramköri részletnek kidolgozását az amatőr leleményességre és az anyagi lehetőségekre bízjuk.

Végezetül kapcsolatot teremtünk az első részben bemutatott alapmodul és a jelen közleményünk között. A 32. ábra tömbvázlatán azt láthatjuk, hogy egy adott esetben hogyan kössük össze az egyes modulokat egy adott igényre vonatkoztatva. Természetesen más kialakítás is lehetséges (sőt), amihez a részletes modul bemutatások adtak segítséget.

Irodalom:

1. Krittler W. R. Breitband Vorverstärker für Frequenzzähler bis 60 MHz. UKW Berichte, 1971/2/10-103
2. Amaterske Radio 1982/9/333
3. Nachbausicherer Frequenzzähler für den Funkamateure Funkamateure, 1987/6/287
4. Campanelli F. Vimercati A. Frequenzteiler für Eingangsfrequenzen bis 180 MHz. UKW Berichte, 1973/1/52-57

PMR446

a Megoldás

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

Közös jellemzők:
446 MHz, 8 csatorna,
NBFM, 0,5 W ERP,
0,3...3 km-ig,
3 db ceruzaelem/akku,
automatikus zajár,
kézi monitor lehetőség,
elemkímélő vételiüzem,
LCD-/LED-kijelző

Bemutatható tartozékok:
tokok, fejbeszélő-készletek,
akkuk, akkutöltők

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

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

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, Svéd- és Törökország területén is használhatók. (A lista csak bővíthető.)



**Aktuális választék és
árak a legfrissebb**

RÁDIÓTECHNIKA
lapszámban
és az interneten:
www.radiovilag.hu

A szuperregeneratív vevő

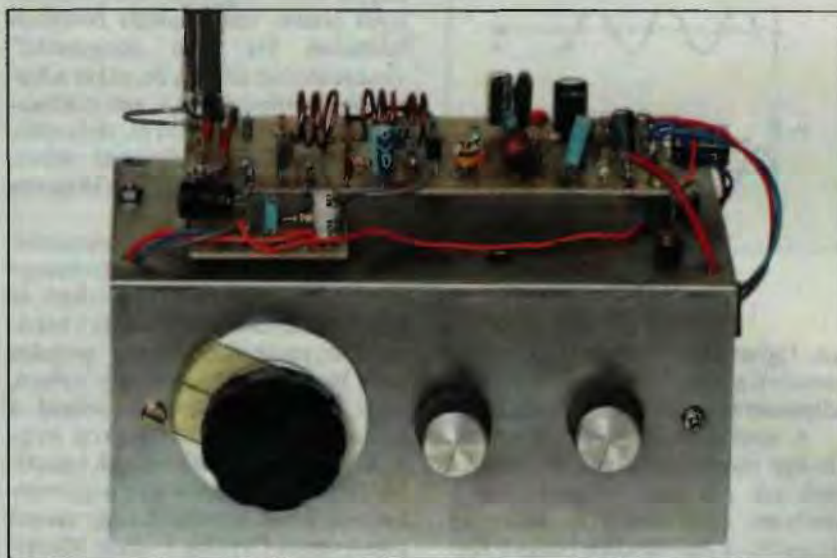
Nagymáté Csaba villamosmérnök, Nagy Sándor okl. villamosmérnök

A szuperregeneratív elv különösen az ultrarövidhullámok területein nyújtott módot arra, hogy olyan vevőkészüléket építsünk, amelyek a fokozatok kis száma mellett rendkívül érzékenyek. Az elv elektroncsöves változatában igen népszerű volt a késői 1950-es és a korai 1960-as években, amikor is a már meglevő AM-sávós rádiót lehetett egy egyszerű előtét-adapterrel URH műsorvételre rábírni. Aztán nagyot változott a világ, és az elv feledésbe merült. Az „integrált korszak” a zseniális kapcsolástechnikát újraélesztette, no nem a sztereó URH műsorvétel céljára és nem is az „5+1” hangzás megvalósításához, annál inkább az összefoglaló ISM néven említett (ipari, tudományos, gyógyászati) célra.

Ma már, 85 évvel a szabadalom bejelentése után a 434 MHz-en vagy 868 MHz-en üzemelő kapunyitók, vezeték nélküli mozgásérzékelők vagy rádiós egerünk működését nem értenénk meg a szuperregeneratív elv ismerete nélkül. Kiváló rendszerbe integrálhatósága miatt más klasszikus elvek mellett [1] a rövidtávolságú adatátviteli rendszerek versenyképes áramköri megoldásai lehetnek.

1. Egy kis történelem

A szuperregeneratív elv (és egyáltalán az FM-rádiózás) felfedezése a nagy amerikai mérnök és feltaláló, *Edvin Howard Armstrong* (1890–1954) nevéhez köthető. A Rádiómérnökök Amerikai Intézetének műszaki kiadványában, 1922-ben jelentette meg e tárgyú szabadalmi leírását. (Megjegyezzük, hogy a regeneratív vevő és a szuperheterodin elv is az ő szabadalma.) Dolgozatában elismeréssel adózott *L. B. Turner* korábbi munkáinak. (L. B. Turner alkalmazott először olyan kritikus munkapontbeállítást az elektroncsőnél, amely az oszcilláció küszöbértékénél volt; ezzel egy igen érzékeny jelvezérelt relét készített.) Az RCA (Radio Corporation of America) megvette Armstrong szabadalmait, majd különböző kísérletekbe kezdtek az irányban, hogy az eljárást



a középhullámú vételtechnikában alkalmazzák, amely abban az időben, az USA-ban növekvő kereskedelmi jelentőséggel bírt. A szelektivitásban mutatkozó elégtelenséget egy kis keretantennával próbálták jobbá tenni és igen robusztus HF-szűrőt alkalmaztak, kiszűrhető a lengető oszcillátor (ld. később) fűtőt. Ezért is és több más okból megállapítást nyert, hogy az áramkör nem alkalmas AM-műsorszórók vételére, különös tekintettel a középhullámú tartományra.

Nem meglepő ezek után, hogy a belföldi vevőkészülék-gyártók nem karolták fel az ötletet, és a szabadalom tulajdonosa jobbnak látta jövedelmezőbb produktum után nézni. Az 1920-as – 30-as években az áramkört széles körben használták a rendőrség, és a készenléti szolgálatok körében. A II. világháború is adoptálta az eljárást az I. F. F. (Identification-Friend-or-Foe) azaz a barát-idegen felismerő rendszer számára. Ezek az eszközök vették a radarimpulzusokat és adójuk minimális késleltetéssel küldték az azonosító jelet. A német légi radarelhárítási rendszer szintén használta az áramkört.

A háborús felhasználásnak talán a legismertebb változata egy amerikai „walky-talky” volt, amelyben a szuper-

regeneratív detektor mint adócső is működött.

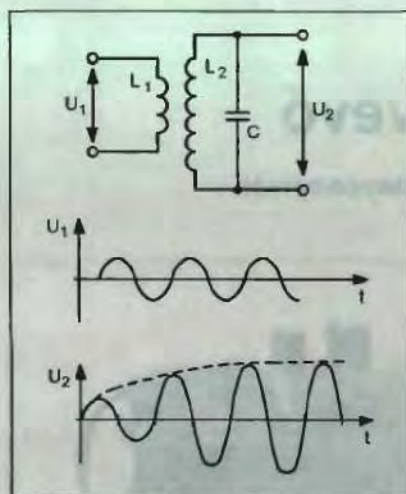
A háború utáni években jöttek létre a jó minőségű FM műsorszóró adók Európában és Amerikában egyaránt. Már 1947-ben bizonyos *B. D. Loughlin* kifejlesztett egy kettőstriódával (12AT7-tel) működő szupreg-kapcsolást, amely az első FM-tuner volt. Az első csőfél volt a frekvenciaváltó, míg a másik a detektor. A tuner „Fremodyne” néven vált ismertté, s bár jellemző volt rá a szuperregeneratív elv minden hiányossága, hallatlan előnyként mutatkozott az olcsósága és egyszerűsége.

Napjainkban az elv használata igen elterjedt az egyszerű játékokban, modellirányításban, kocsik központi zárainak vezérlésében stb. A legnagyobb előnye az alacsony előállítási költsége. Egy integrált távirányító rendszer vevőoldali részének ára ma már könnyen 2 USD alá csökkenthető.

2. A szuperregeneratív vevők rövid elmélete

2.1. Alapismeretek

A továbbiakban a korrekt „szuperregeneratív” kifejezést és a „szupreg” elterjedt rövidítést végegyesen használ-



1. ábra

juk. Ugyanakkor elnézést is kérünk az olvasótól a helyenként kényszerűen alkalmazott angol szak kifejezésekért.

A rezgőkör működése jól ismert. Ha egy rezgőkörbe olyan feszültséget táplálunk (pl. csatolótekercs révén), amelynek frekvenciája f_0 , akkor az ugyanerre a frekvenciára hangolt rezgőkörön fellépő feszültség (U_2) sokkal nagyobb lehet, mint a tápláló U_1 értéke. (Gondolunk itt pl. a két tekercs menet-szám arányából adódó és itt nem részletezett törvényszerűségekre.)

A feszültségnövekedés a jósági tényező (Q) függvénye (1. ábra). Ha az ábrát megfigyeljük, akkor láthatjuk, hogy U_2 a végleges értékét csak t idő múlva éri el. Ha a betápláló feszültséget kikapcsoljuk, akkor a rezgések nem szűnnek meg azonnal, hanem a veszteségek miatt exponenciálisan csökkenő amplitúdóval továbbra is fennmaradnak. Ha a veszteségek hatását visszataplálással (visszacsatolással) pótoljuk, ami szintén exponenciális jellegű, és ha a pozitív ill. negatív exponensek egyenlők, akkor a rezgések amplitúdója állandó marad, a rendszer oszcillál. Ez az állapot természetesen vevőkészülékknél nem túl szerencsés: gondoljunk csak a visszacsatolt audion „begerjedésére”. A visszacsatolással energiát táplálunk az erősítő eszköz (cső, tranzisztor, IC) kimenetéről a rezgőkörbe. Ezáltal csökkennek a rezgőkör veszteségei, megnő a rezonanciaellenállása és megnő az esetleg hozzá csatlakozó bemenőkörből a feltranszformált feszültség. A hatás úgy jelentkezik, hogy megnő a vevő érzékenysége. A visszacsatolt audionnál csak annyira szoros visszacsatolást szabad alkalmazni,

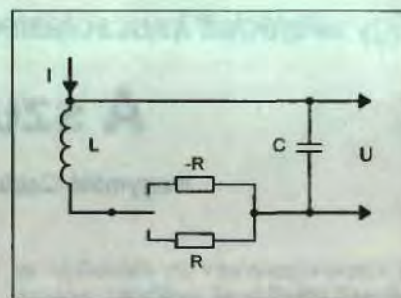
hogy a hangolt kör csillapítását nagymértékben ellensúlyozza, de begerjedést ne okozzon.

Gondoljuk tovább a dolgot! Elvileg beállítható olyan mértékű visszacsatolás is, amely a veszteségeket éppen fedezné. Ilyenkor a rezgőkör csillapítása 0 volna; a vevő érzékenysége végtelen nagyra nőne! A gyakorlatban azonban ilyen pontos visszataplálás beállítása lehetetlen. Ha ilyen „kiegyenlítő” visszacsatolást állítunk be, akkor a legkisebb feszültséglökés – ami származhat külső hatásból, belső pl. tápfeszültség-ingadozásból – elegendő ahhoz, hogy a fokozat az oszcillációs állapotba billenjen.

Látjuk tehát, hogy a visszacsatolás alkalmazásával egy készülék érzékenysége 1–2 nagyságrenddel fokozható, és a további növekedésnek csakis a bekövetkező instabilitás, illetve gerjedés szab határt. Ha viszont egy erősen, vagy inkább túlsatolt fokozatnál a hallhatóság feletti frekvenciával megszakítjuk a fokozat állandósult (oszcilláló) működését, akkor igen nagy érzékenység érhető el anélkül, hogy zavaró interferencia-fütyülés a vételt lehetlenné tenné. A fokozat tehát rezgő és nem rezgő állapot között ingadozik. Ezt a kapcsolástechnikai megoldást nevezzük szuperregeneratív kapcsolásnak, ami tulajdonképpen nem más, mint egy szaggatott működésű túlsatolt audion.

Mint hogy minden önrezgő rendszer úgy tekinthető, mintha a rezgéseket meghatározó rezgőkörhöz párhuzamosan kapcsolódó negatív vezeték (konduktancia) következtében jött volna rezgésbe, a szaggatás jelenségét úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a működés egyik félperiódusában negatív, a másikon pozitív vezetést kapcsolunk a rezgőkörrel párhuzamosan.

A szupreg helyettesítő képét a 2. ábra mutatja. Ha a negatív ellenállás van bekapcsolva, akkor a fokozat önrezgésben van, amelynek lefolyása többek között attól is függ, hogy mekkora volt a rezgések kezdeti pillanatában a körön levő feszültség. Ha hasznos jel volt, amelyet a csatolt antennából kapott a kör, akkor ennek értéke a kezdeti érték, ha nincs jel, akkor a körön levő zajfeszültség pillanatnyi értéke adja a kezdeti feltételt. A tényleges (pozitív) ellenállás bekapcsolása a rezgés lecsengetését jelképezi. (Ilyen átkapcsolásnak megfelelő folyamatot pl. négy-szögjelekkel valósíthatunk meg). Ebből logikusan következik, hogy jel nél-



2. ábra

kül a lecsengési szakasznak olyannak kell lennie, hogy a rendelkezésre álló idő alatt a körön levő feszültség a zajfeszültség alá csökkenjen, nehogy a saját jelek integrálódása következtében egy hamis, a beérkező jeltől alig függő folyamat alakuljon ki.

2.2. A lengő visszacsatolás kialakulása és jellemzői

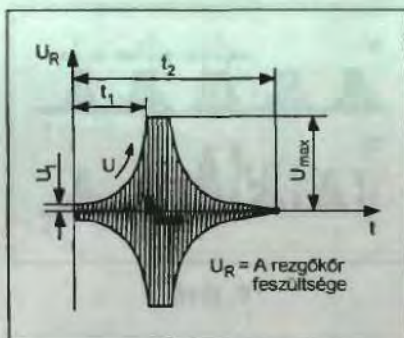
Az előzőkből láthatjuk, hogy a berezgés kialakulása egyfajta „feltornázási” folyamat eredménye. Ez a „felhintázás” azonban a gerjesztő feszültség értékének sok százszorosa is lehet; éppen ebben rejlik az elv nagy előnye. Azt is láttuk, hogy a venni kívánt jel csak az önrezgések bekövetkeztének pillanatában vezérli az önrezgés kialakulását. Az ebben a pillanatban fennálló feszültség lesz a rezgések kialakulására, illetve amplitúdójára jellemző, és egy későbbi pillanatban bekövetkező jelváltozás már nem befolyásolja az egyszer megindult folyamatot. Természetesen nem várható, hogy az oszcillációs feszültség egyszerre ugrik fel a 0 értékről a maximális értékre. A rezgés amplitúdója az

$$u = u_1 e^{d \cdot f_0 t}$$

összefüggés szerint növekszik,

ahol U_1 = a kezdeti amplitúdó,
 d = a hangolt kör csillapítás-csökkenésének mértéke,
 f_0 = a rezonanciafrekvencia,
 t = a begerjedés kezdetétől számított idő.

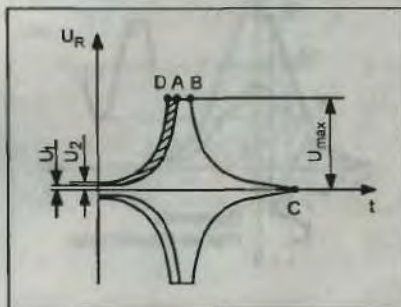
A folyamatot a 3. ábrán láthatjuk. Megfigyelhetjük, hogy az oszcillációs feszültség, amely t_1 idő után eléri a maximális értéket, tovább már nem változik. Ezt az értéket a mindenkor erősítőelem adatai határozzák meg. A visszacsatolás megszűnte után a lecsengés t_2 idő múlva következik be.



3. ábra

A lengő (más elnevezéssel: felhíntázó) visszacsatolásos vételnél alapvetően kétféle üzemet különböztetünk meg: a lineáris és logaritmikus működést. A logaritmikus működés megértését a 4. ábra segíti. Tegyük fel, hogy a rezgés kezdeti amplitúdója U_1 , amely pl. zajfeszültség lehet. Ha a vevőnket adóra hangoljuk, akkor a hasznos jel U_2 amplitúdója lesz a kezdeti érték. A berezgés ez utóbbi esetben gyorsan lezajlik, a maximális amplitúdó korábban áll elő, mintha csak az U_1 lenne a bemeneten. A berezgési és lecsengési periódust tehát hasznos jel nélküli esetben U_1ABC , míg jelfeszültség esetén U_2DBC görbe ábrázolja. A logaritmikus módozatnál a negatív vezetést biztosító félperiódus elegendő hosszú ahhoz, hogy a berezgés folyamán az oszcilláló feszültség a teljes berezgött értéket elérje. Ezért az egyes impulzusok amplitúdója mind azonos, függetlenül attól, hogy a jel nagysága mekkora volt az első pillanatban. Viszont a jel nagyságától a felhíntázás sebessége függ: erős jelnél hamarabb, gyenge jelnél később éri el a rezgés a végső amplitúdót. Így tehát az egyes impulzusok görbe alatti területe lesz jellemző a jel erősségére.

A szuperregeneratív fokozat hangfrekvenciás kimenőfeszültsége a 4. ábra szerinti vonalkázott U_1ADU_2 felület-



4. ábra

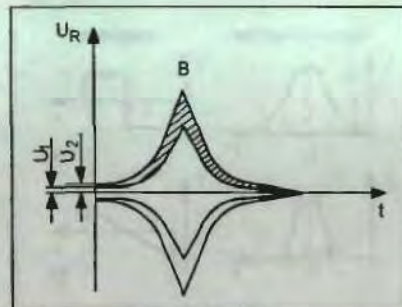
tel arányos. Bizonyítható, hogy a kimenőjel ilyen módon a bemenőjel logaritmusával lesz arányos. Ez a tulajdonsága igazából egyfajta érzékenység-szabályozásnak is megfelel, és további előnye, hogy csak rövid ideig tartó erős zajamplitúdók iránti érzékenység marad meg. Súlyos hibája viszont a demodulációs torzítás (ld. később).

A lineáris módozatnál az oszcilláció teljes kialakulására rendelkezésre álló idő rövid, ezért a maximális amplitúdóig történő berezgést nem teszi lehetővé. A lecsengés így az amplitúdó-csúcsérték kialakulása előtt megindul (5. ábra). Ilyenkor az elért legnagyobb amplitúdó pontosan arányos az első pillanatban jelentkező adójel v. zajjel amplitúdójának értékével. Az ábrán látható kétféle egyenáramú impulzus területe itt is különböző, azonban igazolható, hogy a jelfeszültség és a HF-kimenőfeszültség közötti összefüggés csaknem lineáris.

2.3. A szaggatójel frekvenciája és alakjának befolyása a rezonancia-görbére

A túlszatolt vevőkészülékünk működése nagymértékben függ a kioltási frekvenciától, mert az nem lehet akármilyen értékű. Megválasztásának elsődleges szempontja, hogy nem eshet a hallhatósági tartományba és legalább kétszerese legyen a a vevőt moduláló legmagasabb frekvenciának. A szupreg vevő, mint már tudjuk, nem erősíti állandóan a vett jelet. A vevő csak olyan jelekre reagál, amelyek azon időpillanatban jelentkeznek, amikor a rezgések megindulnak. A HF-torzítás elkerülése miatt szükséges, hogy még a legnagyobb moduláló frekvenciák egy periódusára is legalább 4-5 „felhíntázás” és „lecsengés” jusson. Ez a minimális arány azért szükséges, hogy a fokozat kimenetén a lengető jelet és a HF-jelet szét lehessen választani. Az antennához csatolt rezgőkör jósági adatai és a vett jel frekvenciája azok az adatok, amelyek a szaggatójel (quench signal) frekvenciájának megválasztásánál ezek után irányadók.

Mekkora lehetnek a szaggatófrekvenciák? Már az előbbieken tárgyaltuk, hogy az oszcillációcsúcsok arányban vannak a gerjesztő (jel-) feszültség változó modulációs értékével. Azonban ha a lengető periódus alatt a rezgések nem tudnak a jelfeszültség alá csillapodni, akár azért, mert kevés az idő (azaz túl nagy a szaggatófrekvencia),

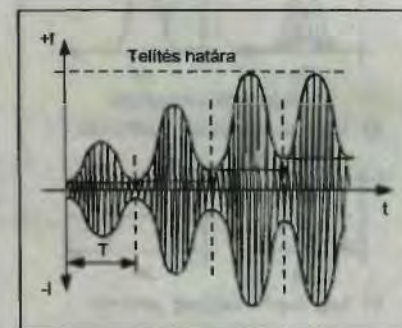


5. ábra

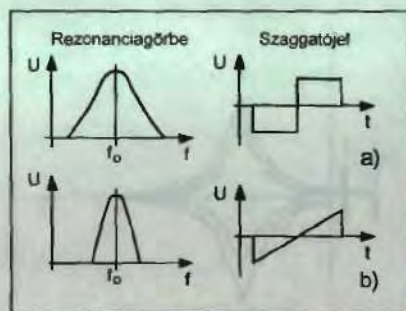
akár azért, mert túl nagy a rezgőkör jó-sága, s a rezgések lassan csillapodnak, akkor a következő feltornázás nem a moduláció burkológörbéjének megfelelő pontjáról indul, hanem annál magasabb értékről. Ez a folyamat ismétlődik, de mindig egy feljebb levő értékről kiindulva, míg végül a rendszer telítésbe kerül és az eredmény állandósult oszcilláció lesz, méghozzá a szaggatófrekvenciával modulálva (6. ábra). Ekkor már a modulációs burkológörbét sehol nem találjuk. Olyan szaggatósi frekvenciát kell tehát választanunk, hogy a rezgések le tudjanak csillapítani a zajfeszültség alá, ami végül is a jel-frekvenciától is függ.

A szupreg vevő rendes működéséhez a fentiek szerint szükséges, hogy a rezgések erősödése a kioltófrekvencia minden periódusában elérje az aktív eszköz jelleggörbéje által meghatározott maximumot (telítést). Ez akkor jön csak létre, ha a szaggatófrekvencia minden periódusára legalább 10-15 nagyfrekvenciás rezgésperiódus esik. Ezzel magyarázható, hogy a szuperregeneratív vevők legjobb hatásfokkal az URH-tartományban és kissé kényszeredetten a RH-tartományban üzemelnek.

A 4. és az 5. ábrán látható impulzusalakok akkor jönnek létre, ha szaggatójelként négyszögjeleket használunk.



6. ábra



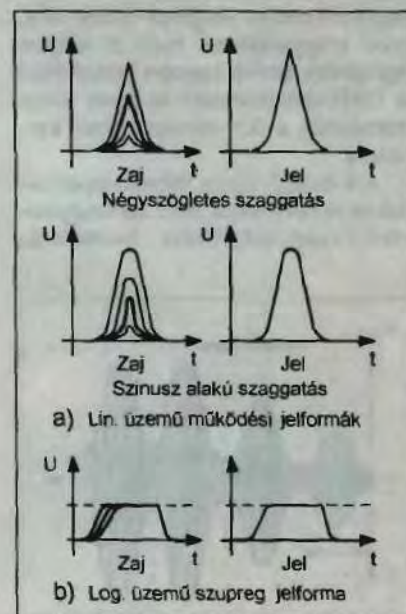
7. ábra

Amennyiben fűrés- vagy szinuszjelet alkalmazunk, akkor a berezgést és lecsengést ábrázoló görbe alakja és vele együtt a kétféle áramimpulzus (zaj + hasznos jel) területe közti különbség is megváltozik. Ez végeredményben a vevő érzékenységet is befolyásolja. Jelentősebb azonban a vevő szelektivitás-görbéjének megváltozása. A 7. ábrán néhány jellegzetes kioltójel-alakot és a rezonanciagörbére gyakorolt befolyásukat láthatjuk. Ez utóbbi jelentősen meghatározza a demoduláció hatásosságát (ld. később).

2.4. A demoduláció és a vevőtulajdonságok

2.4.1. A demoduláció

Ha a túlsatolt kört pontosan a venni kívánt adóra hangoljuk, akkor minden további nélkül alkalmas AM-jelek demodulálására. Tudniillik, minél na-

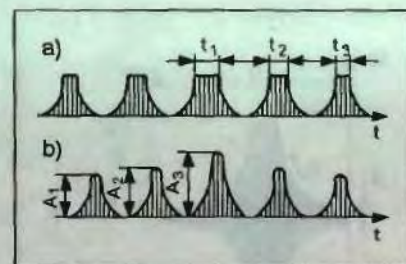


8. ábra

gyobb az impulzust ábrázoló görbe alatti terület (3. és 4. ábra), annál nagyobb az erősítőeszköz munkaárama. Így végeredményben az AM-jel modulációtól függő feszültség ingadozása HF-feszültséget hoz létre a fokozat munkacellenállásán. De nézzük a kérdést egy kicsit részletesebben! A rezgőkörön fellépő feszültség burkológörbéjét a bejövő jel által modulált impulzusok képezik, amelyeknek alakjait lineáris ill. logaritmikus módosú működés esetén a 8. ábrán láthatjuk. A 8.a ábra először a lineáris módosú négyszögletes szaggatás demodulálás utáni eredményét mutatja, majd ugyanazt szinuszos szaggatással. Ha a bemeneten volt hasznos jel, akkor a keletkező impulzusok nagyok és arányosak a bejövő jellel. Ha a rezgés csak a zajfeszültségtől indul meg, akkor annak pillanatnyi értékétől függően alakul ki kisebb vagy nagyobb impulzusalak, amelynek effektív középértékét a vastagon kihúzott vonallal ábrázoltuk. A b részletrajzon ugyanezt mutatjuk be logaritmikus módosú működésre. Mindkét esetben az impulzusok ismétlődési frekvenciája a szaggató-frekvenciával egyenlő. Ezt láthatjuk a 9. ábrán.

Ha leválasztjuk a kimenőáramban (anódáramban, kollektoráramban) jelenlevő RF-komponenseket, akkor az így megmaradó HF-tartalom tovább erősíthető. A feltűnő különbség a két mód között az, hogy logaritmikus vételnél (a) az egyenáramú impulzusok szélességben, lineáris vételnél (b) pedig amplitúdóban változnak a bejövő jel erősségének függvényében. A 7. ábrán láttuk, hogyha a szaggatórezgés négyszögletes, akkor az harang alakú rezonanciagörbét eredményez. Ez jól megfelelhet AM-adások vételére, de csak erre. Ismételten megjegyezzük, hogy logaritmikus üzemből a HF-kimenőfeszültség és a vett jel modulációs foka közötti kapcsolat kb. 50%-os modulációs mélységig közel lineáris, nagyobb mélységű modulációnál azonban nagy torzítás lép fel. Ha az eddigi megállapításainkat egy mondattal összefoglaljuk, akkor megállapíthatjuk, hogy van egy alkalmazás, amelynek vételére „teremtették” a szupreg vevőt. Ez a légitforgalmi sáv (108...137 MHz), amely URH sávú, de amplitúdómodulációjú és fónia üzemből.

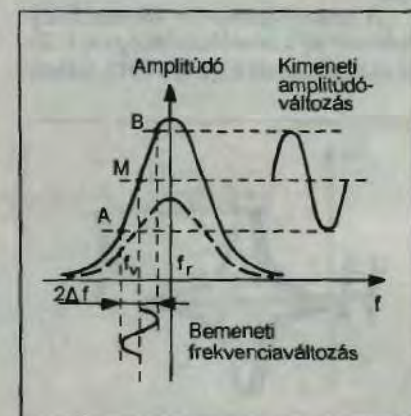
Ugyanez a készülék azonban FM-jelek vételére is alkalmas. A demodulálás ebben az esetben a rezgőkör félrehangolása útján történhet (azaz nem pontosan az állomásra hango-



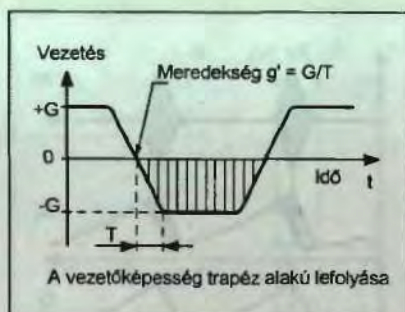
9. ábra

lunk). Az elhangolás következtében a vett jel közepes frekvenciája a rezgőkör rezonanciagörbéjének valamelyik meredek oldalán van (10. ábra).

Íme a kulcsszó, a meredekség! A négyszögjellel szaggatott fokozat rezonanciagörbéje (7.a ábra) túlságosan lapos (haranggörbe) a modulációváltás hatásfoka rendkívül kicsi. A fűrés- (háromszög-) illetve szinuszjelű szaggatás esetén már kedvezőbb a görbe meredeksége. Könnyen kimutatható, hogy félrehangolt rezgőkör esetén a legérzékenyebb beállítás és a viszonylag legkisebb torzítás akkor érhető el, ha az elhangolás olyan, hogy a vivőfrekvencia a rezonanciagörbe oldalfalának inflexiós pontjára esik. A frekvenciamodulációnak megfelelő frekvenciaváltozáskor a rezgőkör rezonanciagörbéjének meredek szakasza mentén a munkapont és ennek megfelelően a rezgőkör feszültségének amplitúdója is változik. Így módon a frekvenciamodulációból amplitúdómodulációt nyerünk. A 10. ábrából is jól látszik, hogy megfelelő nagyságú amplitúdóváltozást csak kellően meredek rezonanciagörbe ad, amit csak nagyjóságú rezgőkör produkál. Ugyanakkor a túlságosan meredek görbe pl. a ± 75 kHz-es löketet már nem tudja jelentős torzítás nélkül feldolgozni. Ekkor egy ún. vegyes alakú szagga-



10. ábra



11. ábra

tőjelle lenne szükség, bár a HIFI minőség biztosítása akkor sem lenne e készüléktípus sajátja...

2.4.2. Vevőtulajdonságok

A szuperregeneratív vevőtípusnál a működési elvéből adódóan számos előnyös és kedvezőtlen tulajdonságával egyaránt kell számolnunk. Nézzük először az előnyeiket!

A működésének részletezésénél láttuk, hogy a túlsatolt kört a szaggatójel periodikusan zárja és nyitja. Ennek az is a következménye, hogy az ilyen vevő a zavarokat csak az időintervallum egyes pillanataiban vesz, ezért *zavarhatás kevésbé* van, mint más típusú vevőknél.

A logaritmusos módú vevőkre jellemző az *automatikus hangerőszabályozás*, ami annak köszönhető, hogy a kimenőfeszültség logaritmusosan függ a bemenőfeszültségtől.

A szupreg vevő *érzékenysége*ről már az előző fejezetekben tettünk említést. Elvéből adódóan igen érzékeny: könnyen elérhető az antennából jövő jelnek 10^5 -szeres (100 dB) összerősítése! Ezzel a vevő sokszor eredményesebben használható még a szuperrendszerű (frekvenciaváltós) készüléknél is! Azt is kell tudnunk, hogy logaritmusos üzemből a szaggatófrekvencia növelése bizonyos határig növeli ugyan az érzékenységet, de ugyanakkor rontja a szelektivitást. Ha túl nagy a lengetőfrekvencia, akkor a hangoltkör nem éri el a nyitási fázisban a maximális feszültséget, ill. nem cseng le egészen. Ennek következtében a 4. ábra szerinti felületkülönbség kisebb, mint a helyesen megválasztott szaggatási frekvencia esetében lett volna. Az eredmény: a vevő nem éri el az ideális (vagy inkább megvalósítható) érzékenységet. A lineáris módban dolgozó szupreg érzékenysége növekszik a szaggatófeszültség növelésével, de az aktív eszközt ne-

hogy teljesen kivezéljük! Növekszik az érzékenység a szaggatási frekvencia csökkenésével is. Ugyanez növeli a szelektivitást, azaz csökkenti a sávszélességet.

Mindezen előnyök ellenére számos olyan hátrányáról is szólnunk kell, ami az ilyen vevők használhatóságát korlátozhatja.

Az egyik kedvezőtlen tulajdonsága a *nagy sávszélesség*. Mindkét módozatban dolgozó kapcsolásnál meghatározó a vevőkészülék sávszélessége. A matematikai vénájú olvasók kedvéért a 11. ábra értelmezéséből megadjuk az 1 N (néper) = 8,7 dB erősítőcsökkenéshez tartozó sávszélesség értéket

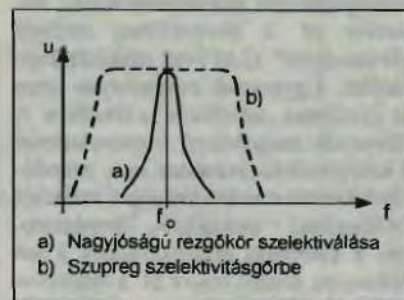
$$B = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{g'}{C}},$$

ahol g' = a vezetés változásának értéke a pozitívól negatívba történő átváltás ideje alatt (ld. az 1. fejezetet),
 C = a rezgőkör kapacitása.

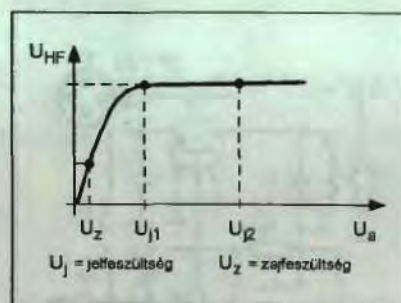
További részletes matematikai analízis olvasható a [2]-ben.

Bármely szokásos értéket behelyettesítve láthatjuk, hogy a vételi sáv igen széles. A szelektivitásgörbe harang alakú, meglehetősen széles felső résszel, és meredek eséssel (12. ábra). Mit jelent ez? Azt, hogy a szupreg vevő szélessávú erősítő, amely a sávba eső minden állomást vesz. Ugyanakkor a sávon kívül eső állomások csillapítása kielégítő. A sávszélesség a szaggatófrekvenciától és a rezgőkör csillapításától függ.

Az előzőekből könnyen belátható, hogy legrosszabb a helyzet a négyszög alakú szaggatásnál, sokkal jobb szinuszos jelnél, míg a legkedvezőbb az olyan fűrész alakú szaggatójel, ahol a vezetés lassan változik pozitívól negatív értékre, majd gyorsan az ellenke-



12. ábra



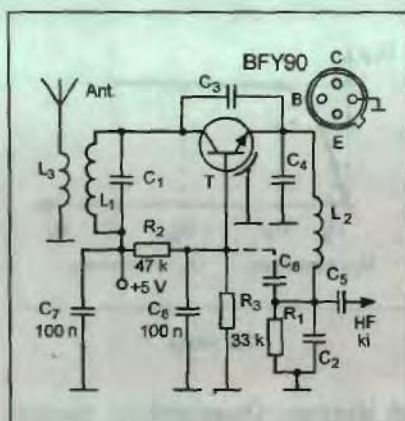
13. ábra

ző irányban. Összegzésként elmondhatjuk, hogy a széles vételi sáv miatt a szupreg vevő csak az URH-sávban, általában 30 MHz felett használatos. A szokásos szaggatási frekvencia 20...250 kHz között van, aminek megválasztási szempontjairól részletesen szoltunk.

Megjegyezzük, hogy a széles vételi sáv (a gyenge kiválasztó képesség) olykor előny is lehet. Lehetővé teszi pl. az ingadozó frekvenciájú (szabadon futó alaposzcillátoros) adók stabil vételét.

A szupreg vevők jellegzetes zaja talán a legfeltűnőbb hátránya a felhasználó szempontjából. A jelenséget „szupreg suhogás”-nak hívjuk, amely akkor jelentkezik, amikor nincs vevő a bemeneten. Mint láttuk, ha a lengőviasszacsatolásos fokozat bemenetén nincsen jelfeszültség, akkor a rezgőkörre csak a spontán feszültség-ingadozások (zajfeszültség és egyéb hatások) kerülnek. Ezek az igen kicsi jelek apró löketekben felhíntázkodnak és a kimeneten jól hallható sustorgást hoznak létre. A 13. ábrán a HF-kimenőfeszültséget ábrázoltuk az U_A antennafeszültség függvényében egy adott üzemi viszony esetére. A vevőt úgy állítjuk be, hogy az U_Z zajfeszültség a görbe telítési szakasza alatt maradjon. Ha a vevő bemenetét olyan hasznos jel éri, amely U_{J2} -nél nagyobb, a spontán feszültségváltozások, amelyek a jelle szuperponálódnak a hangfrekvenciás görbe telítési jellegre következtében nem tudják a HF-feszültséget megváltoztatni. A jel a sustorgást gyakorlatilag teljesen elnyomja. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a mai HIFI-hez szokott fülünk azt tapasztalja, hogy azért vétel közben is nagyobb a kísérezaj, mint más rádiókészülékeknél. Általában elmondható, hogy a zajszint emelkedését az RF-sávszélesség/szaggatási frekvencia viszonyából meghatározott szorzószám adja.

Visszatérve a 13. ábrához: a telítési szakasz legfeljebb csak olyan kis jel-



14. ábra

amplitúdóig „tolható el” hogy a jelfeszültség az U_2 értéket még éppen túlhaladja. Bizonyos megfontolások után elmondhatjuk, hogy a szupreg vevők félvezetős kialakításnál lefelé kb. $1 \mu V$ bemenőfeszültségig használhatók. (Ugyanez az érték csöves változatnál $10 \mu V$ volt.)

A szupreg vevők legkárosabb tulajdonsága a zavaró sugárzása. A lengőviisszacsatolások fokozat önmagában a periodikus viisszacsatolás következtében kis adóként működik és az antennán keresztül erősen sugároz, lehetlenné téve a szomszédos vevők működését (ez akár 100 m-es zavarótávolságot is jelenthet)! Ezzel párosul az antenna erős elhangoló hatása a vele csatlakozásban levő rezgőkörre. Itt gondolunk pl. az antenna járműre szerelt használatára, s az abból fakadó változó terepi körülményekre. A kisugárzás zavaró hatása sokkal kellemetlenebb, mint a közönséges viisszacsatolt audioné. A begerjedt audion ugyanis csak egyetlen frekvencián rezeg, így viszonylag keskeny sávot zavar. A szupreg vevő az impulzus jellegű szaggatás miatt igen sok oldalfrekvenciával bíró jelcsomagot sugároz (ld. majd a 27.c ábrát).

Ezt a hátrányt úgy küszöbölhetjük ki, hogy a vevő (azaz az Armstrong-detektor) és az antenna közé legalább egy közbenső fokozatot iktatunk be. Ez lehet RF-erősítő, de lehet keverőfokozat is. Ez utóbbi esetben a szupreg fokozat a középfrekvencián dolgozik. Az ún. előfokozattal szemben támasztott legfőbb követelmény, hogy megakadályozza az antennán keresztül a kisugárzást, és hogy minél kisebb zaja legyen; az erősítése nem olyan lényeges.

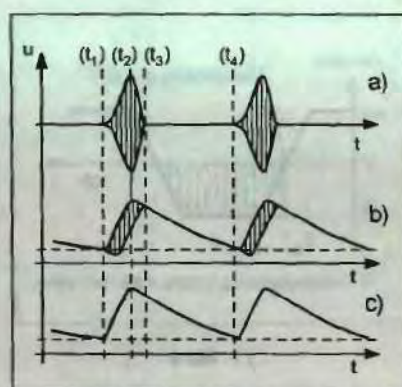
Az elvi működést ismertető fejezetünk végén átvezetjük az olvasót a gyakorlati kérdések megismerésének té-

makörébe. Megállapíthatjuk, hogy az oly sokat említett szaggató frekvencia vagy külső generátor segítségével áll elő, vagy a túlcsatolt fokozat segédrezgéseként önmaga állítja elő. Ez utóbbit hívjuk önszagató (önkioltó) szuperregeneratív kapcsolásnak. Hogy ezt egyes aktív eszközökkel hogyan érjük el adott kapcsolásban, példákon keresztül mutatjuk be. Amatőr- és ipari gyakorlatban egyaránt az önszagató kapcsolások terjedtek el. Fontos azonban tudnunk, hogy önkioltó kapcsolástechnikával csak logaritmikus módban dolgozó detektor hozható létre.

Logaritmikus módú működést elérhetünk külső generátorral is, míg lineáris működés biztosítása csak az utóbbival lehetséges. Az önszagató fokozatnak jellemző tulajdonsága, hogy a szaggatás frekvenciája a beérkező jel erősségével változik. Erős jelnél – mint láttuk – hamarabb éri el a felhíntáztott feszültség a végső értéket, s hamarabb kezdődik a lecsengés, amelynek időtartama csakis a rezgőkörtől függ, és bármekkora jelnél változatlan értékű. Tehát hamarabb kezdődhet az újabb bevezetési periódus. Így erősebb jelnél nagyobb, gyenge jelnél kisebb a szaggatás frekvenciája. A lecsengésre megismert szabály természetesen változatlan: a rendelkezésre álló idő alatt a körön a feszültség a zajfeszültség alá csökkenjen.

3. Gyakorlati kapcsolások

Ebben a fejezetben szerettük volna minél több alkalmazási példát bemutatni, de a kötetnyi kapcsolásoknak a terjedelmi korlát igencsak gátat szab, másfelől azok többsége néhány alaptípusra visszavezethető. Ezen megfontolásból (sajnos) kihagytuk az elektroncsöves megoldások bemutatását, pedig elképzelhető a – HIFI-megoldásokhoz hasonlóan – a nosztalgiát kedvelők szépen világító egycsöves, IC-végfokos rádiója. Az érdeklődők a szerzőknél hozzájuthatnak dokumentációhoz, beleértve pl. a bevezetőben említett „Fremodyne” 12AT7-tel működő kapcsolást. Ugyancsak eredményes lehet az internetes „szörfözés” a témában. A félvezetős megoldások viszonylatában 4 kategóriában mutatunk be – szándékunk szerint minden lényeges variációt felvonultató – példát. Természetesen a kategória megalkotásunk kissé önkényes, hiszen mikor pl. a műsorvevőről írunk, ugyanaz az áramkör könnyedén átalakítható pl. légiforgalmi

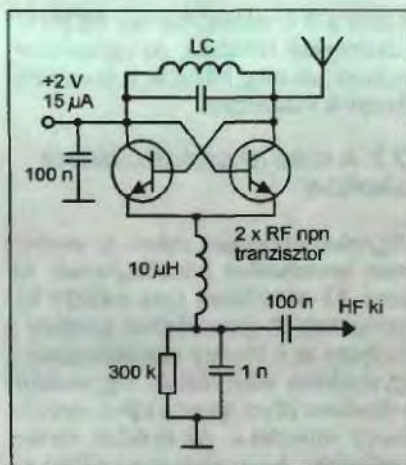


15. ábra

sávra és fordítva. Az elemzéseknél azt a megoldást választjuk, hogy az alaptípust részletesen leírjuk egyszer, s az egyes kapcsolásoknál már csak fokozatokról, jellemzőkről szólnunk. A hangsúly akkor már a beállításon, használaton lesz.

3.1. Az önszagató alaptípus

Tekintsük a 14. ábra kapcsolási rajzát, amely egy tipikus vevőelrendezés! Ez nem több, mint néhány járulékos elemmel (L_2 , L_3 , R_1 , C_2) kiegészített egyszerű oszcillátorkapcsolás. A bázis előfeszültségét R_2 , R_3 ellenállás állítja be, a megadott értékekkel 2 V-ra. A bázis a C_6 hidegítő kondenzátor miatt váltakozóáramúlag földelt. (A C_8 -at most figyelmen kívül hagyjuk.) A működési folyamat t_1 időpillanatban kezdődik, amikor a kollektoron az oszcilláció megindul (15. ábra) és időben exponenciálisan növekszik. Az oszcillációhoz szükséges viisszacsatolást a C_3 és a C_4 kondenzátor, mint feszültségosztó biztosítja. A bázis-emitter határoló hatásának is köszönhetően az emitter DC átlagfeszültsége időben növekszik és így ott egy összetett jelalakot eredményez. (15.b ábra) A tranzisztor csak rövid ideig vezet. (A vízszintes szaggatott vonal azt a küszöbfeszültséget mutatja, aminél a tranzisztor vezetésbe kerül, ami kb. $1,4 V$). Ekkor a tranzisztor energiát táplál be az LC-körbe. Az önrezgés nem tart a végtelenségig: egy bizonyos pontnál (t_2) a rezgések negatív tartományában a kollektor feszültsége a bázis feszültsége alá csökken és a tranzisztor inverz üzemmódú működésre kényszerül. Normál oszcillátornál ez oda vezetne, hogy az emitterbe csatolt jel amplitúdója csökken, aminek következtében kisebb kollektoráram folyik és végeredményben az egész



16. ábra

rendszer egy állandó amplitúdójú oszcillációba állna be. (Idáig a Colpitts oszcillátor működését írtuk le...)

Lényegesen megváltoztatja az itt leírt folyamatot azonban L_2 , R_1 , C_2 komplexum áramkörbe helyezése. Mivel az RF-jelet a kollektorból az emitterbe vezetjük, az azon levő DC átlagfeszültség szintje lassan növekszik. A vezetési szakaszban (t_1 – t_2) a tranzisztor „C” osztályban működik és tölti C_2 -t. Az oszcilláció megszűntekor – azaz amikor a tranzisztor kikapcsol – a bázis-emitter átmenet lezár. Ekkor kezdődik a leállási periódus. A megemelkedett emitterfeszültség (kb. 3 V) gondoskodik arról, hogy a helyzet így is maradjon, míg az R_1C_2 által megszabott időtartam le nem telik (azaz a C_2 kisül). Ez a szakasz az időtengelyen t_2 ... t_4 között van. Jegyezzük meg, hogy amikor a tranzisztor kikapcsol, az LC-körbe akkumulálódott rezgések „lebomlása” is megkezdődik. (15. ábra t_2 ... t_3 szakasza). Ez az idő sokkal rövidebb (és ez a helyes működés feltétele), mint a tranzisztor relaxációs periódusa, biztosítván az LC-kör teljes „kiszülését”.

Az újabb esemény akkor kezdődik, amikor a tranzisztor újra el kezd vezetni (15. ábra t_4 -es pont). A t_1 és t_4 közötti időkülönbség – mint azt az önszagató elvnel leírtuk attól függően fog változni, hogy milyen a bemeneti jel szintje. Ezt jól megfigyelhetjük, ha R_1 -re oszcilloszkópot csatlakoztatunk. Megjegyezzük, hogy a 15.c jelalak a 15.b ábra – az R_1 , C_2 , L_2 közös pontjánál mérhető – „szűrt” változata.

S ha már Gyakorlati kapcsolások a fejezet címe, akkor néhány szó az alkatrészekről. A bázis munkapontbe-

állító elemei és a hidegítő-kondenzátor a fix munkapontot biztosítják (amelynek szintje 1,5...3 V között lehet). A bázisfeszültség változtatásával a lengési arányt szabályozhatjuk (pl. az R_2 -t és az R_3 -at egy 100 kΩ-os potenciométerrel helyettesíthetjük). Mint említettük, a C_3 , C_4 feszültségosztót alkotnak, kapacitásuk többé-kevésbé hasonló, mintha egy azonos frekvenciájú oszcillátort készítenénk, de a hurokerősítést a lehetőségekhez képest egységnyihez közelítő értéken tartjuk! C_3 értéke lehetőleg kicsi legyen; tipikusan 2...10 pF a 30...200 MHz-es működési frekvenciatartományban. Ugyanezen okból C_4 viszont lehetőleg nagy értékű legyen; egységesen 30...50 pF. Az R_1 ellenállás C_2 -vel a lengési (szaggatási) periódusidőt határozzuk meg, amely kb. $t = 0,5 R_1C_2$ összefüggés szerint alakul. Ugyanez az ellenállás határozza meg a tranzisztor nyugalmi áramát, amelyet így nagy értékűre célszerű megválasztani. Alacsony feszültségű működésnél 20...100 kΩ (vagy még több) a szokásos. A C_2 tipikus kapacitása 30 kHz-es szaggatófrekvenciánál 2...5 nF.

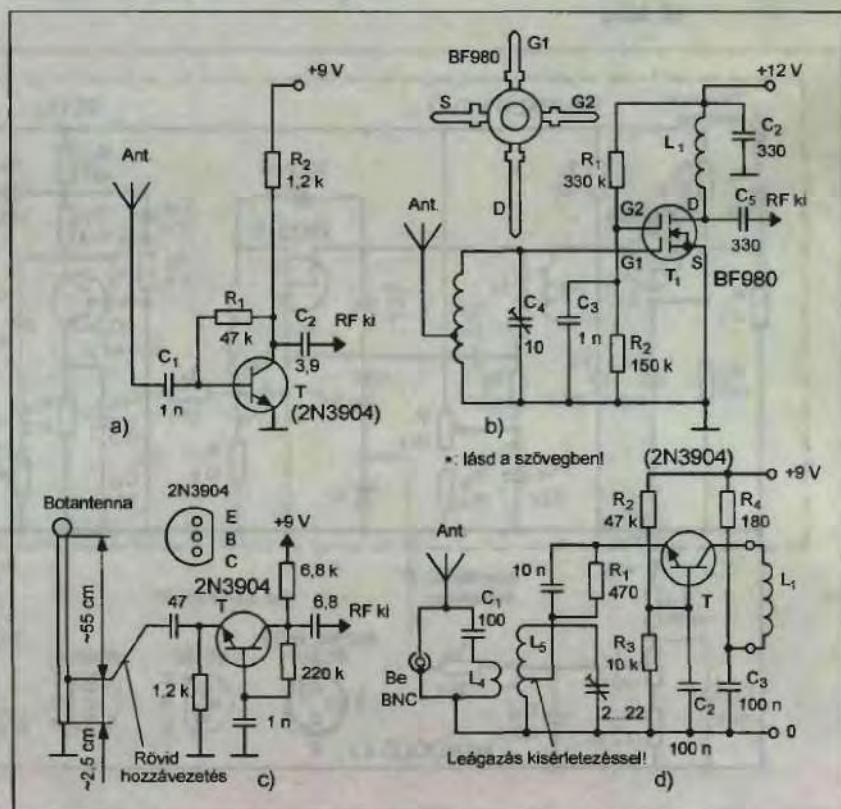
Az L_2 célja, hogy nagy impedenciát adjon az RF-jel számára, és kicsit a

quench frekvenciára. Túl nagy értéke esetén parazita rezgések alakulnak az R_1 -en, túlságosan kis értéke pedig a hurokerősítést csökkenti. Elfogadható értéktartománya: 4...50 µH.

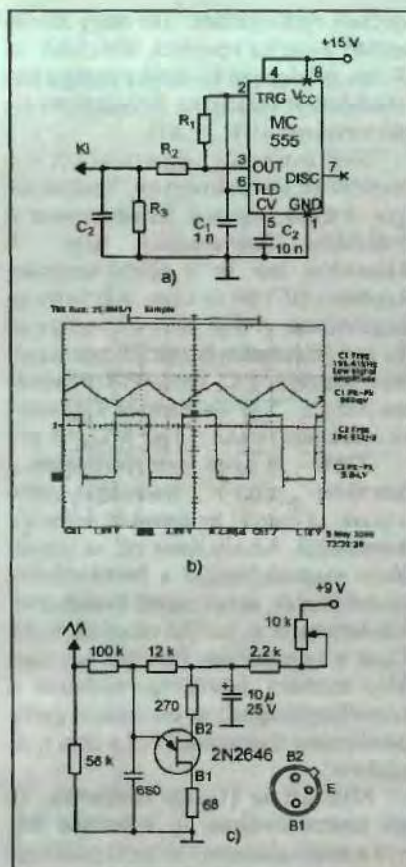
Nem említettük még a rezgőkör és a tranzisztor követelményeit. Viszonylagos értékük, típusuk természetesen a működési frekvenciától függ. A klasszikus (na és a HAM-bazárban kapható) BFY90-es típus 800 MHz-ig használható. A 433 MHz-es üzemre az L_1 egy félmenetes hurok 25 mm átmérőre készítve, a C_1 hangoló-kondenzátor pedig 3...5 pF-os trimmer. Ugyanerre a frekvenciára $C_3 = 1$ pF és $C_4 = 5$ pF.

Több – itt most nem részletezett – áramköri „trükköt” használtak-használnak, javítandó az áramkör teljesítményképességét. Az általános cél az oszcilláció megindulásakor a hurokerősítés szabályozása, annak minél kisebb értéken tartása. Nos, e céllal rajzoltuk be pl. C_8 -at a kapcsolásba. Feladata egy csekély mértékű feszültség-utánhúzás a bázisfeszültségnél, az oszcilláció gyors emelkedési szakaszánál (15. ábra t_1 – t_2 szakasz).

Mint azt az [1]-ben említettük, az elv hasznosításának új fejlesztési iránya a minél alacsonyabb tápfeszültségű



17. ábra



18. ábra

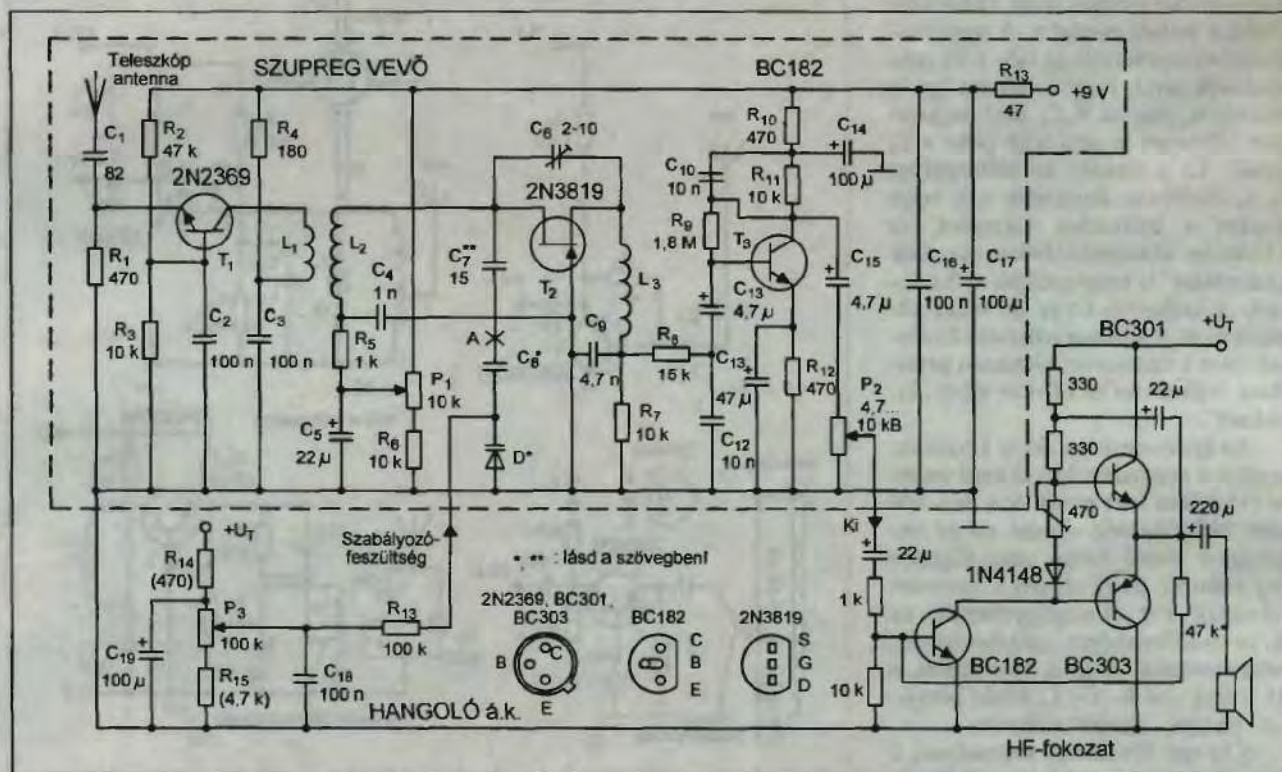
üzem, erősen redukált fogyasztás mellett. Ez irányzatból láthatunk egy egyszerű (és nem feltétlenül követendő) kéttranszistoros megoldást. (16. ábra). Az egymásnak „háttal fordított” tranzisztorok kollektoráról egymás bázisába közvetlenül történik a visszacsatolás, amely biztosítja a kis amplitúdójú, határolt kimenőjelet. Az eredmény pedig alacsony áramfelvétel és alacsony szintű kisugárzás. A kis egység tápfeszültsége +2 V, 15 μ A fogyasztás mellett. A szerzők nincsenek meggyőződve arról, hogy az alacsony kisugárzási érték ellenére nincs szükség a már többször említett előfokozatra; erre utaltunk a zárójeles megjegyzésünkkel.

Mielőtt néhány konkrét konstrukciót ismertetnénk, a 17. ábrán négy jellegzetes előfokozatot mutatunk be különböző félvezetőkkel, különböző kapcsolásokban. Közös jellemzőjük, hogy egymással gyakorlatilag csereszabatosak – persze azonos frekvenciatartomány mellett –, hiszen ebben az esetben, mint tudjuk, az elválasztás, és nem az erősítés a legfontosabb paraméter. Az a és c ábra bipoláris tranzisztoros megoldást mutat, két ismert alkapcsolásban. Ehhez sorolódik a d ábra is, de itt egy hangolt bemenőkörré mutatunk példát. A sok FET-es megoldás

közül a b részletrajzon egy MOSFET alkalmazást láthatunk. Az egyes konstrukcióknál még bővíjük a bemenőfokozatok választékát.

3.2. A külső lengőóscillátoros alaptípus

Egyetlen alaptípust ebben az esetben sem nevezhetünk kizárólagosnak, hiszen RF-oszcillátort igen sokféleképpen készíthetünk. A gyakorlatban azonban a Colpitts és a Hartley oszcillátorosak a gyakoribban előfordulók. Ugyanakkor változatos képet mutat a külső oszcillátorok választéka. Az elméleti résznél említettük, hogy viszonylag ritkán alkalmaznak négyszögjeles szaggatást számos, előnytelen tulajdonsága miatt. Négyszögjelet előállítani viszont igen könnyű, azért a megoldások egy részénél ez az alaposzcillátor, aminek a jelet közel háromszögjelle alakítjuk. Erre mutat példát a 18. a ábra. A nem a megszokott astabil beállításban dolgozó, kizárólag CMOS változatú 555-ös időzítő 50%-os kitöltési tényezőjű négyszögjelet szolgáltat ebben a kapcsolásban, amelyet RC-taggal formálunk. Az eredményt a 18. b ábra oszcillogramja mutatja. A szokásos beállításban az RC tag kisütéséről az IC 7. lába (Dis-



19. ábra



Csőves és tranzisztoros hangerősítők

JOHN LINSLEY HOOD

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. Megkíséréltem felderíteni mind az e területen még meglevő 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 felfrissülés.” – írja a szerző a sajátos hangvételen 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

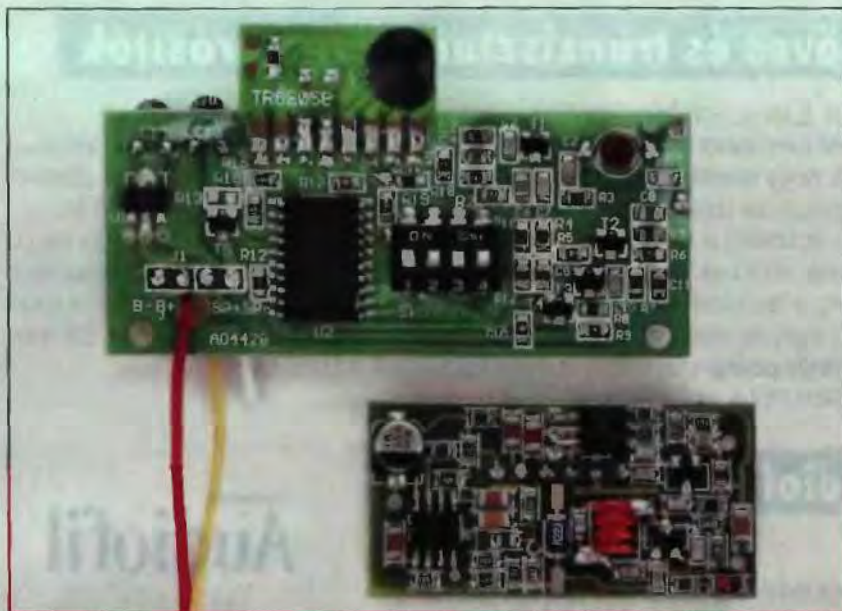
SZENTIDAY KLÁRA – MÉSZÁROS SÁNDOR

a tématerületen hiánypótló jellegű könyvében az optoelektronikai kijelzők – működési elvüket tekintve – mára rendkívül széles választékának bemutatására vállalkozik. „Könyvünk a kép- és információ-megjelenítők 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)





charge) gondoskodik, amelyet itt most nem használunk. Jelen esetben R_1 végzi a töltést és a kisütést.

Az esetek másik nagy csoportjában közvetlenül háromszögjelet állítunk elő. Ha ezzel szemben nem támasztunk nagy minőségi elvárásokat (a mi esetünk ilyen), akkor szintén egyszerűen megvalósítható (18.c ábra). Akárhogy is áll elő a szaggatójel, az mindig az alap RF-oszcillátor munkapontját változtatja. A hatását az egyes konstrukcióknál mutatjuk majd be.

3.3. Az „univerzális” szupreg vevő

Első kapcsolásunk azért kapta az „univerzális” jelzést, mert bár alapvetően URH műsorszórók vételére készült, könnyen átalakítható a használatos URH-sávokra (85...150 MHz-re). Megjegyezzük, hogy az átalakíthatóság a legtöbb ismert vagy itt ismertett kapcsolásra igaz. Az áramkör kapcsolási rajza a 19. ábrán látható. Az eredetiség – a témánk jellegéből adódóan – nem feltétlenül követelmény, hiszen majdnem minden kapcsolás a már bemutatott néhány alapváltozatra épül. Ez az áramkör is a kései 1970-es évek kapcsolástechnikáját tükrözi, még ma is használatos felvezetőkkel.

Az előfokozat a 17.c ábrához hasonló, közös bázisú beállításban üzemel. A tápági csatolásmentesítést az R_4 , C_3 tag végzi. A fokozat kimenete laza induktív csatolással (L_1) kapcsolódik a szupreg fokozathoz. Bemeneti ellenállása a szokásos 50 Ω , ami jól illeszkedik a külső antennához.

A T_2 -vel felépült szuperregeneratív detektor csak annyiban különbözik a bemutatottól, hogy jFET-es felépítésű. Első ránézésre talán nem ismerjük fel a Colpitts oszcillátort, de a kapacitív osztó alsó tagja a gate-source belső kapacitás, így C_6 -tal kiegészítve már egyértelmű a helyzet. Ez utóbbi egy trimmer, amely gondoskodik az oszcilláció megindulásának beállíthatóságáról. A lengetés beállítása a P_1 -gyel történik, a vele sorba kötött R_6 a kritikus (leszakadási) tartományt iktatja ki. C_5 a potencióméter „zajosságát” csökkenti.

Külön kell szólnunk a frekvenciahangolásról. Az A ponton az áramkört megszakítva és az A pont és a föld közé 5...25 pF-os forgókapacitort kötve biztosítható a megadott tekercsadatokkal a 80...108 MHz-es sávátfogás. A soros C_7 ezt az átfogást finomítja; kapacitása a használni kívánt sávától függ. Ezekkel az alkattelepekkel a hagyomá-

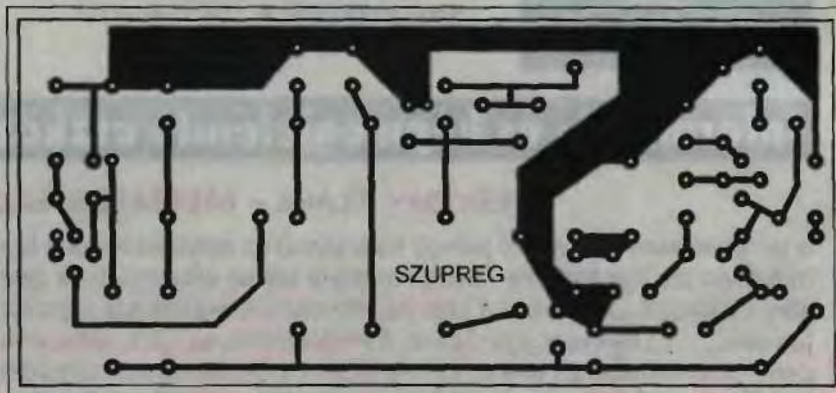
nyos hangolási mód hozható létre. A részletezett ábrán a varikapdiódás hangolásra mutatunk példát. A rajzon D^* és C^* típusa ill. értéke a beszerzési lehetőségek függvénye. A mintakészülékünkben felhasznált dióda típusa: BB141A, a C^* értéke 22 pF volt. (A szerkesztő megjegyzése: varikap helyett bátran kipróbálhatunk Z-diódákat is.)

A demodulált RF jel R_7 -en jön létre és R_8 vezeti tovább a HF-fokozatba. Az R_8 és a C_{12} a maradék RF-et és lengetőfrekvenciát szűri ki. Az egyfokozatú erősítő (T_3) csatolásmentesítéséről további járulékos elemek gondoskodnak (R_{10} ; C_{14} ; C_{16} ; C_{17}). Az ábrán egy egyszerű felépítésű HF-végfokozatot is látunk, amelynek tárgyalása nem feladata jelen közleményünknek. Más hasonló, akár IC-s megoldást is beépíthetünk helyette. Akármelyiket is választjuk, erősen javasolt a végfok külön U_T tápellátásáról gondoskodni.

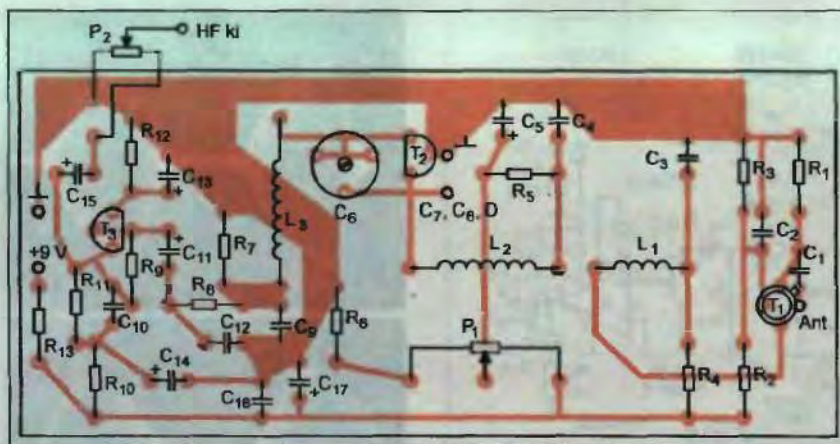
3.3.1. Elkészítés, beállítás

Általában kockázatos dolog ilyen „kevert” jelekkel működő áramkörhöz nem sorozatban készített (és persze nem bevált) nyáktervet mellékelni. Fenntartva előző megállapításunkat egy bevált, de sorozatban nem bizonyított megoldást láthatunk a 20. ábrán. (Megjegyezzük, hogy a közölt nyáklap csak a keretes részben ábrázolt áramköri elemeket tartalmazza!) Az ehhez tartozó alkatrész-beültetési rajzot a 21. ábra mutatja. Általános szabályként elmondhatjuk, hogy az alkatrészeket a lehető legrövidebb lábbal ültessük be!

A tekercsek gondos elkészítése szintén a sikerélmény biztos záloga lehet. Az FM-műsorszórásra készült változatnál $L_1 = 3$ menet; $L_2 = 5$ menet $\varnothing 1,2$ CuZZ huzalból. A tekercselési át-



20. ábra



21. ábra

mérő 10 mm (pl. egy csigafúró szára) legyen. Fontos még megemlítenünk, hogy ne közvetlenül a nyáklemezre forrasszuk a tekercsvégeket, hanem ún. forrasztótűskéket helyezünk először a furatokba, majd azokra a kész tekercseket. A tekercsszerelvények „összeállítási rajzát” a 22.a ábrán láthatjuk. Ugyanez az eljárás követendő a következő menetszámokkal az esetleges más sávvalasztás esetére.

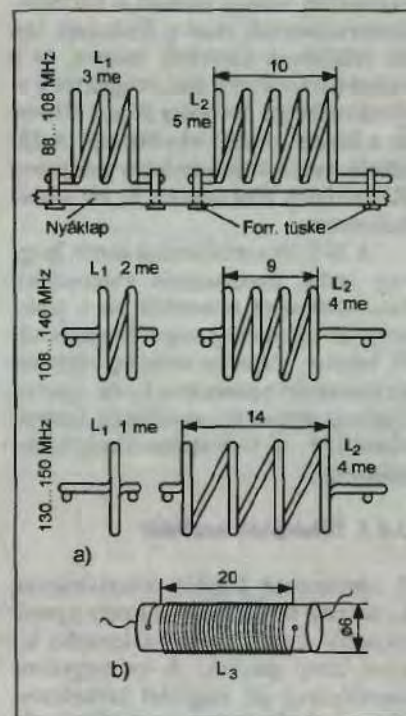
Tekercs adatok	
Légiforgalmi sáv (108...140 MHz)	$L_1 = 2$ menet $L_2 = 4$ menet $C_7 = 10$ pF
Amatőrsáv (kiterj.) 130...150 MHz)	$L_1 = 1$ menet $L_2 = 4$ menet $C_7 = 6...8$ pF

Az L_3 RF fojtó Ø6 mm-es műanyag csapra készüljön, ami lehet pl. egy lefűrésztelt potenciométer-tengely. A szükséges menetszám 40; Ø0,2 CuZZ. A részleteket a 22.b ábrán figyelhetjük meg.

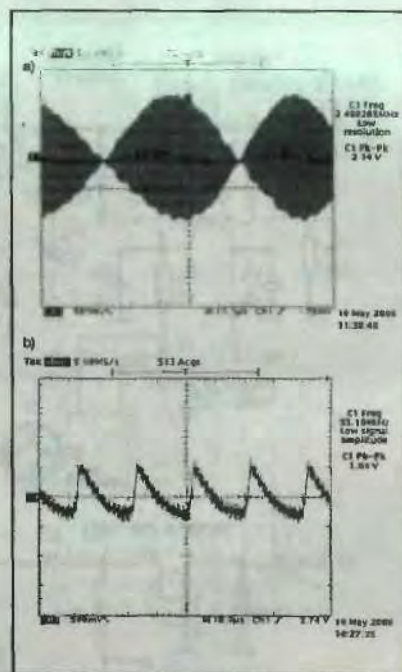
Az elkészült panel tápfeszültségre kapcsolva kb. 3 mA-t fogyaszt. Első lépésként C_6 trimmert nemfémes hangolószerkezettel hozzuk olyan helyzetbe, hogy az oszcilláció meginduljon! Ezt a jellegzetes „suhogó” hangról ismerhetjük fel. Ennek a hangnak a hangolóelem (rajzunkon a P_3) teljes állítási tartományában jelentkeznie kell. Ekkor már a helyi URH-adóknak antenna nélkül is meg kell szólalniuk. Emlékeztetőül: a félrehangolt elvű demodulálás miatt kiváló hangminőséget ne várjunk! A sávhatárok beállítását L_2 összenyomásával ill. széthúzásával finomíthatjuk. Tájékoztatóul Budapest terüle-

tén a „legelső” adó a Budapest rádió (88,1 MHz), a sáv vége pedig a Kossuth rádió (107,8 MHz). A megtalált adók hangminőségét P_1 -gyel állíthatjuk a legjobbra. Amennyiben valamilyen (pl. az ábránkon szereplő) végfokozatot használunk, annak térbeli elhelyezését kísérletileg állapítsuk meg, megakadályozandó az egységek összezerjedését!

Az egyéb szerelvényezési kérdések a szokásosak, amennyiben van némi rádióépítő gyakorlatunk. A műszerparkkal rendelkezőknek segítségül, az azt nélkülözőknek az elmélet igazolásául a 23. ábra a jellegzetes szupregjelet (a),



22. ábra



23. ábra

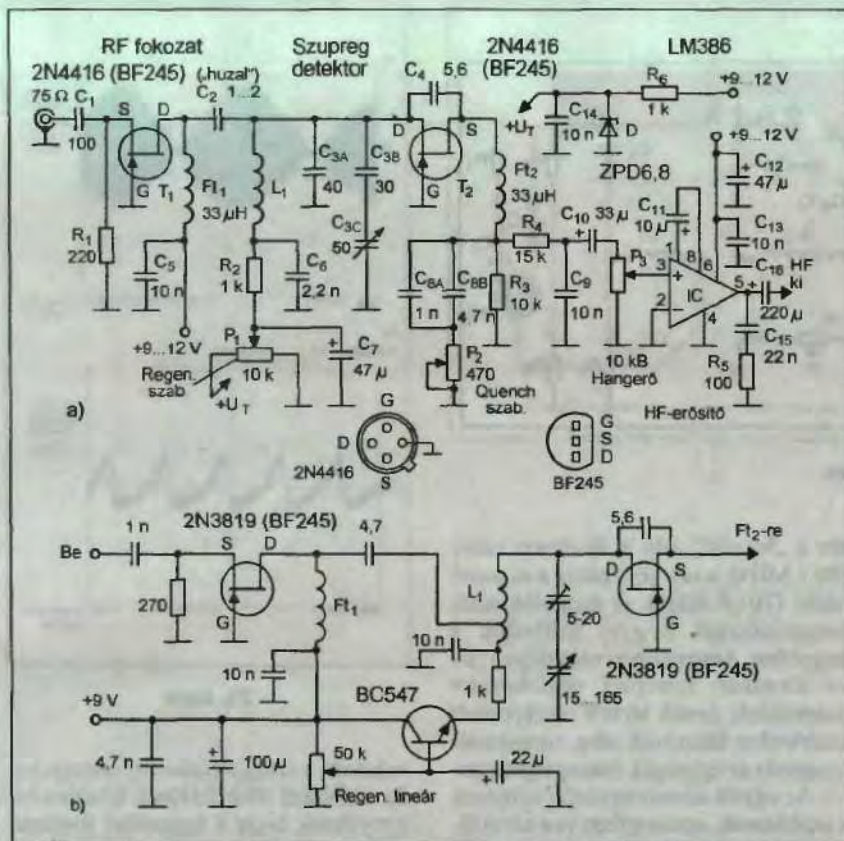
valamint a szaggatójelet (b) mutatja be. Ez utóbbiról több felvételt közölve bizonyítható, hogy a lengetőjel frekvenciája a bejövő jel nagyságának a függvénye.

Jelen kapcsolásban alkalmazott előfokozat egyáltalán nem, vagy csak kis mértékben erősít. Az erre igényt tartók alkalmazhatják a 17.d ábra ajánlatát. (Ez esetben L_4 és L_5 az L_1 és L_2 megismétlését jelenti.)

Végezetül ennél a típusnál elmondhatjuk – és a későbbiekben tárgyaltaknál csak hivatkozunk rá –, hogy hogyan használjuk a fülünket a helyes beállításhoz. Ha a szupreg fokozatban a visszacsatolás nem elég erős, akkor ugyan a fokozat begerjed, de a szuperregeneratív berezgés nem jön létre. Amit ilyenkor hallunk, fűtülés, ha a vevő hangolása közben átfutunk egy-egy állomáson, de a készülék nem sustorog. Ekkor a visszacsatolást kell növelni.

Túlságosan szoros visszacsatolás esetén pedig a vevő ugyancsak nem sustorog, de az adók sem „fűtülnek be” hangoláskor.

Csak nagy térerejű adók vehetők. Amennyiben készülékünket az előbbi két szélsőséges eset közé állítjuk be, akkor az erősen sustorog (jel nélkül) és veszi az adásokat. A vétel általában annál hangosabb, minél lazább a visszacsatolás, de mint láttuk, nem eshetünk át a ló másik oldalára!



24. ábra

3.4. Szupreg vevő 50 MHz-re

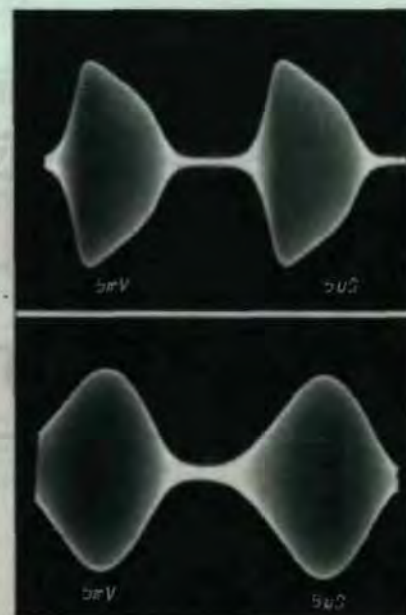
Ez a kis készülék nemcsak az amatőr-sávi tartománya miatt különbözik az előzőtől, hanem némi befolyással lehetünk a szaggatójel alakjára. Ezáltal lehetővé válik a keskenysávú (kislökötű) FM-vétel is. Érzékenysége kb. $1 \mu\text{V}$. Kapcsolási rajzát a [3] nyomán többször módosították, de lényegi tulajdonságai nem változtak. Tekintsük a 24. ábrát! Újdonságot a szupregben és a HF-fokozatban látunk. Az előfokozat jFET-es megoldású. Könnyen felismerhetjük az önszaggatáshoz szükséges három alkatrészt (Ft_2 ; C_8 ; R_3). A detektor működési feszültségét – és egyben a visszacsatolást – a P_1 segítségével változtathatjuk. A szabályozás hatással lesz mind a szelektivitásra, mind az érzékenységre. Mivel a detektor egy modulált oszcillátor, kétoldalsávú jelet produkál. A P_1 -gyel növelve a fokozatba vezetett feszültséget nő az érzékenység, de megnöveli az oldalsávokat is, így csökken a szelektivitás. Ezen a kedvezőtlen jelenségen tudunk kissé segíteni P_2 -vel. Ez tulajdonképpen egy C_8 -cal soros ellenállás, amely a szaggatójel alakját a normál fűrészfog alakból

közel szinuszra változtatja. Mivel a szinuszjel jóval „tisztább” jelforma (kevesebb, ideális esetben 0 harmonikus tartalommal, mint a fűrészfog), így az oldalsávok kisebbek lesznek, és a szelektivitás is jobb lesz, megtartva a jó érzékenységet. Ez pedig fontos feltétele a keskenysávú FM-vételnek. A 25. ábrán mutatott felvételek a szaggatott RF-burkolót ábrázolják a P_2 két szélső helyzetén.

A 24.b ábra módosítása annyi, hogy egy stabil tranzistoros visszacsatolás-szabályozót építettünk be a paszszív (és viszonylag nagy fogyasztású) P_1 helyére, valamint némileg változott az antennajel becsatolása L_1 -be. Ezzel a fogással stabilabb oszcillációt lehetett elérni az 5...6 V-os tápfeszültség-tartományban.

3.4.1. Elkészítés, beállítás

A konstrukció legfőbb követelménye L_1 tekercs távoltartása bármely vezető anyagtól. Emiatt pl. a nyáklemezes kivitel nem ajánljuk. A raszterpontos szerelőpanel jól megfelel kivitelezési alapnak. Az L_1 -gyet – az előző konstrukcióhoz hasonlóan – megemelt forrasztó-



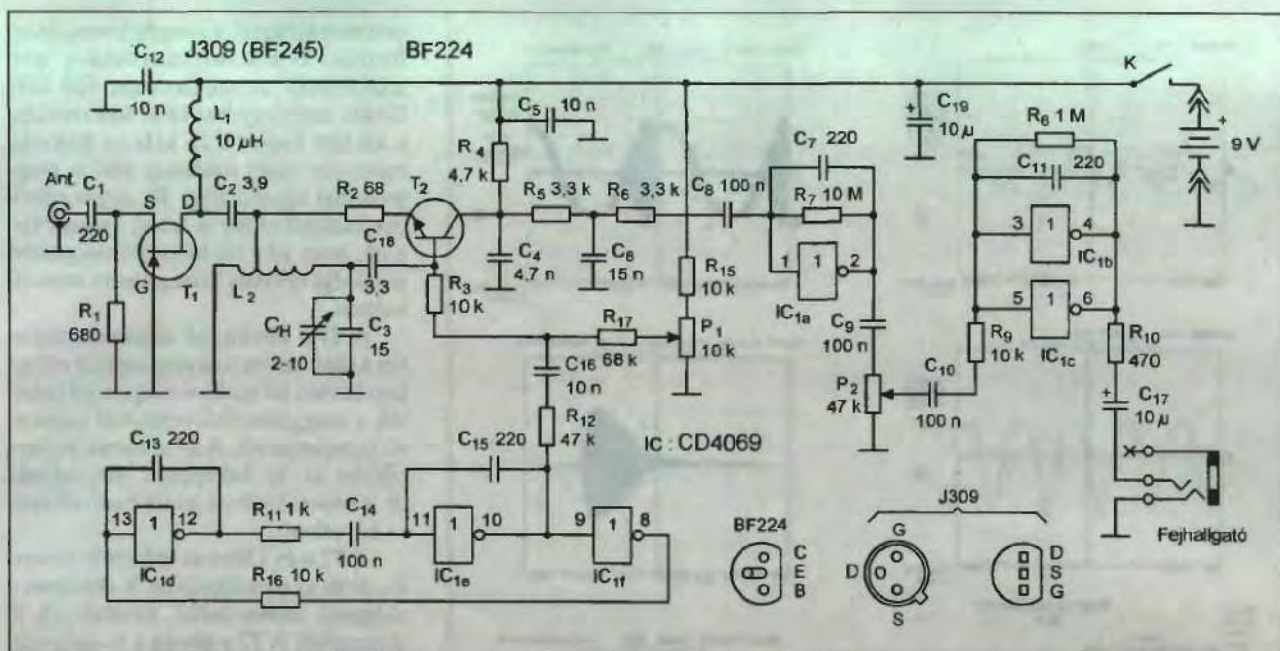
25. ábra

tűskékre rögzítsük! A 49...55 MHz-es sáv átfogásához az L_1 7 menetes legyen, $\varnothing 1,5 \text{ CuZZ}$ -ből készítve. Tekercselési hossz 20 mm, a tekercselési átmérő 6...6,5 mm.

Az Ft_1 és Ft_2 fojtó 22...33 μH -s; ilyen mikroinduktívitasok készen kaphatók. C_2 kapacitása igen kis érték, amit némileg autentikus módon huzaltrimmer-kivitelben magunk is elkészíthetünk. Két db, kb. 25 mm hosszú $\varnothing 8 \text{ mm}$ -es szigetelt huzal összecsavarásával előáll az 1–2 pF-os kapacitás. Természetesen helyére tehetünk „igazi” 1–2 pF-os kondenzátort is.

Ugyancsak problémás lehet a hangolókondenzátor (C_{3C}) szelvényezése. Tilos pl. közvetlenül a doboz előlapjára szerelni! A P_2 és a P_3 bekötésére árnyékoló kábelt célszerű használni. A P_2 lehetőleg 10 menetes helikális típus legyen! Egyetlen kritikus alkatrész az egész kapcsolásban az Ft_2 , amely a stabil oszcillációért felelős. A rajzon szereplő C_4 (5,6 pF) értékhez 33 μH bizonyult a legjobbnak, de a félvezetők szóródó paramétereire miatt kísérletezésre lehet szükség. (Ez utóbbi megállapításunk az összes bemutatandó konstrukcióra igaz.)

Készülékünk hangolási tartományát részben a C_{3A} és a C_{3B} változtatásával, részint a hangolótekercs (L_1) összenyomásával ill. széthúzásával állíthatjuk be. Mivel a keskenysávú FM-vétel működési mechanizmusa némileg eltér – pl. a külön kezelőszerv miatt – a szokásostól, így azt külön is



mertetjük. Kislökethő adó vételenél állítsuk P_2 -t középhelyzetbe, valamint P_1 -et (Regen-control) a legnagyobb érzékenységre (határozott oscilláció)! A veendő frekvenciára állás után csökkentsük a visszacsatolást (P_1) addig, míg a HF-szint élesen megemelkedik. (Emlékezzünk: ha túlságosan laza a csatolás, akkor a detektor „visítani”, füttyölni fog). Ekkor P_2 állításával keressük meg azokat a pontokat, amikor a szupreg oscilláció ismét megindul, majd a hang gyorsan kezd „letörni”. Ez egy keskeny ablakot jelent a P_1 tartományán belül. Ezen túl szabályozva P_2 -t, az ablak szélesedik, de csökken az érzékenység. A két kezelőszerv működésében némileg egymásra hat, így az eljárást esetleg többször szükséges megismételni.

Megjegyezzük, hogy a vevőnkkel lehetséges a CW- és az SSB-vétel is. Ehhez P_1 -et hozzuk abba a helyzetbe, mikor a szuperregeneratív rezgés már nem jön létre, de a fokozat még oscillál! A készülék ilyenkor mint egy visszacsatolt egyenesvevő működik.

3.5. Légitforgalmi szupreg vevő

A szupreg elv működésének vizsgálatához készült egy, a gyakorlatban is használható a 118... 136 MHz-es repülőssávban működő egyszerű AM megfigyelő vevőkészülék.

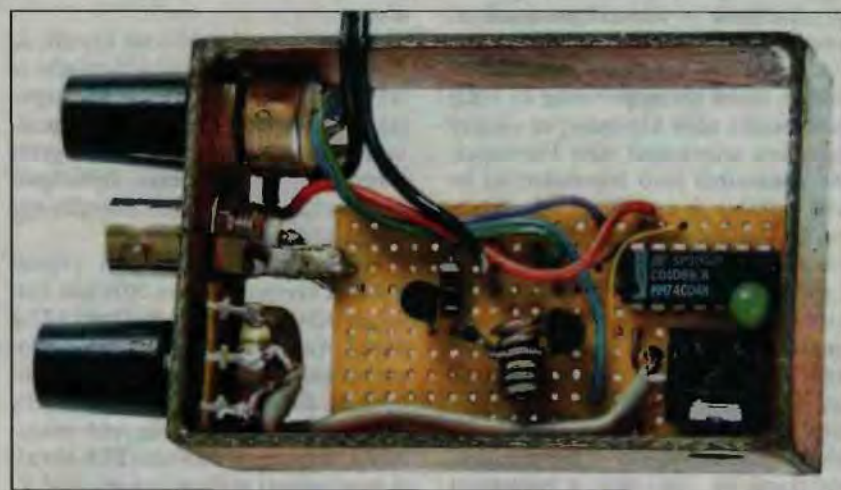
Ebben az a különlegesség, hogy a nagyfrekvenciás oszcillátor kapcsolga-

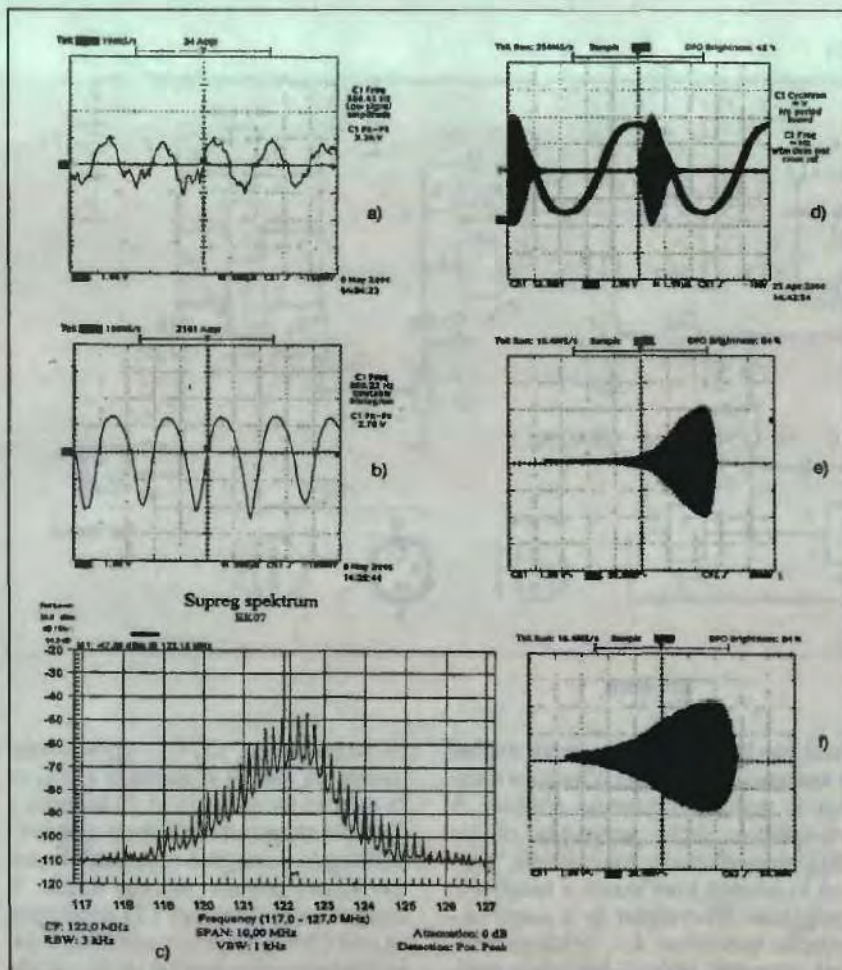
tását egy külön generátor végzi, miáltal a szaggatási frekvencia állandó, a munkapont pedig folyamatosan állítható. A vizsgálatok során szaggatás céljára függvénygenerátort használtunk, amivel ki lehetett kísérletezni a megfelelő szaggatási frekvenciát és a nagyfrekvenciás oszcillátor ki-, bekapcsolásának optimális időbeni lefolyását megvalósító kapcsoló jelalakot. A kísérletek eredménye, hogy az optimális szaggatási jelalak szinusz alakú és körülbelül 200 kHz frekvenciájú.

A 26. ábrán a megépített készülék elvi rajza látható. A szupreg elvet megvalósító, a T_2 tranzisztorral felépített Hartley típusú nagyfrekvenciás oszcillátor rezgési frekvenciáját meghatáro-

ző rezgőkör (L_2 , C_3 , C_{11}) egyik pontja földelt, és ezáltal a hangolás könnyen és stabilan megoldható. A T_2 bázisára a P_1 potenciométerrel állítható egyenfeszültség és a szaggató oszcillátor leosztott kimenőjelének összege kerül. A szaggatóoszcillátor egy CD 4069 típusú, hat CMOS invertert tartalmazó tok három kapujából épül fel (IC/d...IC/f). Ez két integrátorból és egy komparátorból álló visszacsatolt áramkör.

Az első integrátor kimenetén háromszög-, a második integrátor után közel szinusz-, míg a komparátor kimenetén négyyszögjel található. A megadott elemekkel a rezgési frekvencia nagyjából 200 kHz. A szaggatóoszillátor szinuszos kimenete ezzel a frek-





27. ábra

venciával kapcsolja be és ki a nagyfrekvenciás oszcillátort.

A T_1 jFET-es bemenőfokozat feladata az erősítés mellett az, hogy csökkentse az antennára kijutó oszcillátorjel szintjét. Ez a fokozat alacsony bemenőimpedanciájával illeszkedik egy negyedhullámú teleszkópañtennához, amelynek a hossza körülbelül 60 cm. Az előfokozat szélessávú, ami kedvezőtlen, mivel kívánatos lenne az URH műsorszóró adók kiszűrése; ez viszont egyszerű szűrőkörrel nem lehetséges. Az antennából jövő felerősített jel be van csatolva az oszcillátor rezgőkörébe, ezáltal kis mértékben képes befolyásolni az oszcillátor berezgését és lekapcsolását. A T_2 berezgett és kikapcsolt állapota közti áramfelvétel, illetve annak a bemenőjeltől függő kis mértékű változása, a bejövő jel modulációjától függően változó feszültséget hoz létre az R_4 ellenálláson. A C_4 , C_6 , R_5 aluláteresztő szűrő eltávolítja a szaggatófrekvenciát, így csak a bemenőjel

modulációjából származó hangfrekvenciás összetevő kerül a CMOS áramkör R_7 és R_6 ellenállással visszacsatolt IC/a kapujából kialakított analóg erősítőre. A visszacsatoló ellenállással párhuzamosan kapcsolt kondenzátor magasabb frekvencián csökkenti az erősítést.

A P_2 hangerőszabályzót követő, az IC maradék egységeiből álló erősítő (a tok párhuzamosan kapcsolt két kapuja), 200 Ω -osnál nagyobb impedanciájú fejhallgatóval megfelelő hangerőt biztosít. Kisimpedanciás fejhallgató esetén a kapcsolást kiegészíthetjük egy emitterkövető fokozattal.

A megépített készüléken végzett mérések szerint 3 μ V-os, 50%-ban modulált AM-jel már jól hallható (27.a ábra). Az elméleti részben tárgyalt logaritmikus működési módnak köszönhetően a dinamikatartomány kb. 50 dB, a demodulált jel alakja nagyobb modulációs mélységnél torzított (27.b ábra). A munkaponti előfeszültséget állító P_1

potenciométerrel a hangfrekvenciás jel torzítása és a dinamikatartomány optimalizálható. A szelektivitás 600 kHz körüli, ezért egy beállított frekvencián, a sávban használt 25 kHz-es frekvenciaraszter miatt jónéhány adó is megszólalhat egyidejűleg. Ez egyes alkalmazásoknál előny is lehet, viszont látható, hogy ez a kis készülék magasabb minőségi igények kielégítésére nem alkalmas.

A 27.c ábrán, az antennabemeneten kijutó széles frekvenciasávot elfoglaló zavaró jel spektrumképén jól láthatók a szaggatósi frekvenciából származó komponensek. A 27.d ábrán az oszcillátor ki- és bekapcsolt állapotának, ill. a kapcsolójelnek az időbeni lefolyása követhető.

A 27.e és f ábra az előzőhöz hasonló, de itt az oszcilloszkóp X eltérítése a szaggató színuszjellel történik (X-Y üzemmód). A 27.e ábrán a P_1 -gyel nulla előfeszültséget beállított, míg a 27.f-en a T_2 maximálisan előfeszített állapotában fellépő oszcillátoramplitúdó idődiagramja látható.

3.5.1. Megépítés, bemérés

A készülék megépítése a szerzők által már régóta használt módszerrel, készen megvásárolható előre furatozott (ún. Veroboard) paneleken, hagyományos és SM alkatrészek vegyes alkalmazásával történt.

A hagyományos alkatrészek (T_1 , T_2 , L_1 , C_2 , C_{17} , IC_1 és a fejhallgató-csatlakozó) a szokásos módon vannak a panelra beforrasztva. A forrasztási oldalon a kiálló lábak töben le vannak vágva. Furatgalvanizált panel esetén célszerű úgy levágni az alkatrész lábakat, hogy a forrasztási oldalon egyáltalán ne emelkedjenek ki. Ezután történik a felületszerelésű alkatrészek beforrasztása, amelyhez nem kellenek speciális eszközök, csupán egy hegyes páka, vékony ($\varnothing 0,8$ mm-es) forrasztóórn és jó szem, vagy megfelelő nagyító. A 0805 méretű SM ellenállások és kondenzátorok hosszmeze meggyezik a panel 2,54 milliméteres furattávolságával, így az azokat körülvevő kis fóliaszigetek közé éppen beforrasztatható. Földvezetéknek egy 1 mm átmérőjű ezüstözött huzal van a panelre hosszában felforrasztva. A szupreg fokozatnál fontos, hogy a rezgőkör földelt oldala és a C_4 , C_5 hidegitő kondenzátor a lehető legközelebb kerüljön egymáshoz!

A hangfrekvenciás erősítő összekötése nem annyira kritikus. Az R_7 , C_7 és

az R_8 , C_{11} egymásra forrasztva kényelmesen elférnek az IC_1 lábai között. Az elrendezésnél törekedni kell a lehető legkevesebb huzalozásra! Ahol szükséges, ott vékony szigetelt huzallal az alkatrészoldalon célszerű ezt elvégezni. Az L_2 6 menet 4 mm-es átmérőn, 1 mm átmérőjű ezüstözött huzalból, a menetek egy kissé szét vannak húzva. A leágazás a 2. menetnél van.

A hangoláshoz kipróbáltuk az L_2 induktivitásának rézmaggal történő változtatását, de ez nem volt megfelelő, mivel a rezgőkör jósági tényezőjének romlása károsan befolyásolja a vevő működését. Végül is hangolókapacitásként egy 2...10 pF átfogású csótrimmert használtunk, amivel a frekvencia-átfogás 105...145 MHz-re adódott. A fotón látható megvalósításban a kész panel egy nyákcsikokból összeforrasztott 50×75 mm-es keretbe van beépítve, miáltal az mindkét oldalról hozzáférhető és így lehetőség van az áramkör utólagos finomítására.

Üzembe helyezés előtt célszerű még egyszer ellenőrizni az összekötéseket, majd árammérő közbeiktatásával a készülék tápfeszültségre köthető. Az áramfelvétel nem haladhatja meg a 20 mA-t!

Ezután multiméterrel a földhöz képest a készülék alábbi pontjain kell egyenfeszültségeket mérni:

- az R_1 ellenálláson 1,6 V,
- az R_4 -en a P_1 letékert állásában 7 V, a feltekert állásában 4,5 V,

– az IC₁ összes kimenetén körülbelül fél tápfeszültség.

A fenti értékektől $\pm 10\%$ eltérés megengedett.

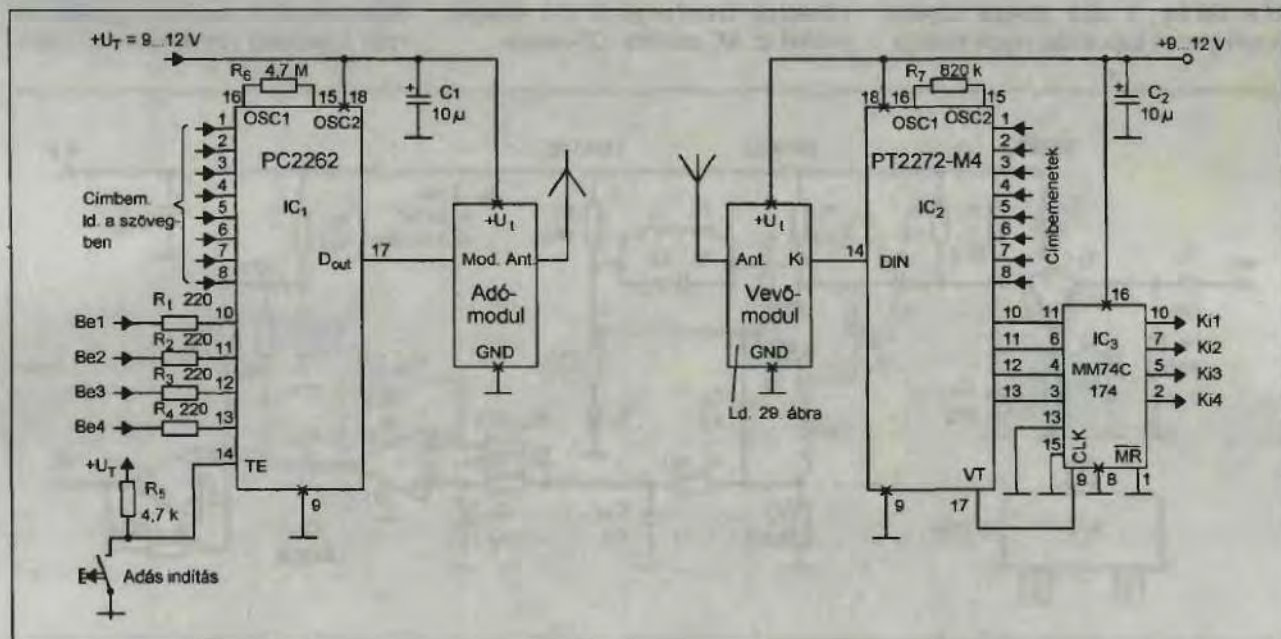
Ha ezek rendben vannak, akkor a szupreg fokozat működése esetén a fehallgatóban erős zaj hallható. Ezután történik a működési frekvenciasáv beállítása, ami AM szignálgenerátor birtokában egyszerű. Műszer nélkül egy CCIR sávú rádiót hangoljunk a 108 MHz-es frekvencia környezetében egy üres helyre. Vevőnk hangoló-kondenzátorának maximális kapacitású állásánál, az L_2 összenyomásával, illetve széthúzásával el kell érni, hogy a vevőnk által az antennán kisugárzott zárváró jel az URH vevőben „kinyomja” a zajt. Egy másik biztos pont egy nem túlságosan szelektív bemenetű FM-vevő esetén a tükörfrekvencia, ami 10,7 MHz-es középfrekvenciát feltételezve $108 + 2 \times 10,7 = 129,4$ MHz. A két vevő antennáját egymáshoz közel helyezve, a hangoló-kondenzátor nem teljesen kitekert állásában kell az FM-vevőn észlelni az FM-zaj csökkenését. *(A szerkesztő megjegyzése: a bemutatott konstrukciók kiválóan beállíthatók az évkönyvünk egyik frása alapján megépített, akusztikus kijelzésű GDO-val).*

3.6. Digitális adatátviteli alkalmazás

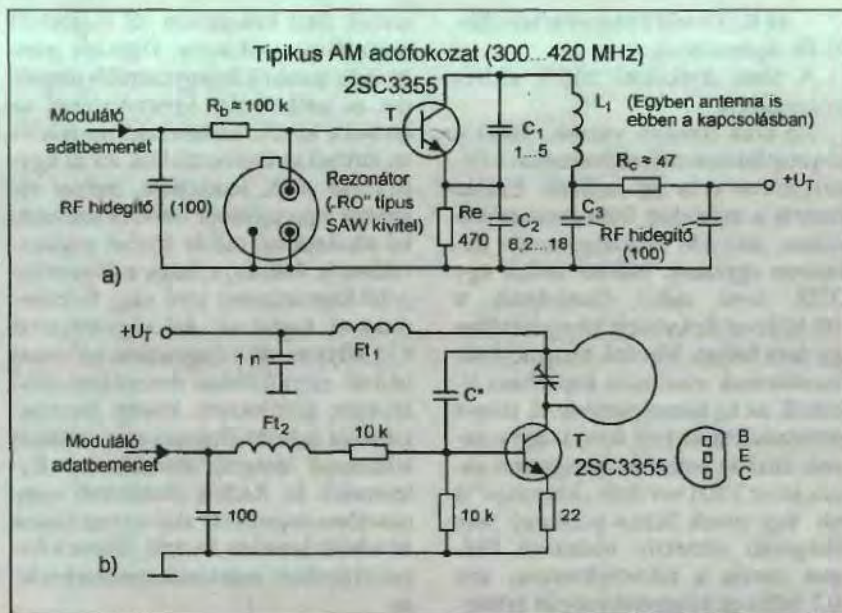
Rádióon keresztül történő információátviteléhez, amely lehet analóg vagy digitális jel, az adott frekvenciájú adóké-

szülék által kisugárzott jel megfelelő modulálása szükséges. Digitális jelek átvitele esetén a legegyszerűbb megoldás az adókészülék kimenőjelének az átvitelre kerülő adatsornak megfelelően történő ki, be kapcsolása. Ez az úgynevezett ASK moduláció, melyet régebben egyszerűsége miatt előszeretettel alkalmaztak rádiós átjelző rendszerekben is. Hátránya, hogy a négyszög-jellel kapcsolgatott vivő nagy frekvenciasávot foglal el. Az engedélyezett 433 MHz-es sáv a nagyszámú adó miatt telített, ezért újabban speciálisan adatátvitelre kifejlesztett, kisebb frekvenciasávot igénylő frekvenciamodulációt alkalmazó integrált áramköröket fejlesztettek ki. Rádiós adatátviteli vagy riasztórendszereknél alapvetően fontos az adatok hibátlan átvitele, illetve a hamis riasztások számának minimalizálása.

Egy digitális adatokat átvivő adatsomag a szinkronizálásra szolgáló bitsorozattal, az úgynevezett preamble-mal kezdődik. Ezt követi az üzenet azonosítására szolgáló adatsor, majd maga az üzenet, és végül a hibák felderítésére és kijavítására szolgáló bitsorozat. Ezen kívül még a digitális adatsomagot átkódolják oly módon, hogy a modulált jel DC-szintje ne függjön az átviendő információtól. Ez a vételnél fontos, mivel a rádiócsatorna nem viszi át a DC-szintet, és a vevőben az analóg jel digitalizálását végző komparátor akkor működik helyesen, amikor a beme-



28. ábra



29. ábra

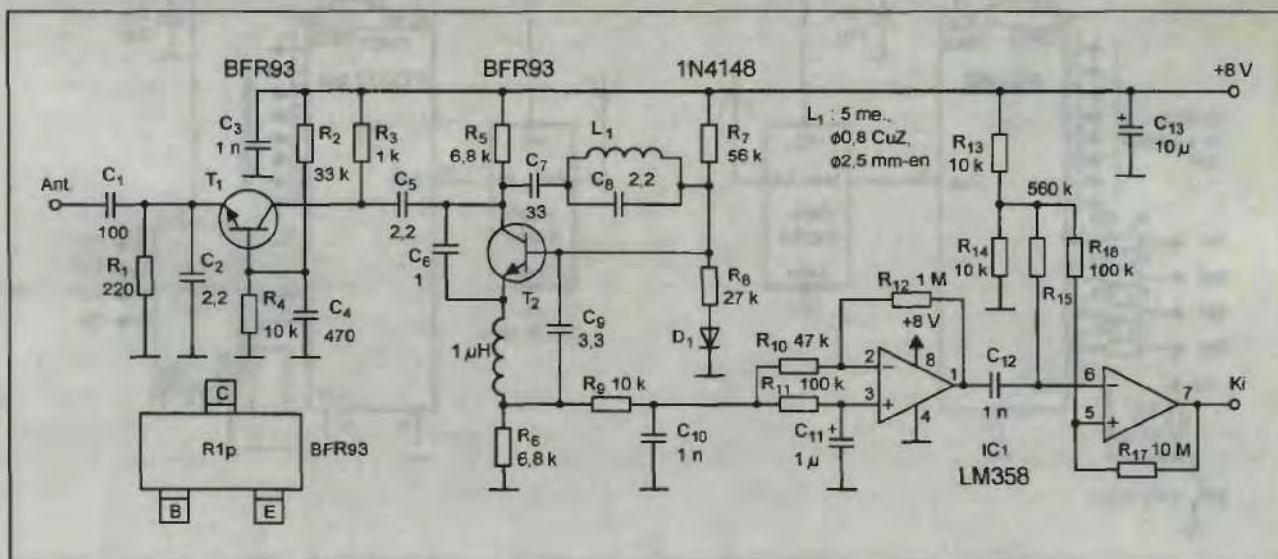
netére kerülő jel DC-szintje nem függ annak információtartalmától.

A fentiek illusztrálására szolgáló áramkör rajza látható a 28. ábrán. Itt csak a kódolására és dekódolására szolgáló részek vannak kiemelve, a rádió-adót és a vevőt csak modul szinten ábrázoltuk. Az adót célszerű készen megvásárolni, mivel SAW rezonátorral stabilizált 433,9 MHz frekvenciájú kisméretű, egytranszistoros egységek a kereskedelemben olcsón beszerezhetők. Egy ilyen modul elvi rajza látható a 29.a ábrán. A cikk témáját képező szupreg vevő kapcsolási rajzát mutatja

a 30. ábra. Az elmélet ismeretében a T_1 , T_2 -vel felépített áramköri rész nem igényel magyarázatot. Az R_0 , C_{10} aluláteresztő szűrő kimenetén megjelenő demodulált jelet az IC egyik műveleti erősítőjével felépített invertáló fokozat erősíti. Az erősítő munkapontbeállítása oly módon történik, hogy az R_6 ellenálláson megjelenő egyenfeszültség rákerül a műveleti erősítő mindkét bemenetére, mivel az egyenáramú erősítés egységnyi, ugyan az a DC-szint van a műveleti erősítő kimenetén is. A váltakozó feszültséget a C_{11} söntöli, miáltal az AC-erősítés -20-szoros.

Az IC₁ másik műveleti erősítője komparátorként működik. Az R_{13} ... R_{16} ellenállásból kialakított hálózat a műveleti erősítő mindkét bemenetét fél tápfeszültségre állítja. Az R_{17} ellenállás pozitív visszacsatolás révén kis hiszterézist okoz, miáltal a bejövő jel négyesűsítése csak egy bizonyos jelszint fölött történik. R_{17} elhagyása esetén, a vevő kimenetén a zajból, folyamatos négyesűsítő jel sorozat jut a dekódoló áramkörre, és annak nem tökéletes működése esetén megtörténhet, hogy a véletlenszerű jelsorozatból kiadódik egy, a dekóder számára értelmezhető kombináció. Ezt elkerülendő állítanak be hiszterézist, ami viszont csökkenti az érzékenységet.

A szupreg vevő rendelkezik bizonyos feléledési és lekapcsolási időállandókkal, melyeket rövid idejű adásoknál figyelembe kell venni. A feléledés abban nyilvánul meg, hogy az adás megindulása után csak egy bizonyos idő elteltével jelenik meg a vevő kimenetén hibátlanul a demodulált jel. Ez az idő a szupreg fokozat jelszinttől függő munkapontba történő beállításához szükséges. Ebből következik, hogy a kódsorozat elejét a készülék nem veszi. Ezért szükséges a preambulum vagy a kódsorozat többszöri kiadása. Az adás megszűnése után jelentkezik egy, az AGC-időállandóhoz hasonló jelenség, amikor is a nagyszintű bemenőjel megszűnése után csak egy bizonyos idő múlva áll be a maximális érzékenység. Erre szükség is van, mivel a legtöbb dekódoló áramkör csak két, egymást követő, hibátlanul vett kódsorozat dekó-



30. ábra

dolása után ad kimenőjelet. Megtörténhet, hogy a kódsorozatok közötti szünet alatt megváltozott erősítés miatt a második kódsorozat elején ismét adatvesztés lép fel, és a látszólag jól működő vevővel nem sikerül az adatátvitel. A lekapsolási idő viszont káros, amikor egy erős adás vétele után, csak egy bizonyos idő múlva lehetséges egy gyenge adó jelének detektálása. A vételi sáv szélesség pár MHz, így a vételi frekvencia beállítása nem túl kritikus és a hőmérsékletváltozásból adódó elhanglódás is a sávon belül marad.

A 28. ábrán nem egy konkrét alkalmazás látható, inkább csak egy digitális jelek rádióon történő átvitelére szolgáló lehetőség vázlata. Érthető okokból, cikkünk témájához igazodva a vevőmodul (szupreg vevő) ismertetésére szorítkoztunk. Olvasói érdeklődésre a teljes adatátviteli jelűt egy másik cikk keretében feldolgozásra kerülhet. Kedvcsinálóként néhány pontban összefoglaljuk az egyes tömbök funkcióit. Az adóoldalon lévő IC₁, a párhuzamos digitális bemenetek logikai értékeit alakítja át, az elvi bevezetőben leírt megfontolásoknak megfelelő módon, az adó modulálására alkalmas jelsorozattá. Az IC₁ enkóder bemenetei, megfelelő védelemmel kiegészítve lehetnek egy riasztó rendszer bemenetei, vagy valamilyen érzékelő párhuzamos kimenetei kapcsolódhatnak hozzá.

A PT2262 enkóder valamint a PT2272-M4 dekóder integrált áramkör-páros jól használható digitális jelek rádióon keresztül történő továbbítására. Az IC₁ enkóder négy adatbemenettel és nyolc háromállapotú (0, 1, szakadás) címzőbemenettel rendelkezik, miáltal $3^8 = 6561$ adóegység különböztethető meg.

A cím beállítása a megfelelő bemenetek földre, ill. tápfeszültségre kötésével vagy szabadon hagyásával történik. A TE bemenet logikai 0 szintjének ideje alatt a DOUT kimeneten folyamatosan megjelenik az adó modulálására szolgáló kódolt bitsorozat. Az IC₂ dekóder áramköri token szintén megtekinthető a nyolc háromállapotú címző

bemenet. Csak az enkódernek megfelelően beállított cím esetén jelenik meg a PT2272-M4 négy adatkimeneten a PT2262 token beállított négy bites kód. A biztonság növelése érdekében csak két egymást követő azonos kódsorozat vétele esetén jelenik meg a dekóder VT kimeneten az érvényes adat jelzésére szolgáló logikai 1 szint. A VT kimenet 1 szintje a hibátlan vétel időtartamáig áll fenn, rövid ideig tartó adások vétele esetén a VT kimenet használható a dekóder kimeneteihez kapcsolt latch beírásához. Az enkóder OSC. bemenetei közé kapcsolt 4,7 MΩ-os ellenállással állítható be az adó moduláló kódsorozat frekvenciája. A dekódernél ezen moduláló frekvenciához 820 kΩ szükséges. A fenti értékekkel egy bit ideje 0,5 illetve 1 ms. Egy kódsorozat kiadásának ideje 45 ms, a csomagok közötti idő 20 ms. Az IC₁ VT bemenetének vezérlése az adott alkalmazástól függ, de az adási idő ne legyen hosszabb egy másodpercnél!

4. Zárószó

A szuperregeneratív elv még biztosan nem halt ki. Habár divatos szóhasználat: „rossz imázssal” rendelkezik szakmai körökben olyan indokokkal, hogy egyszerű kapcsolástechnikát és instabil alkatrészeket használ. Ez általában a frekvencia és az áramkör instabilitásában jelentkezik. Az egyszerű áramkörök általában egyetlen LC-kört tartalmaznak, a vele járó mechanikai kivitelezési bizonytalansággal, gyártási szórással.

A frekvenciastabilitás ugrásszerűen növelhető pontosabban meghatározott elemekkel és stabil rezonátorokkal (kvarc, kerámia, SAW). Az áramköri bizonytalanság a legbonyolultabb tervezési probléma. Mint azt az előzőekből tudjuk, az ideális szupreg működéshez egy kritikus negatív vezetés beállítása szükséges. Ez viszont precízen egyetlen tranzisztorral és a hozzá kapcsolódó normál tűrésű ellenállásokkal, kondenzátorokkal nem valósítható meg. Az ilyen áramköröket a gyakorlat-

ban a gyártás közben egyedileg szükséges beállítani. A probléma egy lehetséges megoldása az integrált negatívellenállás-generátor – pl. girátor – alkalmazása, amely pontosan beszabályozható és programozható. Mindezek alkalmazásával a kapcsolások és a felhasználások új generációja képzelhető el. Ne feledjük, az alap szupreg-megoldás egyetlen hangoltkört és egyetlen csövet használt 90...100 dB-es RF-erősítésre, demodulálásra. Armstrong zsenialitása folytatásra ösztönöz, kötelez!

A szerzők köszönetet mondanak dr. Gschwindt András és Szesztay Pál villamosmérnöknek a nem túlságosan közismert szakmai anyag véleményezéséért.

Felhasznált és javasolt irodalom:

1. Nagymáté Csaba: Újgenerációs, rendszerbe integrált RF vevők; Rádiótechnika 2006/8.
2. Dr. Eddy Insam: Designing super-regens; Electronics World 2002/april
3. www.arrl.org/tis/info/pdf/9712039.pdf
4. Ian Hickman: Superregen or Super-replacement; Electronics World 1999/2.
5. Bradley W. E.: Super-regenerative Detection Theory, Electronics 1948/sept.
6. Barta István: Rádiókészülékek és erősítők; TK, 1956
7. Nowak-Schilling: URH-FM vételtechnika; MK, 1960
8. Springstein: Rövid és Ultrarövidhullámú készülékek; MK, 1957
9. Everyday Practical Electronics 2003/october/702.
10. Armstrong Edwin H.: Some Recent Developments in Regenerative Circuits; Proceedings of the IRE 1922/august
11. Frink, Fredrick W.: The Basic Principles of Superregenerative Reception; IRE 1938/jan.
12. MacFarlane G. G. and Whitehead J.R.: The Theory of the Superregenerative Receiver Operated in the Linear Mode; Journal of the I.E.E. 1948/May
13. Iwakami A.: Improved Superregenerative Receiver; Ham Radio 1970/Dec
14. Rina C. L.: Optimizing the Superregenerative Detector; Ham Radio 1972/Jul.
15. Ash Darell L.: A low cost Super-regenerative SAW Stabilized Receiver; IEEE trans. on Consumer Electronics 1987/August

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
Postai utánvételes csomagküldés

Raktárról kínálunk több ezerféle elektronikai alkatrészt.
IC-k, ellenállások, kondenzátorok, diódák, tranzisztorok, LED-ek, kvarcok stb. nagy választékban, SMD kivitelben is.
Internet címünkről www.incomp.hu online kereséssel és rendeléssel lehetséges!

A megszakítások kialakítása és szerepe a mikrovezérlőknél

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök, KF GAMF Kar, madarasz.laszlo@gamf.kefo.hu

A mikrovezérlők tulajdonságainak leírásakor az adatlapok kiemelt jelentőséget tulajdonítanak a megszakításoknak. A megszakítás a mikroprocesszorok világában is alapvető jelentőségű: a mikroszámítógépek használatakor szinte folyamatosan külső és belső megszakításokat kezelünk. De miért is ilyen lényeges ez a technikai megoldás? Mi a megszakítás lényege? Mi történik egy megszakításkérés elfogadásakor?

A következőkben először azt szeretnénk feltárni, hogy miért vált szükségessé a processzorok világában a megszakítások alkalmazása, majd a mikrovezérlőknél is bemutatjuk a megszakításkezelés alapvető jellegzetességeit. Példáinkban a nyolcbites mikrovezérlőket fogjuk idézni. Egyrészt azért, mert a mikrovezérlők világában a nyolcbitesek az uralkodó csoport, a legnagyobb mennyiségben czekek gyártják és vásárolják.

Másodszor pedig ezért maradunk ezen a körön belül, mert a 16 és 32 bites mikrokontrollerek sok vonatkozásban már nem „tisztá” mikrovezérlők. Többségüknek sok olyan jellegzetességet is felfedezhetünk, ami egyébként a mikroprocesszorokra jellemző, sokszor pedig hiányzanak olyan tulajdonságok, amik a μC -knél általánosak. A processzorok két nagy csoportja, a mikroprocesszorok és a mikrovezérlők észrevehetően közelednek egymáshoz, a köztük levő különbségek kezdenek eltűnni. Ez a változás elsősorban a nagyobb színhosszúságú mikrovezérlőknél figyelhető meg.

1. A program következő utasításának kiválasztási technikái

Mielőtt a megszakítási megoldásokat áttekintenénk, előbb a megszakítás általános működését kell megismernünk, annak érdekében, hogy a későbbiekben ne kelljen minduntalan visszatérni alapfogalmak magyarázatához. A megszakítás egy sajátos módja annak, hogy váratlan hatás szabja meg a processzor számára az utasítások végrehajtási sor-

rendjét. Ezért a vizsgálódásunk kiinduló pontja az lehet, hogy a processzorok hogyan is határozzák meg a mindenkor következő utasítás címét, helyét a programmemóriában.

Első pillanatban lényegtelennek tűnhet ez a probléma, hiszen természetesen a program egyik utasításának végrehajtása után a programmemóriában következő utasítással kell folytatni a működést. De ha kicsit elgondolkodunk a programok működésén, rá kell jönnünk, hogy ez nem minden esetben igaz. Azt pedig a következőkben fogjuk elárulni, hogy a számítógépek megjelenésekor ez a „sorfoltonosság” még egyáltalán nem is létezett!

A tárolt programú digitális számítógép nem olyan találmány, ami valakinek az agyából egyszerre kipattant. Sok apróbb-nagyobb fejlesztési lépés vezetett el odáig, hogy az első ilyen berendezések működni kezdtek. A fejlődés egyik irányban a felhasználható elemeknél következett be (az első próbálkozásoknál jelfogókat, majd elektroncsöveket használtak), a másik fontos fejlesztési feladat a számítógép felépítésének, struktúrájának kialakítása volt, a harmadik alapvető pedig a tömeges információátvitel megoldási lehetőségeinek a keresése.

Az első csöves digitális számítógépek, *Atanasoff és Berry ABC* gépe, az *Enigma*-üzeneteket megfejtő angol *Colossus* és az amerikai *ENIAC* dugaszolható táblákon beállított program alapján működtek. E gépek tapasztalatai alapján fogalmazta meg *Neumann János* 1946-ban híres téziseit, melyekben kimondta, hogy a számítógép programját a gépen belül, az adatokkal megegyező módon, azaz bináris értékek sorozataként kell tárolni! Az első, a Neumann-elvnek megfelelő, tárolt programú digitális számítógép az ő közreműködésével kifejlesztett csöves gép, az *EDVAC* volt.

A gépeket gépi kódban, közvetlenül programozták. A későbbiekben a számítógépek utasításrendszerét úgy minősítették, hogy szemügyre vették, milyen felépítésűek azok az utasítások, melyek két adat felhasználásával végeznek műveletet. A két adat, a két operandus feldolgozása lehet valamilyen számítási, aritmetikai művelet, vagy logikai feladat egyaránt. Ilyen kétoperandusos művelet pl. két szám összeadása vagy kivonása. Az *EDVAC* és kortársai esetében a programot úgy alakították ki, hogy a programozónak teljes szabadsága volt, minden tekintetben szabadon választhatott. Az utasításban külön megjelölhette az egyik és a másik operandus helyét, címét (melyik memóriarekeszben vagy regiszterben található), megadhatta továbbá, hogy az eredmény hova kerüljön. A végrehajtásra kerülő műveletet az utasításkód (operációs kód, opkód) határozza meg. Végül, ha ennek az utasításnak a végrehajtásával végzett a számítógép, azt is előírta a programozó (még az utasításon belül), hogy a programmemóriában hol, milyen címen található a következő utasítás. Mindezt az ún. négycímes utasításrendszer tette lehetővé (1. ábra).

Amikor először vetődött fel, hogyan is kellene megszervezni a digitális számítógép programnyelvét, ez a négycímes megoldás tűnt természetesnek. Ez ugyanis semmilyen belső automatizmust nem tételezett fel a számítógépről, minden információt az utasítás tartalmazott. Ugyanakkor a programozó valóban teljesen szabadon gazdálkodhatott a tárhelyekkel; rendkívül rugalmasan lehetett így programozni.

Azután megindultak az egyre komolyabb programfejlesztések. Már nemcsak egy-egy feladat megoldására készültek programok, hanem kísérletezni kezdtek magasabb szintű programnyelvek készítésével is, először az

Köv. ut. címe	Eredm. címe	2. op. címe	1. op. címe	Utasításkód
---------------	-------------	-------------	-------------	-------------

1. ábra

2. op. címe	Utastaskód
-------------	------------

2. ábra

assemblerekkel, majd a valódi magas szintű nyelvek első formáival. A már megoldott feladatokat pedig programkönyvtárakba rendezték, s legközelebb már nem kellett újra megírni a megfelelő programrészletet, csak beiktatni az új programkörnyezetbe.

Eközben egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a programokban az utastás-sorozatok többségénél a négycímes utastásrendszer által biztosított szabadságfokokra nincs szükség. A programozók számára áttekinthetőbbé vált a szoftver, ha a két operandus közül az egyiket egy jól kiválasztott regiszterben készítették elő minden esetben, s a művelet eredményét is itt helyezték el. Ez a kitüntetett regiszter kapta az *akkumulátor* (A, ACC) nevet. A programokban tehát az 1. operandus címe és az eredmény címe rendre az ACC volt.

Az pedig szinte természetes, hogy a folyamatosan, egymás után végrehajtásra kerülő utastásokat a programmemóriában is egymás utáni, növekvő címekre helyezték el. A következő utastás címe így rendszeresen az adott utastást követő cím volt. Ezek a megszo-kott megoldások vezettek el az egycímes utastásrendszer kialakításához (2. ábra).

Ne felejtjük el, hogy ez az utastás ugyanolyan két operanduson elvégzendő műveletre vonatkozik, mint az 1. ábrán látható, csak más hardverháttért feltételez, más szerkezetű! Ebben az utastásban az opkódon kívül csak a második operandus címe található meg, de így is egyértelmű lesz a kétoperandusos művelet! Az egycímes rendszer esetében az 1. operandus és az eredmény ugyanis minden esetben az akkumulátorban van, a következő utastás pedig a következő programmemória-címen található.

Az egycímes utastásrendszer nemcsak a program szerkezetét változtatta meg, hanem sajátos hardverigényeket is jelent. Azokat az állandósult programozói szokásokat, melyeket korábban említettünk, a hardvernek automatikusan meg kell valósítania. Azaz az egycímes utastásban megadott 2. operandus mellé az elsőt az akkumulátorból kell elővennie, s az eredményt automatikusan ismét az akkumulátorba kell helyezni.

A mi szempontunkból egy másik automatizmusnak van döntő jelentősége. A négycímes megoldásnál az utastásban lévő „következő utastás címe” tartalom a programmemória címző egységére volt vezetve, kijelölte a következő beolvasandó programelemet. Az egycímes utastásban nincs ilyen cím. Egy új részlet jelent meg a hardverben, a programszámláló (Program Counter, PC). Ennek a tartalma kerül ki a programmemória címzőegységére minden utastás beolvasásakor, s minden ilyen kivétel követően a PC tartalma automatikusan nő eggyel (inkrementálódik). Amikor tehát legközelebb a PC tartalmát használjuk, abban eggyel nagyobb érték lesz, tehát a programmemória következő rekeszére mutat. Az így kialakuló, egymás utáni címekről beolvasott utastásokat használó működést nevezzük normál sorrendű utastásvégrehajtásnak.

Érdemes még egyszer végiggondolni a négycímes és az egycímes utastásrendszer lényegét. A négycímes megoldás minden tekintetben szabad kezűt adott a programozónak, viszont ezzel a szabadsággal általában nem éltek a felhasználók, ezért felesleges munkának ítélték meg az ismétlődő adatok állandó beírását (az 1. operandushoz és az eredményhez az ACC megjelölését, a következő utastás címeiként a jelenlegi címnél eggyel nagyobb érték megadását). A módosított megoldás, az egycímes rendszer leegyszerűsíti a program írását. Igaz, hogy megkötöttségeket tartalmaz, s e megkötöttségek technikai megvalósításához a hardverbe kellett automatikusan működő részleteket beépíteni.

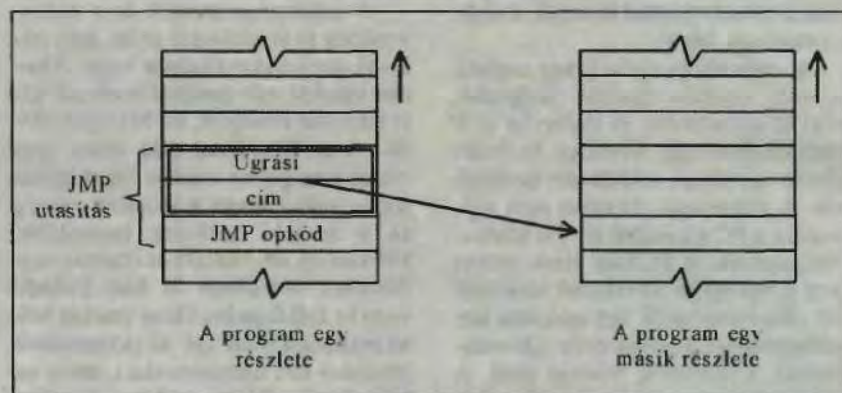
Természetesen korábban sem volt minden esetben igaz, hogy a következő utastás a programmemória következő rekeszében helyezkedett el, azaz a ter-

mészetes sorrend nem minden esetben felel meg a programozó igényeinek. Az egycímes utastásrendszerben meg kellett jelennie a normál sorrendtől eltérő megoldásokat biztosító utastásoknak, az ún. *vezérlésátadó utastásoknak* is. Ezeknek pontosan az a feladata, hogy a PC tartalmát a normál sorrendnek megfelelő érték helyett más értékre írják át, így a programban „ugrásokat” hajtanak végre.

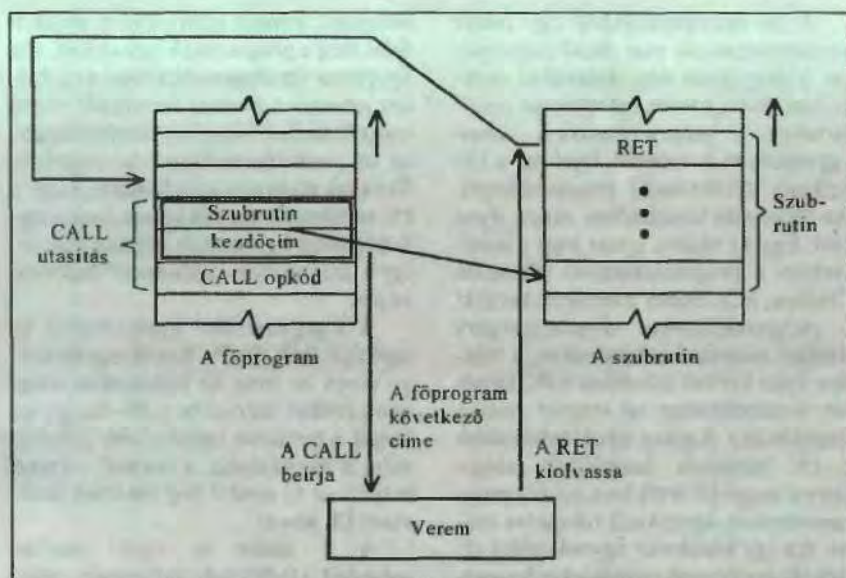
A legegyszerűbb ilyen utastás az ugrás (JUMP, JMP). Ennek egyéb dolga nincs is, mint az utastásban megadott értéket helyezi be a PC-be, így ha annak a tartalmát legközelebb felhasználja a számítógép, a normál sorrend helyett az új címről fog utastást beolvasni (3. ábra).

A 3. ábrán az ugrás utastás opkódját (JMP) két rekeszben elhelyezve követi az ugrási cím. Ez a helyzet a nyolcbites eszközknél, ahol a programmemória is nyolcbites, s a címek két memóriarekeszben férnek el. (Az ábrán a programmemória címei felfelé nőnek, erre a kis nyilak utalnak). Az utastás első eleme, az első rekeszben elhelyezkedő része az opkód, a további rekeszekben található az „ugrási cím”. Az utastást végrehajtva a program futása áthelyeződik az ábrán a jobb oldalon ábrázolt programmemória-területre.

Különösen hasznos a feltételes ugró utastás. Ennél az utastásban megadott új érték csak akkor íródik be a PC-be, ha egy bizonyos feltétel teljesül (ez a feltétel általában a processzor jelzőbitjeinek, flagjeinek egyikére vonatkozik). Ha a feltétel teljesül, megvalósul a PC átirása, így a vezérlésátadás. Ha a feltétel nem teljesül, akkor a PC nem íródik át, a programvégrehajtás az ugró utastást követő utastással folytatódik, normál sorrendben. (A jelzőbitek, a



3. ábra



4. ábra

flagek egy-egy aritmetikai vagy logikai működés után az eredménytől függően állnak be 0 vagy 1 értékre a flag-regiszterben. Egy flag pl. azt jelzi, hogy az eredmény nulla vagy sem, ez a Z (Zero) flag. Ha az eredmény nulla, a Z értéke 1 lesz, ha az eredmény nem nulla, a Z értéke 0-ra változik. A feltételes és feltétel nélküli ugró utasítások már visszaadták a programírás rugalmasságát, mégis további megoldásokat is bevezettek a következő utasítás kiválasztására.

Egy program (a továbbiakban főprogram) futása közben szükségesé válhat egy kisebb részprogram (a továbbiakban szubrutin) végrehajtása, a főprogram több pontjáról is. Ilyen esetben az ugróutasításokkal nem lehet megoldani a feladatot, mert a szubrutin végére nem lehet beírni a főprogramba való visszatérés címét, hiszen az alkalmanként változó. Ezért egy új megoldású automatizmussal kezeljük a szubrutinokat (4. ábra).

A szubrutinra ugró- (vagy szubrutinhívó) utasítás hasonló felépítésű, mint az ugróutasítás, és többnyire ez is lehet feltétlen vagy feltételes. Ez is tartalmaz egy címet, a szubrutin kezdőcímét. A végrehajtás azonban nem egyszerűen a PC átírásából áll. Ha szubrutinra ugrunk, a PC-ben lévő értéket (ami a főprogram következő utasításának címe) elmentjük egy speciális memóriaterületre, a *verem*tárb. Ott megőrződik a szubrutin lefutása alatt. A szubrutin végén csak a szubrutin végét jelző RETURN (RET) utasítás van,

aminek az a hatása, hogy a verembe utoljára beírt cím bemásolódik a PC-be. Ennek a lépésnek pedig az a következménye, hogy folytatódik a főprogram végrehajtása.

És most érkezünk el a *megszakítás*-hoz. A szubrutinkezelés és a megszakítás (Interrupt) közeli rokonok. A megszakítás alaphelyzetben egy külső jel, amelyiknek a hatására a főprogramba azonnal (illetve minimális időn belül) egy szubrutin iktatódik be, a megszakítást kezelő szubrutin. Amint ez lefutott, a megszakított program futása folytatódik.

Ha a programban elhelyezünk egy szubrutinhívó utasítást, akkor pontosan lehet tudni, hogy a főprogram futása során hol fog beiktatódni a szubrutin. A megszakítás tulajdonképpen egy külső jel hatására végbemenő hardveres szubrutinhívás, amely a főprogram bármely utasítása után bekövetkezhet.

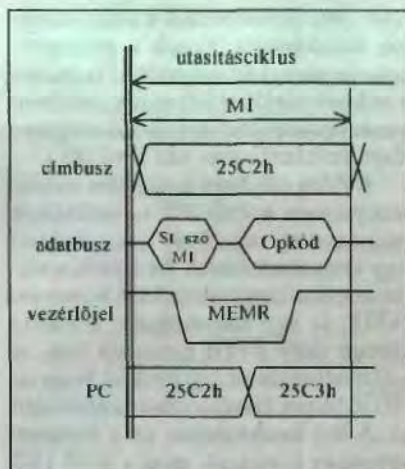
A mikroprocesszorok és a mikrovezérlők az utasításokat az ún. gépi ciklusok sorozataként hajtják végre. Minden utasítás műveletkód-beolvasó gépi ciklussal kezdődik, ezt M1-gyel jelölik. A továbbiakban még annyi gépi ciklus szerepel az utasítás végrehajtása során, ahány adatot a központi egység és a további területek (memóriák, I/O-elemek stb.) között az utasítás végrehajtása érdekében ki kell küldeni vagy be kell fogadni. Ha az utasítás belső működést ír elő (pl. az akkumulátor tartalmát kell inkrementálni), akkor az M1 gépi ciklus egyben a teljes utasításvégrehajtást is jelenti.

A processzorok az utasítás végrehajtása közben érkező megszakítási igény hatására az utasítás folyamatát soha nem szakítják meg, azaz a gépi ciklusok közé nem iktatódik be megszakítást kezelő szubrutin. Csak két utasítás végrehajtása közé illeszkeztethető a megszakítás kezelése. Legtöbbször ezért a processzorok folyamatosan nem is vizsgálják a megszakítást kérő bemenetek logikai állapotát, csak az utasítások végrehajtásának legutolsó pillanatában. Ha megszakítást fogad el a processzor, akkor a következő utasítás M1 gépi ciklusa helyett egy megszakítás-elfogadás (Interrupt Acknowledge, INTA) ciklus fog végrehajthatni. Az INTA gépi ciklus menete, hatása már mikroprocesszoroként, mikrovezérlőként változhat, de a végeredmény mindenképpen az, hogy a megszakítást kezdeményező külső egységnek (a megszakítás forrásának) megfelelő megszakításkezelő szubrutin lefut.

A megszakítást kezelő szubrutin kezdőcíme (a megszakítás vektor) lehet kötött, de sok esetben a megszakításforrás a megszakításkérés után beküld a processzorhoz egy bitsorozatot, amit a processzor a szubrutin címének kialakításához felhasznál. Ezt a megoldást elsősorban a mikroprocesszorok használják.

A megszakításkérés egyes esetekben utasítással, szoftverrel tiltható és engedélyezhető. Az ilyen megszakítást maszkolhatónak nevezzük. Gyakori a többszörös maszkolás is, pl. az összes megszakítás kezelése egy általános maszkolóbittel, s azon belül egyedi maszkolóbitok használata. A mikroprocesszorok többségénél és egyes mikrovezérlőknél olyan megszakításkérő bemenet is található, amelynek a hatását nem lehet letiltani: ez a nem maszkolható megszakítás (Non-Maskable Interrupt, NMI).

Az esetek többségében egy processzor több megszakításkérést is kezel. Ezeket fontossági, prioritási sorrendbe kell rendezni, hogy mindig egyértelmű legyen, melyiket fogadja a processzor. Mivel a megszakításokat nem a jelentkezéskor, hanem az utasítások végén vizsgálja a processzor, gyakran előfordul, hogy egyszerre több igény is jelentkezik. Ilyen esetben a magasabb prioritású fog érvényre jutni. Akkor is a prioritási sorrend dönt, ha egy megszakítási rutin futása alatt új megszakítási igény jelentkezik. Ez csak akkor lesz hatásos, ha a jelenleg kiszolgáltnál magasabb prioritású. A priori-



5. ábra

tás kialakításának több megoldása is ismeretes; lehet a prioritási sorrend programozható is, de lehet hardveresen rögzített is.

A megszakítást kezelő szubrutinra ugrás több processzornál a közönséges szubrutinra ugráshoz képest többletszolgáltatásokat is nyújt, pl. a PC-n kívül más belső regiszter tartalmát is a verembe menti. Emiatt a megszakítást kezelő szubrutin végére nem a közönséges RET utasítás kerül, hanem speciális utasítás, amit RETI-nek vagy IRET-nek neveznek általában. Ez a többlet esetenként arra ösztönzi a mikroprocesszorok tervezőit, hogy szoftvermegszakítási lehetőséget is beépítsenek a processzorba, azaz megszakítást kiváltó utasítást. Ez végeredményében a szubrutinhívó utasítással azonos működésű, kivéve azt, hogy a megszakítási rutinra ugrással járó többleteket ez is biztosítja.

Még egy megszakítási megoldást kell megemlítenünk ebben a bevezető részben. Egy idő után a mikroprocesszoroknál megjelentek a belső működések által kiváltott megszakítások is. Elsősorban különféle hibajelenségek hatására vált ki a processzor belső hardvere megszakítást, pl. 0-val való osztás esetén, vagy nem definiált opkód esetén.

2. Megszakítási megoldások a mikroprocesszoroknál

A mikroprocesszor megalkotásakor a fejlesztők nem gondoltak rögtön a megszakítási rendszer kialakítására. Az első mikroprocesszornál, az 1971-ben kifejlesztett Intel 4004-nél, és az azt követő 4040-nél nem volt megszakítási

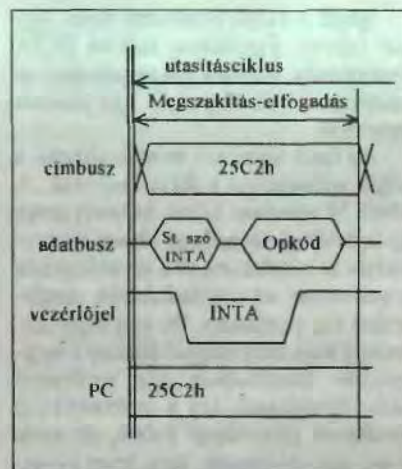
lehetőség. A nyolcbites 8008-nál és a 8080-nál azonban már igen, mégpedig gyakorlatilag azonosan működő mechanizmussal. Vizsgáljuk meg, hogyan történik meg a megszakítás a 8080 mikroprocesszornál!

A 8080 az első, nagy hatékonyságú nyolcbites NMOS technológiájú mikroprocesszor, amellyel az Intel sok vonatkozásban ipari szabványt is teremtett. A következő fejlesztések során mindig felfedezhető a 8080 hatása, akár a processzor hierarchiáját, akár az utasításkészletét vizsgáljuk. Néhány vonatkozásban azonban nem követték a későbbiekben a fejlesztők a 8080-at. Az egyik ilyen sajátosság, hogy a 8080 nem állít elő vezérlőjeleket, helyettük ún. státusz-szavakat küld ki a gépi ciklusok elején az adatbuszon. Ezeket külső hardvernek kell tárolnia, s ezekből lehet kikódolni a vezérlőjeleket. Ez jelentős feladatot rótt a tervezőkre, fejlesztőkre, míg az Intel meg nem jelentette az integrált vezérlőelemet, a 8228-as rendszervezélőt.

A másik sajátosság pedig éppen a megszakítások megoldása. A megszakítások fogadásának legegyszerűbb módját választották, ami a mikroprocesszorban alig jelentett többletáramkörügyényt, ugyanakkor rendkívüli szabadságot jelentett a megszakítás kezelésében.

Mint már említettük, az utasítások végrehajtása minden esetben az utasításkódot beolvasó M1 gépi ciklussal kezdődik. A 8080 M1 gépi ciklusa az 5. ábrán látható. Feltételezzük, hogy a PC utolsó tartalma 25C2h hexadecimális érték (a 8080 címbusza 16 bites volt, a 16 bites címeknek megfelelően). Az M1 gépi ciklus elején a címbuszra küldi a processzor a PC tartalmát (tehát a 25C2h értéket), az adatbuszra az M1 gépi ciklusnak megfelelő státusz-szót. A státusz-szó bitjei alapján a külső hardver (pl. a 8228 áramkör) előállítja az M1 gépi ciklus végrehajtásához szükséges vezérlőjelet, ez az MEMR. A programmemóriához megérkezik a 25C2 cím és a MEMR vezérlőjel, ezek együttes hatására a 25C2 című memóriarekeszből kiolvassuk a következő utasítás opkódját, ami az adatbuszon jelenik meg, ahonnan a 8080 beolvassa az utasításregiszterébe. A továbbiak attól függenek, hogy mi ez az opkód.

A 8080 mikroprocesszor egyetlen megszakításkérő bemenettel rendelkezik (INT), ez egy maszkolható megszakításkérés. Két utasítás szolgál a megszakítás kezelésére, az EI (Enable



6. ábra

Interrupt, a megszakítás engedélyezése) és a DI (Disable Interrupt, a megszakítás tiltása). Ha a program végrehajtása során utoljára DI utasítás szerepelt, a megszakításkérő bemenet hatástalan. Ha az EI utasítás fordult elő utoljára, akkor a megszakításkérő bemenetre vezetett jel kiváltja a megszakítást.

A processzor minden utasítás végrehajtásának a végén, az utolsó gépi ciklusban vizsgálja meg az INT bemenetet. Ha ott nincs H szint, akkor a következő gépi ciklus az M1 lesz. Akkor is így történik, ha van ugyan megszakításkérés (az INT vonalon H szint áll), de a megszakítások elfogadása tiltott. Ha van megszakításkérés és az elfogadás is engedélyezett, akkor az M1 helyett megszakítás-elfogadás gépi ciklus következik. Tulajdonképpen ez egy alig módosított M1 gépi ciklus, hiszen itt is egy opkódot vár majd a mikroprocesszor az adatbuszon át!

Amikor a megszakítást elfogadta a mikroprocesszor, a további megszakítások elfogadása letiltódik, csak akkor tud ismét elfogadni egyet, ha előtte végrehajtódik egy EI utasítás. A megszakítás-elfogadás gépi ciklus (6. ábra) legfontosabb sajátossága, hogy más a státusz-szó. A megszakítás-elfogadás státusz-szó az M1 státusz-szótól két bit értékében tér el. A külső hardver ebből a státusz-szóból nem a MEMR vezérlőjelet állítja elő, hanem az INTA vezérlőjelet.

Az INTA vezérlőjel nem aktivizálja a programmemóriát. Igaz, hogy a címbuszon megjelent a PC tartalma, de hiányzik hozzá a MEMR vezérlőjel, így a 25C2 című memóriarekesz most nem olvasódik ki, a programmemória nem helyez adatot az adatbuszra.

Ismét a külső hardverre hárul egy sor feladat. Érzékelnie kell az **INTA** vezérlőjelet, s ennek felismerésekor az adatbuszra kell helyeznie egy utasítás opkódját.

Az Intel fejlesztői itt biztosították a teljes szabadságot a felhasználónak. A 8080 74 utasítása közül bármelyiknek az opkódja bevezethető ebben a helyzetben az adatbuszra és a továbbiakban a processzor az utasításkódnak megfelelően fog viselkedni. De ez a nagy szabadság csak látszólagos! Hiszen a megszakítás kezeléséhez egy szubrutint kell végrehajtani. Így a szubrutinhívó utasítások jöhetnek szóba, de azok mind hárombájtosak; nem lehet egyetlen gépi ciklusban beküldeni azokat a processzorhoz. Így végül a 8080 esetében egyetlen utasítást van értelme ebben a helyzetben használni, ez az **RST** utasítás. Igaz, ennek nyolc változata van, az **RST 0 ... RST 7** változatok.

Az **RST** utasítást kifejezetten azért alkották meg a 8080 fejlesztői, hogy a megszakítások kezelhetők legyenek! Ez egy különleges, egybájtos szubrutinhívó utasítás. A „sorszám” kettes számrendszerben megjelenik az opkódban, s ezt a 8080 egy cím kialakításához használja fel, így jön létre a megszakítást kezelő szubrutin kezdőcíme. A nyolc **RST** változatnak megfelelően a megszakítást kérő hardver nyolc címről tud szubrutint indítani.

Tudjuk, hogy a szubrutinhívó utasítás végrehajtása úgy folytatódik, hogy a PC tartalmát a verembe menti. Annak érdekében, hogy a megszakított programot tudja majd folytatni a szubrutin után a 8080, a megszakítás-elfogadás gépi ciklusban a PC tartalma nem inkrementálódik, ellentétben az **M1** gépi ciklussal.

Hasonló helyzetet jelent a 8080 megszakításkezelése, mint a négy címes utasításrendszer. A tervezők rendkívül széles területet nyújtanak a megszakítás kezelésére. Lényegében a belső hardver nem is támogatja a folyamatot (mindössze egy új státusz-szó jelenik meg és a PC van blokkolva). De a felhasználók számára ez a szabadság semmit sem ér, mert értelmesen egyetlen dolgot tehetnek: egy **RST** utasítást kell beküldeniük az adatbuszra. A következő mikroprocesszornál ezért az Intel fel is hagyott ezzel a megoldással, bővítette a hardvert, szűkítve a lehetséges működéseket, egyben leegyszerűsítve a külső hardver feladatait.

A következő Intel mikroprocesszor a 8085. Míg a 8080-nak egyetlen (masz-

kolható) megszakításkérő bemenete van, addig a 8085-nél már egy teljes megszakítás-arsenál szolgálja a felhasználót. Ennél a processzornál a megszakítás szinte minden lehetséges megoldása megtalálható! Van nem-maszkolható megszakításkérő bemenete (**TRAP**), ami rögzített címről indít szubrutint. Van olyan maszkolható megszakításkérő bemenete, melynek kezelése teljesen megegyezik a 8080 **INT** bemenet használatával (**INTR**), ez tehát maszkolható megszakításkérés, s ha elfogadja a mikroprocesszor, akkor az adatbuszon kell beküldeni egy opkódot. Van továbbá három újszerű, maszkolható megszakításkérő bemenete is (**RST5.5**, **RST6.5**, **RST7.5**), melyek szintén rögzített címről indítanak szubrutint. Minden rögzített címet használó megszakításhoz másik cím tartozik!

Megtalálható itt a többszörös maszkolás is. A 8080-nál már megismert **EI/DI** utasításpáros a globális maszkolást jelenti. Ha engedélyezett a megszakítás, akkor az **RST5.5**, **RST6.5** és az **RST7.5** még egyenként, külön leítható a saját egyedi maszkbitjének 0-ra állításával.

A beépített prioritásra is szép példa ez a mikroprocesszor. A legmagasabb szintű a **TRAP**, ezt követik sorban az **RST7.5**, **RST6.5** és az **RST5.5** bemenetek és a legkisebb prioritású az **INTR**.

A szint-aktív és az él-aktív megszakításkérések eltérő működésére is példaként szolgál a 8085. Egy él-aktív megszakításkérő bemenete van, az **RST7.5**. Ha ezen a bemeneten bármikor felfutó él alakul ki, akkor a mikroprocesszorban egy tároló regisztrálja a megszakításkérést, s mindaddig fenn is marad ez a helyzet, míg a tárolót szoftverrel nem töröljük. A többi megszakításkérő bemenet szint-aktív. Ezek csak akkor hatásosak, ha egy-egy utasítás végén, amikor a 8085 éppen vizsgálja a megszakításkérő bemeneteket, valamilyen éppen aktív (azaz **H**) szint áll.

Ez a sokoldalú megszakítási rendszer nem jellemző a mikroprocesszorokra. A későbbiekben általában egy nemmaszkolható megszakításkérő bemenet (**NMI**) és egy maszkolható (**INTR**) jelenik meg egy-egy mikroprocesszornál. Ha összetettebb megszakítási rendszerre van szükség, azt külső, programozható megszakításkezelő áramkörökkel kell megoldani. A 8085-nél található rendszer sokkal inkább a mikrovezérlőkre jellemző, ezért is érdemes volt felidézni. Egyébként a 8085-öt sokan úgy értékelik, hogy az

Intel első próbálkozása a mikrovezérlők kialakítására. Ennek a mikroprocesszornak egyéb megoldásai is inkább a mikrovezérlőkre jellemzők, semmint a mikroprocesszorokra (belső óragenerátor, beépített soros adó/vevő stb.).

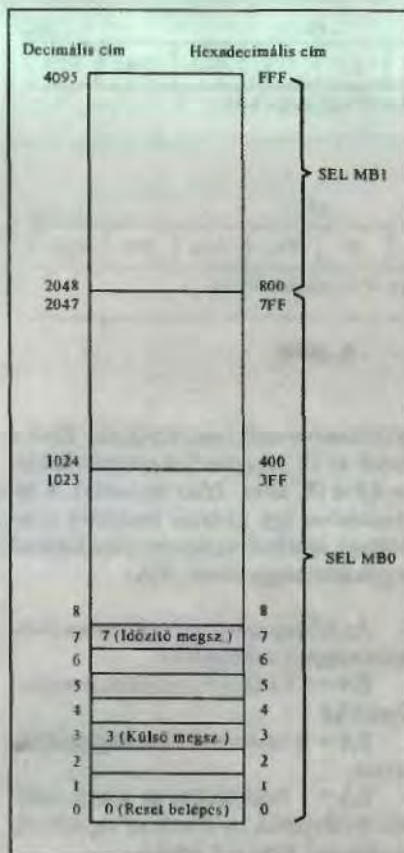
A Zilog cég híres nyolcbites mikroprocesszora, a **Z80CPU** is különleges megszakításrendszerrel dicsekedhet! Egy nemmaszkolható, fix címről szubrutint indító megszakításkérő bemenete (**NMI**) és egy maszkolható, alacsony szinten aktív **INTR** bemenete van. A sokoldalúságot itt úgy érték el, hogy az **INTR** három üzemmódban szolgálható ki. A 0-s üzemmódban ez a bemenet ugyanúgy kezelhető, mint a 8080 **INT** bemenete (kivéve azt, hogy a **Z80** esetében az aktív bemeneti szint **L**). Az 1-es üzemmódban rögzített címről indít a mikroprocesszor szubrutint. A 2-es üzemmódban a külső hardver az adatbuszon küldi be a megszakítási vektor alsó bájtyát, a felső a **Z80CPU** egyik belső regiszterének, az **I** regiszternek a tartalma. A teljes vektor mutatja meg, hogy hol van (a külső memóriában) a szubrutin kezdőcíme.

A bemutatott mikroprocesszoroknál a megszakítások szinte minden formájával találkozhattunk. Két megszakítási lehetőség nem fordult elő: a belső hardverműködés által kiváltott megszakítás és a szoftver-megszakítás. Ilyen megoldású megszakításokat az Intel és a Zilog a 16 bites mikroprocesszorainál alkalmazott először.

3. Az Intel nyolcbites mikrovezérlők megszakításai

A mikrovezérlők eredeti elnevezése single-chip microcomputer, Ein-Chip Microcomputer volt, arra utalva, hogy ezekben az áramkörökben egyetlen tokban, integrálva megtalálható egy mikroszámítógép minden lényeges eleme: a CPU, a különféle memóriák, a párhuzamos és soros portok, a különféle időzítők és számlálók, esetenként az A/D konverterek és a PWM-egységek, majd a speciális ipari csatlók (**I²C**, **SPI**, **LAN**, **UBS** stb.). A CPU azonban ezekben az IC-kben nem a mikroprocesszoroknak megfelelő nagy hatásfokú központi egység, hanem egy leegyszerűsített egység, ami egyetlen alkalmazási területre használható fel: vezérlési, irányítási feladatok ellátására. Erre utal a ma használatos microcontroller, mikrovezérlő elnevezés is.

Az Intel az első mikroprocesszorainál (mint láttuk) nem alkalmazta a meg-



7. ábra

szakítást, de már a legelső mikrovezérlőnél igen! A 8048 mikrovezérlő-család a lehető legegyszerűbb felépítésű mikrovezérlőkből áll (CPU, programmemória, adatmemória, párhuzamos portok, időzítő/számláló van bennük mindössze), de már külső és belső megszakítással is rendelkeznek.

Az INT a külső megszakításigényt fogadó csatlakozópont, ez tehát egy hagyományos megszakítási lehetőség. Ez a megszakításkérő bemenet szintaktív: addig érzékelhet megszakítási igényt a mikrovezérlő, amíg a bemeneten az aktív (itt L) szint jelen van. A CPU minden utasításciklus végén megvizsgálja, hogy van-e megszakításigény, s ha van (és engedélyezett az elfogadása), akkor végrehajtódik a külső megszakítást kezelő rutin. A szubrutin a 03h rögzített címről indul. Ennek a megoldásnak nagy előnye, hogy a megszakítás elfogadásakor a mikrovezérlő azonnal hozzáférhet a szubrutin előkészítéséhez majd futtatásához, nem kell a külső hardvertől, a megszakítás forrásától további információra várnia. Amíg ez a rutin fut, a 8048 további megszakításkérésekre nem reagál.

A megszakításkezelő szubrutint a felhasználók általában nem a programmemória elején helyezik el. A 03h címre ezért egy ugróutasítás kerül, amelyik elvezeti a CPU-t a szubrutin tényleges belépési pontjára.

Egy belső megszakításforrást is tartalmaz a mikrovezérlő (ez alacsonyabb prioritású, mint a külső). A mikrovezérlők a belső kiegészítő egységeket, melyeket többnyire perifériáknak hívnak a gyártók, általában megszakításokkal kezelik. A 8048 család tagjaiban csak egyetlen ilyen perifériaelem van, egy időzítő/számláló.

A perifériák egyes viselkedésének a kezelésére két út alakítható ki. Az egyik a rendszeres letapogatás (polling): a futó programban elhelyezett utasítás hatására a CPU rendszeresen megvizsgálja a periféria állapotát. Ez egyrészt idő-és tárolóhelyigényes megoldás, másrészt lehetséges, hogy a periféria vizsgált állapotának kialakulása után csak hosszabb idővel fedezi fel a CPU a jelzést.

Ha a periféria a vizsgált állapot kialakulásakor megszakítást kezdeményez, akkor gyakorlatilag azonnal reagálhat arra a mikrovezérlő központi egysége, egyébként pedig a periféria vizsgálata nem köti le a CPU-t.

A 8048-as család esetében az időzítő/számláló túlszordulása válthat ki belső megszakítást (ha engedélyeztük), ekkor a kiszolgáló rutin a belső programtár 07h című rekeszénél kezdődik. Ha ez az igény a külső megszakítást kezelő rutin futása közben jelentkezik, akkor a CPU várakoztatja. Amennyiben a külső megszakítás rutinja véget ért és az időzítő/számláló megszakításkérését nem töröltük, a CPU rátér az időzítő/számláló megszakítást kezelő rutin végrehajtására. Az i8048 mikrovezérlők programmemóriájában tehát ez a két, megszakításkezelésre kijelölt cím szerepel, egy harmadik kötött cím (a 0H) a reset utáni indulás címe (7. ábra).

A 8048 család tagjait a fejlesztők úgy alakították ki, hogy akár belső, akár külső programmemóriával képesek működni. A külső programmemória ugyanolyan szerepű, mint a belső. A mikrovezérlő egyik csatlakozópontján, az EA lábon lehet logikai szinttel kijelölni, hogy belső vagy külső programmemóriát kívánunk használni. A H szint jelzi a külső memória alkalmazását, az L a belsőét. Az EA láb logikai értékét a 8048 a reset-folyamat alatt vizsgálja meg, tehát már a reset utáni indu-

láskor a kijelölt módon, azaz a belső vagy a külső programmemóriából indul a működés. Ennek megfelelően a belső vagy a külső programmemóriában kell a 0h, a 3h és a 7h címen elhelyezni a reset utáni programrészhez és a megszakításokat kezelő szubrutinokhoz vezető utasításokat.

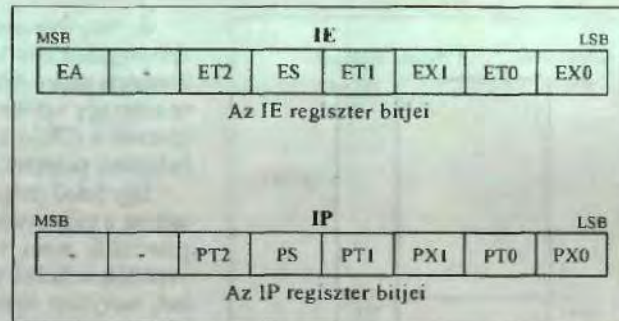
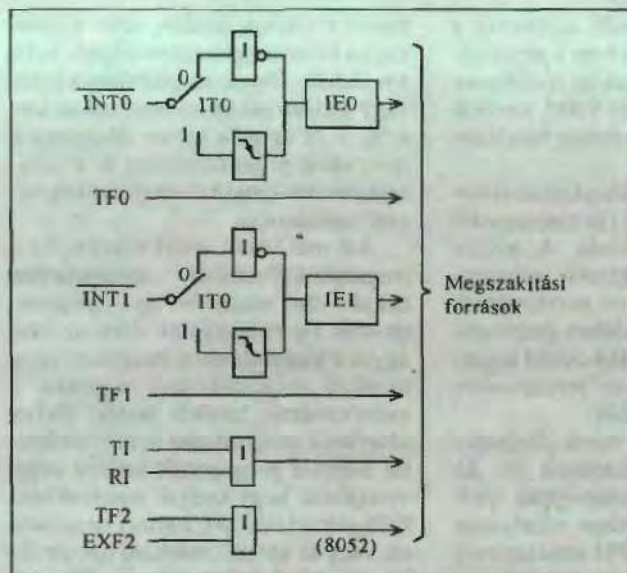
Azt már láttuk, miért előnyös, ha a megszakításforráshoz egyértelműen hozzá van rendelve egy programtár-cím. De megoldhatta volna az Intel úgy is a megszakítások kezelését, hogy mindkét megszakításhoz ugyanazt a memóriacímet rendeli hozzá. Ekkor azonban a megszakítást kezelő szubrutin elején a programnak kellene megvizsgálnia, hogy melyik megszakításforrás aktivizálódott, a külső megszakítás vagy az időzítő/számláló túlszordulása miatt indult el a szubrutin. Ehelyett a 8048 (és a többi Intel) mikrovezérlőnél elmarad a vizsgálat, hiszen ha a 3h címről induló szubrutin fut, az egyértelműen a külső megszakítást kezeli, a 7h cínnél kezdődő pedig az időzítő/számláló megszakítási igényét.

A 48-as mikrovezérlőknél mindkét megszakítás maszkolható. Külön utasításpár szolgál a megszakítás engedélyezésére és tiltására a külső megszakításra vonatkozóan és egy másik utasításpárossal lehet az időzítő/számláló megszakításkérését engedélyezni illetve tiltani.

A 8048-as mikrovezérlőknél tehát egy külső és egy belső megszakítás működik. Mindkettő maszkolható. A külső megszakítás magasabb prioritású, mint az időzítő/számláló megszakításkérése. Ha a mikrovezérlőnek több megszakításforrást kell kiszolgálania, akkor már komolyabb rendszert kell kidolgozni. Ilyen kidolgozottabb megszakítási rendszert találunk a 8051 mikrovezérlő-család tagjaiban.

Az 51-es család mikrovezérlőinek öt alapmegszakítása van, a 8052-nél egy hatodik is megjelenik (8. ábra). Az INT0 és az INT1 külső megszakításkérés, a TF0 és a TF1 Timer0 és a Timer1 időzítő/számláló egységek megszakításai.

A TI és az RI a soros portból eredő megszakítások (a TI az adóé, az RI a vevőé), a TF2 a 8052-ben kialakított Timer2 időzítő/számláló megszakítása, az EXF2 a 8052 változatok új külső megszakításkérő bemenete. Látható, hogy az utóbbi megszakításforrások ketten-ketten vagylagosan jelentkezhetnek; a CPU ezeket a párokat egyetlen megszakítási eseményként látja.



8. ábra

9. ábra

A 8048 minden belső működést, beállítást egy-egy utasítással oldott meg, pl. az egyes megszakítások engedélyezését és tiltását is külön-külön utasításokkal lehetett előírni. A 8051 család a korszerű regiszteres kezelést valósítja meg minden belső elem, periféria kezelésénél. A különféle beállításokat egy-egy bit vagy bitsorozat értékének beállításával lehet megoldani. Az erre a célra szolgáló bitek a speciális funkciójú regiszterekben (SFR) találhatók. A megszakításokat két ilyen regiszter szolgálja ki: az IE és az IP. Az időzítő/számlálókat kezelő speciális funkciójú regiszter a TCON, amit a 8052-ben a TCON2 egészít ki. A TCON regiszterekben is található néhány bit, amelyek a megszakítások vezérlését egészítik ki.

Az INT0 és az INT1 külső megszakításkérések bármelyike lehet szintaktív vagy élektív. A TCON két bitje, az IT0 és az IT1 0 értéke azt jelzi, hogy a megszakításkérő bemenetre vezetett L szint fogja kiváltani a megszakítást (szintaktív működés), az IT bitek 1 értéke az élektív működést váltja ki.

Ugyancsak a TCON regiszterben található az IE0 és az IE1 bit, ezek jelzik a külső megszakításkérést. A szintaktív üzemmódban az IE bit mindaddig 1 értékű, amíg a megfelelő bemeneten L szint áll. Ha megtörténik a megszakítás elfogadása és elkezdődik a szubrutin végrehajtása, akkor gondoskodni kell arról, hogy az INT0 illetve INT1 bemenete befejeződjék az L szint (azaz H szint jelenjen meg). Élektív üzemmódban a lefutó él beírja az IE biteket 1 értékre, s amikor a CPU elfogadta a

megszakítást és a megfelelő címről indul a szubrutin végrehajtása, a hardver a biteket automatikusan törli.

A Timer0 és a Timer1 időzítő/számláló egység kezdeményezheti a TF0 illetve TF1 megszakítást, amikor valamelyik túlcsoordul. Ezeket a megszakításjelző flageket is a hardver törli, a megfelelő szubrutin indulásakor.

A logikai VAGY kapcsolatban levő TI és RI bit a soros port vevőjének, illetve adójának megszakításigényét jelzi. Ezeket a jelzőbiteket a hardver nem törli a szubrutin indulásakor, hiszen nem lehet tudni, melyik egység kezdeményezte a megszakítást. Az induló megszakításkezelő szubrutinnak kell megvizsgálnia ezeket a biteket és amelyik 1 értékű, azt kitörli, de egyúttal azt is megtudta, hogy a vevő vagy adó kezdeményezte-e a megszakítást. Ezután a szubrutin ennek megfelelően folytatja a munkáját.

Hasonló a helyzet a 8052 változatokban, ha a TF2 (a Timer2 megszakításkérő) vagy az újabb külső megszakításkérő bemenet aktivizálódik, hiszen ezek is logikai VAGY kapcsolatban jelzik az igényüket.

Egy érdekes kiegészítő lehetőséget nyújt a speciális funkciójú regiszterek alkalmazása. Ezeknek a regisztereknek bármelyik bitjét a mikrovezérlő szoftveréből is lehet kezelni, azaz bármikor 1-re vagy 0-ra állíthatók. Ez azt jelenti, hogy a megszakítási szubrutinokat a programból is aktivizálni lehet, bár a 8051-es családnak nincs megszakítás-utasítása.

A 8051 mikrovezérlőknél minden megszakítás egyenként engedélyezhe-

tő/tiltható a saját maszkbitjével. Ezek a bitek az IE regiszterben vannak összegyűjtve (9. ábra, felső regiszter). A regiszterben egy globális maszkbit is található, amelyik az összes megszakítást egyszerre tudja tiltani (EA).

Az IE-regiszter egyes bitjei a következőképpen működnek:

EA = Globális megszakításengedélyező bit

EA = 0 esetén minden megszakítás tiltott,

EA = 1 beállításakor az a megszakítás érvényesül, melynek az egyedi engedélyező bitje is 1 értékű

ETi = Az i sorszámu időzítő/számláló megszakításkéréseinek engedélyezése, engedélyezett a megszakítás, ha EA = 1 és ez a bit is 1 értékű.

ES = A soros port megszakításkéréseinek engedélyezése, engedélyezett ezeknek a megszakításoknak működése, ha EA = 1 és ez a bit is 1 értékű.

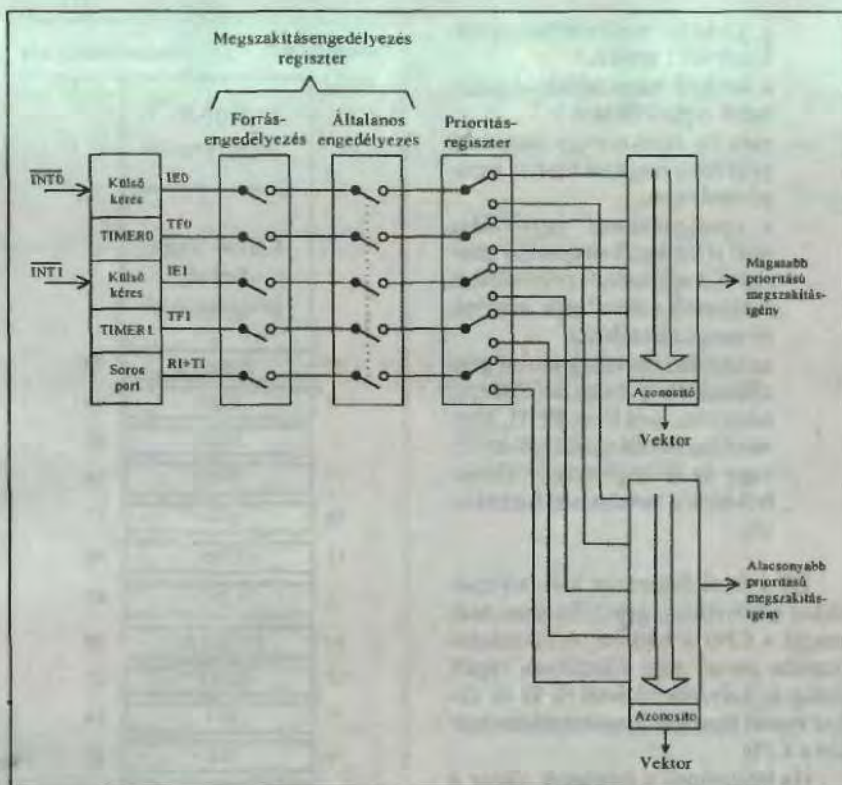
EXi = Az i sorszámu külső megszakításkérő bemenet megszakításkérésének engedélyezése. Engedélyezett a megszakítás, ha EA = 1 és ez a bit is 1 értékű.

A 8051 mikrovezérlőben a megszakítások két prioritási szint egyikére helyezhetők (az alacsonyabb illetve a magasabb szintre). A prioritási szinthez egy másik speciális funkciójú regiszterben (IP) egyenként lehet hozzárendelni a megszakításokat (ld. a 9. ábrán az alsó regisztert).

Az IP regiszterben lévő bitek ismeretése:

Ha az IP regiszterben egy bit 1 értékű, akkor az adott megszakítás a magasabb prioritási szintre kerül, míg a 0 értékű bit az illető megszakítást az alacsonyabb prioritási szintre helyezi. Az egyes bitek szerepe a következő:

PTi = a Timeri időzítő/számláló megszakításainak prioritásbitje,



10. ábra

PS = a soros port megszakításainak prioritásbitje

PXi = az IEi külső megszakításkérés prioritásbitje.

Ha fut valamelyik alacsonyabb prioritásra beállított megszakítás kiszolgáló rutinja és beérkezik egy olyan megszakításkérés, amelyik a magasabb prioritási szinthez van rendelve, akkor a futó rutin megszakad és elkezdődik az új megszakításkérés kiszolgálása. A magasabb szinthez tartozó megszakítás rutinját sem a saját szintjén lévő, sem az alacsonyabb prioritási szinten lévő megszakításkérés nem tudja megszakítani.

Előfordulhat, hogy a mikrovezérlő egyidejűleg több, azonos prioritású megszakításkérést is érzékel. Ebben az esetben az segíti az egyértelmű működést, hogy a megszakításkéréseket egy másodlagos prioritási rendbe is besorolták.

A legfelső szinten ebben a másodlagos sorrendben az IE0 áll, ezt követik sorrendben a TF0, az IE1, a TF1, az RI VAGY TI, a legkisebb prioritású a TF2 VAGY EXF2. Nagyon fontos tudni, hogy ez a másodlagos prioritási sorrend csak akkor működik, ha a mikrovezérlő a megszakításkérés vizsgálatakor egyi-

dejűleg több megszakításkérést is tapasztal. A már futó megszakításkezelő rutin esetleges megszakítása szempontjából csak az elsődleges prioritásnak (az alacsonyabb illetve magasabb szintnek) van jelentősége.

Az Intel a 8051 megszakítási logikáját kapcsolók segítségével szokta szemléltetni a katalógusokban (10. ábra). Egyedi kapcsolók jelképezik itt az egyedi maszkbiteket, egy közösen kezelt kapcsoló utal a globális maszkbitre, kétállású kapcsolókkal jelenik meg a prioritásválasztás lehetősége.

Miután a megszakítások rendszerével megismerkedtünk, vizsgáljuk meg, mit is jelent az, ha valamelyik megszakítás aktivizálódik, miről tájékoztatja ez az esemény a CPU-t! A külső megszakításkérő bemenetek esetében az ott kialakuló aktiv jel a külső megszakításforrás jelentkezését jelzi.

Erről többet nem tudunk mondani, hiszen a részletek attól függőek, hogy milyen áramkör állítja elő ezt a jelet. Lehet ez egy érzékelő, s akkor kér megszakítást, ha egy figyelt fizikai jelenség előáll vagy megszűnik. De lehet pl. egy feszültségkomparátor, aminek jelére akkor kérhet megszakítást, ha a megfigyelt feszültség átlépi a küszöbszintet. De lehet ez a jel egy billentyűzet jelzése

is, hogy valamelyik nyomógombot megnyomták.

Ha a 8051 mellett pl. külső A/D konverter működik, megszakításkéréssel jelezheti, ha letelt a konverziós idő, azaz befejezte a konverziót. Ezek a példák azért is jellegzetesek, mert a felsorolt elemek a mikrovezérlők fejlesztése során egy-egy változatba beépültek, s akkor belső perifériamegszakításként jelentkeznek ugyanezek a megszakítási események.

Az időzítő/számláló áramköröknél a megszakításkérés azt jelzi, hogy a számláló túlsordult, azaz a számláló-regiszter felvette a legnagyobb értékét (minden bit 1 értékű), majd egy következő számlálási esemény hatására ki-nullázódott.

A soros portnál a megszakításkérés jelentése a port üzemmódjától függ. A Mode0 üzemmódban a soros port szinkron soros átvitelt valósít meg. A soros vevő bemenete, az RxD ebben az üzemmódban a kétirányú adatkezelést valósítja meg (adatvezeték), a soros adó kimenete, a TxD pedig az órajelet küldi ki. Mivel ebben az üzemmódban a 8051 küldi ki az órajelet, az adatkapcsolatban master szerepű; csak olyan elemekkel tud együttműködni, melyek slave szerepűek (amelyek az órajeletet fogadják, nem kiküldik). Nyolcbites adatok kiküldése és fogadása történhet ebben az üzemmódban. Kiküldéskor az adat érvényességét, fogadáskor a beolvasási időpontot jelzi az órajel.

Az adó megszakításkérése (TI) a Mode0 üzemmódban azt jelzi, hogy a nyolcadik bitet kiküldte az adatvonalon. A vevőnél a megszakításkérés (RI) szintén a nyolcadik bitidő végén vált aktív szintre, jelezve, hogy beérkezett egy újabb nyolcbites adat.

A soros port Mode1...Mode3 üzemmódjai RS232C jellegű aszinkron soros jelátvitelt valósítanak meg. Változó a kezelt bitek száma illetve az átviteli sebesség (Baud Rate) értéke. Ezekben az üzemmódokban a TI akkor aktivizálódik, ha a kiküldött adatot lezáró STOP bit megjelenik a soros adó kimenetén, azaz az adó regiszterébe betöltött kimenőadat kiküldése megtörtént. A vevő RI megszakításkérése pedig a vett adat STOP bitjének feldolgozást jelzi, így arra utal, hogy új adat érkezett a vevő regiszterébe.

Az 51-es mikrovezérlőknél az Intel továbbra is külön-külön szubrutin kezdőcímetek jelölt ki a megszakításforrásokhoz. Mivel itt a klasszikus 8051-es

Decimális cím	Hexadecimális cím
65535	FFFF
	Külső programtár
	Külső vagy belső programtár
43	TF2/EXF2 2B
35	R1/T1 23
27	TF1 1B
19	IE1 13
11	TF0 B
3	IE0 3
0	Reset belépés 0

11. ábra

áramköröknél is öt illetve hat megszakítási esemény is szerepelt, a programmemória elején megszáporodtak a kötött belépési pontok (11. ábra). Itt is nyilvánvaló, hogy a belépési pontok közötti kis területeken nem fér el egy-egy megszakításkészítő szubrutin, csak az ugró utasítás, amivel a CPU rálép a tényleges rutin kezdőpontjára.

A 8051 mikrovezérlők rendkívül nagy népszerűségnek örvendenek. Az Intelnek sikerült egy igen hatékony hardverstruktúrát és egy nagy teljesítményű utasításkészletet alkotnia. Több félvezetőgyártó is folyamatosan fejleszt 8051 maggal mikrovezérlőket, amelyek elsősorban abban különböznek a 8051-től, hogy több belső egység, több periféria van bennük. Mivel ezeket újabb megszakításokkal lehet kezelni, a programmemória elején is megszáporodnak a belépési pontok. A 12. ábrán pl. az Infineon C505 típusú mikrovezérlőjének a programmemóriája látható, melyben hét újabb megszakítási vektorcím jelent meg.

Az utasítások végrehajtásának végén, az utolsó gépi ciklus folyamán vizsgálja meg a mikrovezérlő a megszakításkéréseket. A következő gépi ciklusban történik meg a megszakítási szubrutinra ugrás, de csak akkor, ha a következő feltételek mind teljesülnek:

- a globális megszakításengedélyező bit 1 értékű,
- a konkrét megszakítás engedélyező bitje 1 értékű,
- nem fut azonos vagy magasabb prioritású megszakításhoz tartozó szubrutin,
- a megszakítással egyidejűleg nem jelentkezik magasabb prioritású, vagy azonos prioritású de magasabb másodlagos prioritású megszakításkérés,
- az utasítás, melynek utolsó gépi ciklusában a megszakításkérés jelen van, nem lehet RETI, illetve olyan utasítás, amelyik az IE-vagy az IP-regiszterek valamelyikének a tartalmával foglalkozik.

Ha a fenti feltételsor nem teljesül, akkor a következő gépi ciklusban nem reagál a CPU a kérésre. A következő utasítás utolsó gépi ciklusának végén pedig új helyzetként értékeli ki az akkor éppen fennálló megszakításkéréseket a CPU.

Ha teljesülnek a feltételek, akkor a 8051 egy szubrutinhívást hajt végre, a szubrutin kezdőcíme a megszakításforrásnak megfelelő érték lesz. A szubrutinra ugrás előtt a CPU a verembe menti a PC tartalmát. A megszakítást kezelő szubrutin végén RETI utasításnak kell állnia. Ez jelzi a CPU számára, hogy a megszakítást kiszolgáló szubrutin véget ért, azaz befejeződött a megszakítási állapot. A veremből a PC tartalma visszatöltődik, folytatódik a megszakított program.

A megszakítási szubrutin végére a normál szubrutinlezárási utasítás, a RET is elhelyezhető, ennek hatására is lezárul a szubrutin, visszatöltődik a PC tartalma és visszatér a mikrovezérlő a megszakított program folytatásához, de a CPU úgy érzékeli, hogy a megszakítási állapot még folyamatosan fennáll.

Az Intel 51-es család CMOS kivitelű tagjainál két csökkentett tápáramú üzemmódot lehet használni, ezeket a programból, utasítással lehet kiváltani. Az egyik a Power Down üzemmód, ebből csak resettel lehet továbbindítani az áramkört. A Power Down módban rendkívül kicsi a fogyasztás, igaz, gyakorlatilag a mikrovezérlő nem is működik (az oszcillátor leáll, nincs belső működés, csak az adatmemória tartalma őrződik meg). A másik kisáramú működési mód az Idle, ebben az oszcillátor működik és szintén működik a soros port, valamennyi időzítő/számláló, a

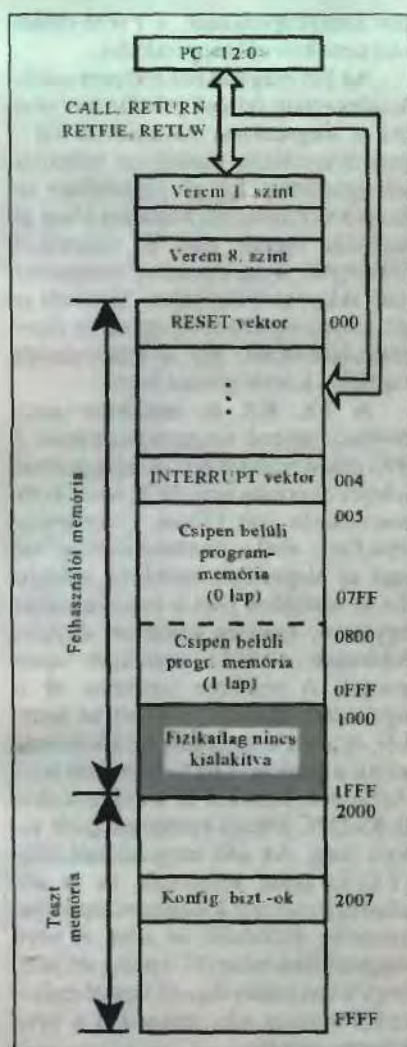
Decimális cím	Hexadecimális cím
65535	FFFF
	Külső programtár
	Külső vagy belső programtár
43	Wake-Up 7B
43	IEX6 6B
35	IEX5 63
27	IEX4 5B
19	IEX3 53
11	CAN 4B
3	ADC 43
43	TF2/EXF2 2B
35	R1/T1 23
27	TF1 1B
19	IE1 13
11	TF0 B
3	IE0 3
0	Reset belépés 0

12. ábra

megszakítási logika. Ebből az állapotból a reset mellett megszakítással is „ébreszthető” a mikrovezérlő. Ez tehát a megszakítások újabb alkalmazási lehetősége. Mindazok az események, amik megszakítást válthatnak ki, ilyen módon a normál működésbe is visszahozhatják a mikrovezérlőt az Idle állapotból. Ennek természetesen az az előfeltétele, hogy az általános megszakítás engedélyező bit és az ébresztésre kismelt megszakítás egyedi maszkbitje az Idle módba történő belépéskor engedélyezett (azaz 1) értékű legyen.

4. A Microchip PIC mikrovezérlőinek megszakítási megoldásai

A mai mikrovezérlők egy jelentős része a 8051-gyel kompatibilis eszköz, 51-es magra épül, azzal egyező a hierarchiája és az utasításkészlete. Sok gyártó azonban saját, új felépítésű mikrovezérlőkkel jelentkezik. Ilyen a viszonylag fiatal Microchip is, amelyik 1990 óta gyártja PIC típusjelzésű mikrovezérlőit. Ebben a fejezetben már főként



13. ábra

nem arra koncentrálunk, hogy milyen feladatot látnak el a megszakítások, hiszen ezzel már megismerkedtünk a korábbiakban. Elsősorban akkor kerül szóba egy megszakításforrás, ha újszerű, sajátos szerepű. Amire a figyelmet a következőkben szeretnénk felhívni, az inkább a megszakítások szervezése, a megszakítási logika felépítése, működése.

Amikor 1989–1990 folyamán elhatározták a Microchip fejlesztői, hogy mikrovezérlőt fognak gyártani, a feltárt piaci igények alapján úgy döntöttek, hogy a legegyszerűbb, legkisebb mikrovezérlők piacán fognak megjeleníteni. Az első Microchip mikrovezérlő-család, a PIC16C5x sorozat valóban olyan egyszerű áramköröket tartalmaz, amelyekre éppen csak rá lehet mondani, hogy mikrovezérlők. A CPU-n kívül programmemóriát, adatmemóriát,

párhuzamos portokat és egyetlen időzítő/számlálót tartalmaznak ezek az IC-k. És, ami a mi szempontunkból érdekes, ennél a csoportnál nincs megszakítási lehetőség. Sem belső, sem külső! Így még az Intel 8048-nál is egyszerűbbre sikeredtek ezek az áramkörök!

Eredetileg egyszerű perifériák kezelésére tervezték a PIC mikrovezérlőket (Peripheral Interface Circuit), de számos nagyon kellemes tulajdonságuk miatt rendkívül sok különféle feladatra kezdték alkalmazni a felhasználók. Így viszont a megszakítások hiánya hamarosan elégedetlenséget okozott, hiszen a többi korabeli mikrovezérlő már mind hatékony megszakítási rendszert tartalmazott, s a fejlesztők hozzászórtak ezek használatához.

A Microchip minden mikrovezérlőjének az alkalmazását számos különféle módon támogatja, pl. ingyenes fejlesztőszoftvert biztosít, s az alkalmazási segédletek (Application Notes) egyre bővülő készletét is térítésmentesen a felhasználók rendelkezésére bocsátja. Ezek között igen hamar megjelent az az alkalmazási tanácsadó [1], amelyik leírja, hogyan lehet a PIC16C5x mikrovezérlőknél megszakítási folyamathoz hasonló hatást elérni.

Az alapötlet az, hogy az egyik porton keresztül lehet fogadni a megszakításkéréseket, mégpedig olyan módon, hogy a megszakítás-forrás a portra olyan kettes számrendszerbeli értéket

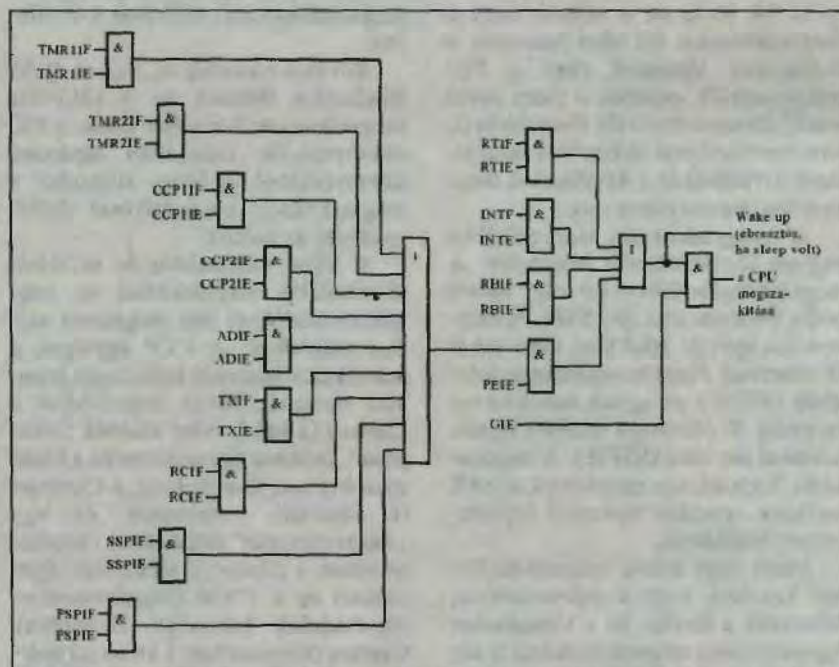
küld, ami az elindítandó szubrutinra utal.

A mikrovezérlő beolvassa a port tartalmát és hozzáadja a PC-ben lévő értékhez. Az így kialakuló címenek egy-egy ugróutasítást kell elhelyezni, amelyek a megfelelő szubrutin elejére vezetnek a CPU-t. Ha a port négy bitjét használjuk fel erre a célra, 16 különféle megszakítási igényt lehet kiszolgálni.

Ezt a programrészt a mikrovezérlő programjának a végére javasolják elhelyezni, így amikor az lefut (s mielőtt ciklikusan ismét előlről indulna), akkor vizsgálja meg az esetleges „megszakítási igényeket” a mikrovezérlő. Ennek a megoldásnak nagy előnye, hogy (a felhasznált portpontok számától függően) akár nagyszámú különböző megszakításforrás kezelését is biztosítja. Ugyanakkor a megszakításkérésekre a válaszidő a mikrovezérlő programjától függően viszonylag hosszú is lehet.

A PIC mikrovezérlők következő generációjánál, a PIC16Cxx családnál már külső és belső megszakítások egyaránt vannak, és fejlett logika szerint működnek. A megszakítások rögzített címről indítanak szubrutint, mégpedig egyetlen címről. A 13. ábrán egy PIC16Cxx mikrovezérlő programmemóriáját mutatjuk be. Látható, hogy a megszakítások hatására a 004h címről indul a szubrutin.

Eszerint bármelyik megszakításforrás kezdeményezte a megszakítást,



14. ábra

minden esetben a 004h címen kezdődő szubrutin fut le. Ebből következik, hogy a szubrutin elején ki kell elemezni a megszakításforrások állapotát, meg kell állapítani, hogy melyikük váltotta ki a megszakítást, s annak megfelelően kell megválasztani a szubrutin további menetének irányát. További feladat, hogy a szoftvernek kell kitörölnie a megszakításkérést jelző biteket is.

A megszakítási rendszer logikáját a 14. ábra szemlélteti. A Microchip nem kapcsolókkal, hanem logikai kapuhálózattal ábrázolja mikrovezérlőinek megszakítási rendszerét.

Minden megszakítás maszkolható, sőt, mint látható, többszörösen is. Az összes megszakítást képes tiltani a globális maszkbit, a GIE. Ha ez a bit 0 értékű, akkor egyik megszakítás sem hat. A megszakításforrásokat két csoportra osztották, az egyikbe a CPU-megszakítások tartoznak (RTIF, INTF, RBIF). Ezeknek mind van egyedi maszkbitjük. Ha a GIE = 1, akkor még egyenként mindegyik letiltható vagy engedélyezhető.

A többi megszakítást perifériamegszakításnak nevezi a Microchip, s ez a csoport ismét kapott egy közös maszkbitet, ez a PEIE. A perifériák megszakításai akkor juthatnak érvényre, ha a GIE = 1 és a PEIE = 1, valamint a saját egyedi maszkbitjük is 1 értékű (hiszen a periféria-megszakítások mindegyikénél szerepel egy-egy egyedi maszkbit is).

A 14. ábrán az is látható, hogy a megszakításokat fel lehet használni a csökkentett tápáramú (ami a PIC mikrovezérlők esetében a sleep nevet viseli) üzemmódból való ébresztésre is, természetesen csak akkor, ha a sleep állapot kiváltásakor a kiválasztott megszakítás engedélyezett volt.

A megszakítások elnevezésében nagyon következetes a Microchip. A megszakításforrásokra két vagy három betűs rövidítés utal (pl. SSP). A megszakítás igényét jelző flag neve ebből IF (Interrupt Flag) hozzáadásával képződik (SSPIF), az egyedi maszkbit neve pedig IE (Interrupt Enable) hozzáadásával jön létre (SSPIE). A megszakítási flagbitek és a maszkbitek az SFR területen, speciális funkciójú regiszterekben találhatók.

Mivel nagy számú megszakításforrást kezelnek ezek a mikrovezérlők, felvetődik a kérdés, ha a vizsgálatkor egyszerre több megszakításkérés is aktív, hogyan választ közülük a mikrovezérlő? Nincs ugyanis definiált priori-

tási sorrend és programozható prioritási szintek sincsenek! Tudjuk, hogy a 004h címen kezdődő szubrutin vizsgálja meg a megszakítási flagbitek értékeit, s így keresi meg, melyik kezdeményezte a szubrutin indítását. És éppen itt van a megoldás kulcsa! Amilyen sorrendben ez a program megvizsgálja a jelzőbiteket, abban a sorrendben tudnak érvényesülni a megszakítások! Tehát a prioritást a lekérdezésük, letapogatási sorrend határozza meg! Ez egy rendkívül rugalmas, bármikor átszervezhető sorrendiség, így nagyon kelleme a felhasználóknak. Igaz viszont, hogy megnöveli a megszakítások választási időit, hiszen végig kell vizsgálni a jelzőbitek rövidebb-hosszabb sorát, mielőtt az aktuális jelzőbitre ráakad a program. (A szerkesztő megjegyzése: a modern μ C-k viszonylag magas órajel-frekvenciáit tekintve, ez az idő általában elhanyagolható.)

A PIC16Cxx mikrovezérlőknél a letapogatással megvalósított prioritásnak csak akkor van jelentősége, amikor egyszerre több megszakításforrás is megszakítást kezdeményez. Ha a mikrovezérlő elfogad egy megszakításkérést és elindul a kiszolgáló szubrutin, akkor már egyetlen megszakításra sem reagál az áramkör (a GIE automatikusan 0-ra vált). A megszakítást kezelő szubrutin végére egy RETFIE utasítás kerül, ez fogja a veremből visszatölteni a PC-be a megszakított program következő címét, és egyúttal engedélyezi a megszakításokat (a GIE bitet 1-re állítja).

Röviden tekintsük át, milyen újabb feladatokat töltenek be a különféle megszakítások! Mint már láttuk, a PIC mikrovezérlők csökkentett tápáramú üzemmódjából, a Sleep állapotból a megszakítások bármelyikével felébrésztethető az eszköz.

A külső megszakítás és az időzítő/számláló megszakításai az Intel mikrovezérlőknél már megismert módon működnek. A CCP egységek a számlálókat használó különleges áramkörü részletek, három üzemmódjuk a Capture (a belső, mért időérték „elkapása”, áttöltése egy regiszterbe a külső esemény megjelenésekor), a Compare (a számláló tartalmának és egy „alarm-regiszter” tartalmának összehasonlítása, s kimenőjel előállítás egyezéskor) és a PWM (impulzusszélesség-modulált kimenőjel előállítása). Capture üzemmódban a külső jel beérkezésekor keletkezik megszakítás-igény, Compare üzemmódban az egye-

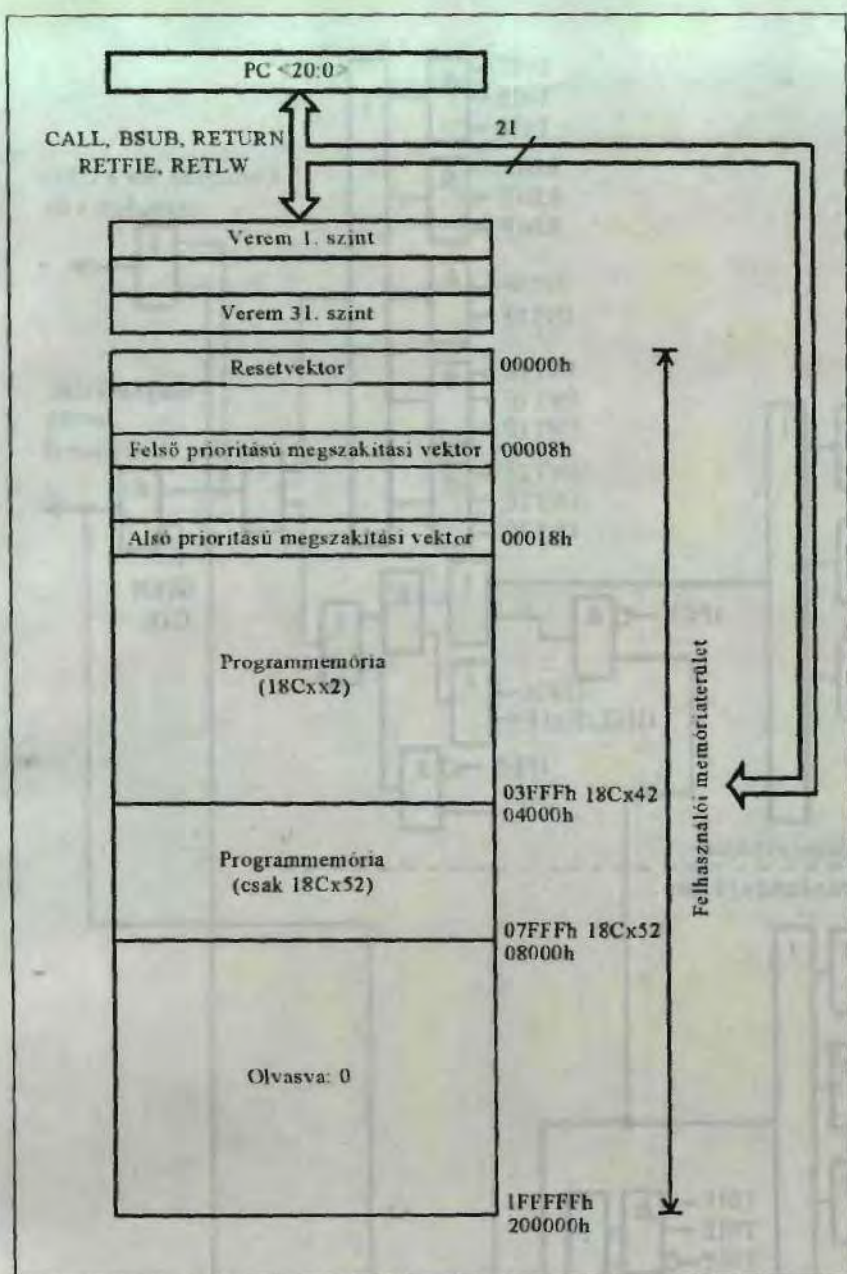
zés megállapításakor, a PWM-működés nem használ megszakítást.

Az RB megszakítás a B port csatlakozópontjain fellépő jelváltozást jelzi. Ez a megszakítás használható fel a mikrovezérlőhöz csatlakozó billentyűzet kezelésére. Így pl. megoldható az, hogy a mikrovezérlő általában Sleep állapotban legyen, csak ha valamelyik billentyűt, nyomógombot megnyomják, akkor aktivizálódjon. Célszerű ez pl. a nyomógombos beléptető és riasztórendszereknél, így a mikrovezérlő táplálása kisebb gondot jelent.

A TX, RX az aszinkron soros porthoz tartozó megszakítás-páros. A PIC mikrovezérlőkben ennek a portnak a teljes és pontos neve SCP, soros kommunikációs port (Serial Communication Port), ahol a „kommunikációs” szó utal az alapvetően aszinkron jellegre. Ez az aszinkron port is képes azonban egyszerű, órajeles szinkron átvitelre (akárcsak a 8051 aszinkron soros portja). A szinkron üzemben itt is nyolcbites adatokat továbbít az áramkör, és a TX a nyolcadik bit kiküldését, az RC a nyolcadik bit befogadását jelzi. Aszinkron üzemben ez a mikrovezérlő is RS232C jellegű kommunikációt valósít meg. Az adó megszakításkérése (TX) itt akkor keletkezik, ha az adó adatregiszteréből a kimeneti léptetőregiszterbe áttöltődött az adat. A vevő megszakításkérése (RC) pedig azt jelzi, hogy a vett adatot fogadó léptetőregiszterből a teljes adat áttöltődött a vevő adatregiszterbe.

A szinkron soros port (SSP) két szabványos szinkron átvitelt képes megvalósítani, az SPI-t és az I²C-t. Az SPI esetében a nyolcadik bit kiküldését, illetve fogadását jelzi az SSP megszakításkérése. Az I²C szabványnak megfelelő kommunikációban a megszakítás címközléskor a címet követő R/W bit után jelenik meg, adatmozgáskor a nyolcadik adatbit megjelenésekor.

A PSP (Processor Slave Port) egy sajátos lehetőség. Ezen port használatkor a mikrovezérlő úgy jelenik meg egy másik processzor, mikrovezérlő, mikroszámítógép (főlérendelt eszköz) számára, mint egy hagyományos egyszerű I/O elem, azaz 8 vezetékekkel az adatbuszra csatlakozik, s vezérelhető a szokásos vezérlőjeleken át (RD, WR, CS). A PSP-ben egy bemeneti és egy kimeneti regiszter található ilyenkor. A bemeneti fogadja a főlérendelt eszköz által beírt adatot, a kimeneti tárolja a főlérendelt elem által kiolvasható értéket. Amikor a mikrovezérlő PSP és a



15. ábra

főlérendelt eszköz között végbement egy adatírás vagy adatolvasás, akkor keletkezik az PSP megszakítási igény.

Végül a PIC16Cxx mikrovezérlők egy részében már megtalálható az A/D átalakító is. Amikor a konverter befejezi az analóg jel átalakítását, akkor lép fel az AD megszakítás. Ez nemcsak arra használható fel, hogy ne kelljen folyamatosan figyelni, elkészült-e már az átkonvertált bináris érték, hanem hozzájárul a nagypontosságú konverzióhoz is. A mikrovezérlő rendkívül kis térfogatban valósítja meg a különféle

áramkörü részleteket, s ezek a tápfeszültség, a GND vezetéseken és jelvezetéseken át is kapcsolatban vannak egymással. A különféle egységek (programmemória, adatmemória, alapszincillátor, soros és párhuzamos portok, különféle megszakítások) kisebb-nagyobb villamos zajokat keltenek a mikrovezérlő belsejében. Ezek a digitális részleteket nem zavarják, de hatásosan lehetnek az A/D működésére. Ezért azt javasolja a Microchip, hogy az A/D konverzió idejére a mikrovezérlőt a felhasználó kapcsolja Sleep állapotba.

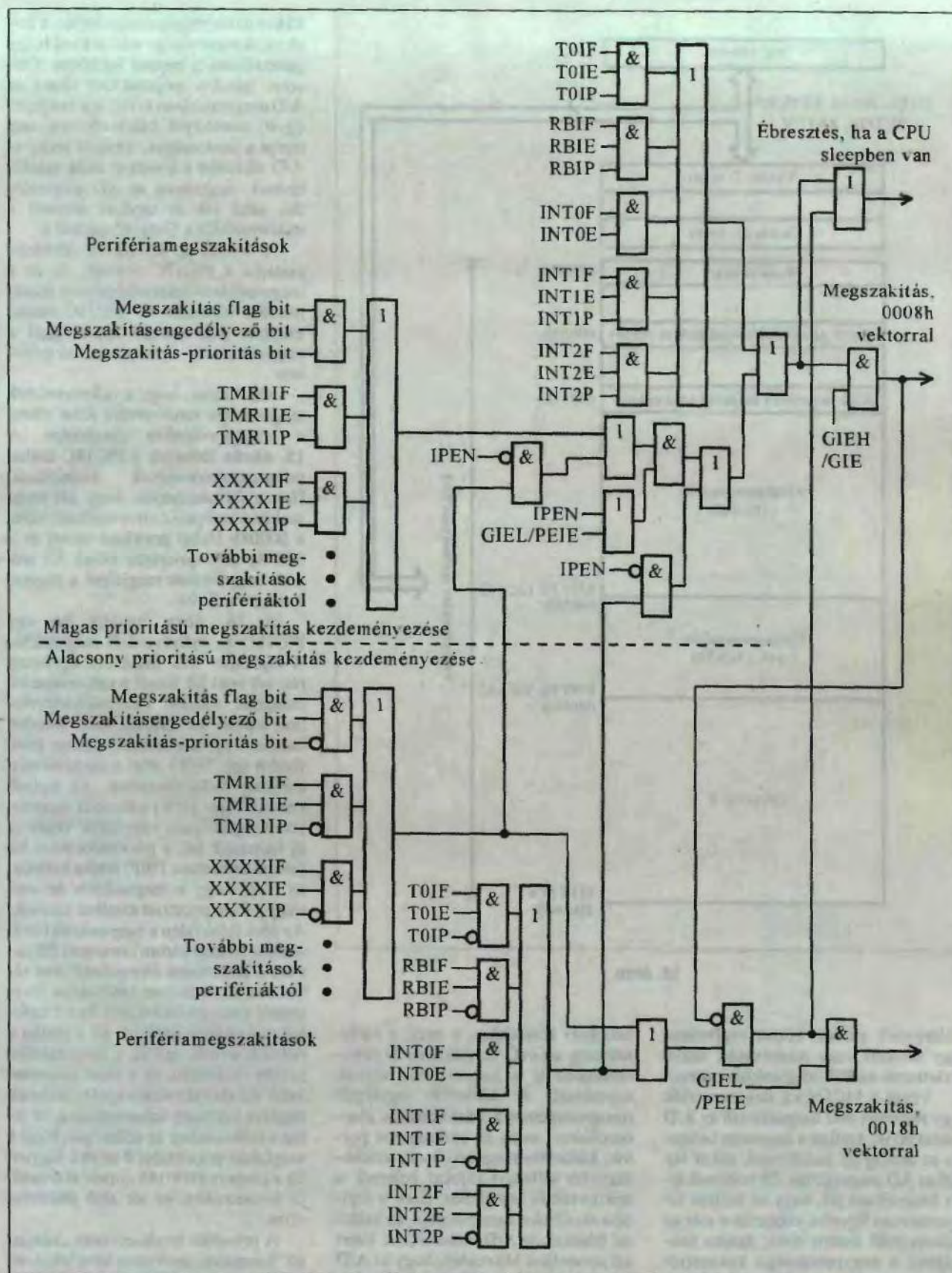
Ekkor nincs programvégrehajtás, a belső zajok mennyisége sokkal kisebb, így garantálható a pontos működés. Cél szerű minden megszakítást tiltani az A/D megszakításán kívül, így esetleges egyéb események bekövetkezése sem rontja a pontosságot. Amikor pedig az A/D elkészült a kimeneti érték előállításával, megjelenik az AD megszakítás, jelzi ezt és egyben ébreszti a mikrovezérlőt a Sleep állapotból is.

A Microchip következő áramkörös családja a PIC17C sorozat, de ez a megszakítások tekintetében nem hozott jelentős változást. A PIC18C család azonban már szolgál újdonsággal a megszakítások szervezése tekintetében.

Már tudjuk, hogy a mikrovezérlők megszakítási rendszeréről sokat elárul a programmemória címtérképe. A 15. ábrán láthatjuk a PIC18C család programmemóriájának kialakítását. Hamar felfedezhetjük, hogy két megszakítási belépési cím is található rajta, a 00008h (felső prioritási szint) és a 00018h (alsó prioritási szint). Ez arra utal, hogy itt már megjelent a programozható prioritás.

A 16. ábra mutatja be egy PIC18Cxxx mikrovezérlő megszakítási logikáját. Két, majdnem egyforma részből épül fel. Ennél a mikrovezérlő-családnál minden megszakításforráshoz három bit tartozik már. Minden esetben egy megszakítási igényt jelző flagbit (pl. TOIF) jelzi a megszakítási esemény bekövetkezését. Az egyedi maszkbit (pl. TOIE) a konkrét megszakítást engedélyezi, vagy tiltja. Végül az új harmadik bit, a prioritásbeállító bit (ebben az esetben TOIP) értéke határozza meg, hogy a megszakítás az alsó vagy a felső prioritási szinthez tartozik. Az ábra felső felén a megszakításforrásokhoz tartozó három bemenetű ES kapura a prioritásbit közvetlenül van rávezetve, ezen az úton tehát akkor érvényesül a megszakításkérés, ha a megfelelő prioritásbit értéke 1. Ez a terület a 00008h címről indítja a megszakítást kezelő szubrutint, ez a felső prioritási szint. Az alsó ábrafelén a prioritási bitek negálva kerülnek felhasználásra, itt tehát a működéshez az szükséges, hogy a megfelelő prioritásbit 0 értékű legyen. Ez a csoport a 00018h címről aktivizálja a szubrutint, ez az alsó prioritási szint.

A prioritási rendszert nem „kötelező” használni; szoftveres úton lehet engedélyezni vagy kikapcsolni a kétszintes megszakításkezelést. Ha az IPEN



16. ábra

értéke 1, akkor működik a kétszintes rendszer. Ebben az esetben két speciális csoportos maszkbit is szerepet kap, a GIEH (ami az összes felső szintre állított prioritású megszakítást engedélyezi vagy tiltja) és a GIEL (ez az alsó prioritási szinthez rendelt megszakítások közös maszkja). Ha bekövetkezik a megszakítási esemény, engedélyezett az egyedi maszkbit 1 értékével és a megfelelő csoportmaszk is 1 értékű, akkor a prioritási szintnek megfelelően a 00008h vagy a 00018h címről indul a szubrutin. Az egyes megszakításokat továbbra is le lehet tiltani a saját maszkbitjük 0-ra állításával.

Ha az IPEN bit 0 értékű, a prioritási logikát kikapcsoltuk, tehát a megszakítási rendszer úgy működik, mint a PIC16Cxx áramköröknél. Ilyenkor az egyes megszakításoknál beállított prioritási szintnek nincs semmilyen hatása, ha egyedileg engedélyezett a megszakítás és a globális engedélyező bit (GIE) is 1 értékű, a 00008h címről fut le a szubrutin.

Ha egy megszakításkérésre a CPU válaszol, azaz a megfelelő címről elkezdődik a szubrutin végrehajtása, az általános megszakítás engedélyező bit törlődik, így akadályozza meg a további megszakításokat. Ha az IPEN bit 0 értékű (tehát nem működik a prioritási rendszer), ez az általános maszkbit a GIE. Ha azonban az IPEN 1 értékű, az általános maszkbit, ami automatikusan törlődik, a GIEH vagy a GIEL, annak megfelelően, hogy a 00008h vagy a 00018h címről indult-e a szubrutin. Ezáltal egy későbbi, felső szintű megszakításkérés az alsó szintű megszakítást kiszolgáló szubrutint képes lesz megszakítani.

A megszakítást kezelő szubrutin indításakor a PC tartalma automatikusan a verembe mentődik. Ezt követően a programban kell a kívánatos sorrendben („másodlagos prioritás”) lekérdezni a megszakítást jelző flagbitek értékét, így lehet megállapítani, melyik típusú megszakítást kell kiszolgálni.

A megszakítást kezelő szubrutint itt is a RETFIE utasítás zárja, ami az automatikusan letiltott általános maszkbitet visszaállítja engedélyezett értékre.

A 16. ábrán azt is megfigyelhetjük, hogy az INT0 külső megszakításkéréshez nem tartozik prioritásbit. Ez a megszakítási esemény, ha a prioritási rendszert engedélyezzük, minden esetben a felső szinthez kapcsolódik, azaz a 00008h címről indítja a megszakítást kiszolgáló szubrutint.

Amikor egy PIC18Cxxx mikrovezérlőnél a CPU elfogad egy megszakítást, a GIE automatikusan 0-ra vált (illetve prioritásos működéskor a GIEL vagy a GIEH), a visszatérési cím pedig a címmentő verembe kerül. A verem 31 cím befogadására alkalmas. Ha egyéb regiszterek tartalmát is menteni kell, azt a megszakításkezelő szubrutinban a felhasználónak kell megoldania.

Van azonban ezekben a mikrovezérlőkben egy különleges tartalommentési lehetőség, az ún. „gyorsverem”, ami megkönnyítheti a megszakítások használatát. A gyorsverembe a megszakítási vektor betöltődésekor automatikusan beíródik az akkumulátor szerepű WREG, a STATUS és a BSR regiszter tartalma. Ezeket gyakran kell elmenteni a megszakítások kezelésének idejére, ezért ez egy jelentős többszolgáltatás. Sajnos azonban ez a „gyorsverem” csak egyszeres mélységű. Ha egy alsó szintű megszakításkéréskor kihasználtuk és a szubrutin közben beérkezik egy felső szintű megszakításkérés, akkor ismét ugyanoda kerülnek a mentett tartalmak, így az elsőként betöltött értékek elvesznek.

A Microchip különleges áramkörei a kis lábszámú mikrovezérlők. A PIC12 sorozatú áramkörök 8 kivezetéses tokokban készülnek. A PIC12C5xx áramkörök PIC16C5x magra épülnek, így ezeknél sincs megszakítási lehetőség. A PIC12C6xxx mikrovezérlők, a PIC16Cxx magnak megfelelően már a teljes megszakítási logikát tartalmazzák. Sajátos módon ezeknél az apróságoknál a megszakítások tekintetében még többszolgáltatásokkal is találkozhatunk.

A PIC12F683 áramkör 8 kivezetéses DIL, SOIC vagy DFN-S tokozással rendelhető. A külső megszakításkérést az 5. lábön tudja fogadni, ahol ez 6 alternatív funkció egyike! A megszakítások minden esetben a 0004h címről indítják a szubrutint.

A tápfeszültség-lábakon kívül minden IC-láb használható párhuzamos port-pontként, s bármelyikhez hozzárendelhető megszakítási lehetőség is, ami a megfelelő csatlakozólábon történő jelváltozást tudja jelezni. A mikrovezérlők biztonságos üzemének az egyik előfeltétele a folyamatosan, megbízhatóan működő alaposzcillátor. Ebben a mikrovezérlőben ezért egy órajel-felügyelő logikai is működik (Fail-Safe Clock Monitor Interrupt). Ez a monitor a külső frekvenciameghatározó elemmel működő oszcillátor frek-

venciáját figyeli. Ha ez 488 Hz alá csökken, akkor a felügyelőáramkör megszakítást kezdeményez, egyúttal átkapcsol a mikrovezérlő belső RC-oszcillátorára.

5. Nemmaszkolható és más különleges megszakítási megoldások

A mikrovezérlők világában a maszkolható megszakítások a jellemzőek, sőt, a legtöbb esetben (mint láttuk is) a megszakításokat többszörösen is maszkolni lehet. A 16 bites mikrovezérlők közelebb állnak a mikroprocesszorokhoz, azoknál szokásos megoldás a nemmaszkolható megoldású megszakítás is, ami a nyolcbites világban kivételes. A következőkben olyan nyolcbites mikrovezérlőket veszünk szemügyre, melyeknél a fejlesztők nemmaszkolható megszakítási lehetőséget is beépítettek. Esetenként ezeknél az áramköröknél további újdonságokat is felfedezhetünk.

Az Infineon XC8xx mikrovezérlői is 8051 magra épülő áramkörök. Ezekben 14 maszkolható és egy nemmaszkolható (NMI) megszakítási lehetőséget találunk, a prioritási szintek száma 4. A nemmaszkolható megszakítás tulajdonképpen a hardver működésében jelentkező hiba esetén alakul ki, de ez a hiba több különféle esemény is lehet! Az egyes típusoknál eltérőek ezek az elsődleges megszakítási okok. Az NMI kialakulásához vezethet a normál futást ellenőrző számláló, a WDT túlszordulása, a tápfeszültség hibás értéke, a flash programmemóriánál kialakuló hibajelzés. (ECC, azaz Error Correction Code megoldást használnak ezekben a mikrovezérlőkben.) Az XC8xx mikrovezérlők az alaposzcillátor jelének többszörösét is használhatják órajelként; ennek előállításában egy PLL áramkör működik közre. Ha a PLL nem tud zárni, akkor is kialakul az NMI jelzés.

A Maxim DS89C420 mikrovezérlő is 8051 jellegű áramkör, amely 12 maszkolható megszakításforrást kezel és egy nemmaszkolható, tápfeszültség-hibát jelző megszakítási lehetőséget. A megszakításokat itt is négy programozható prioritási szinthez lehet hozzárendelni, a nemmaszkolható megszakítás a legfelső prioritáson működik.

A tápfeszültséget ellenőrző megszakítás akkor aktivizálódik, ha az 5 V-os tápfeszültség 4,375 V-ra csökken. Az áramkörbe beépítettek egy

olyan reset-lehetőséget is, ami szintén a tápfeszültségre ügyel. Ennek az aktivizálódási szintje 4,125 V. Ez a kettős megoldás rendkívül rugalmas és megbízható rendszerek kialakítását teszi lehetővé. Ha üzem közben a tápfeszültség csökkenni kezd és átlépi a megszakításhoz vezető értéket, a megszakításkezelő szubrutin először is elment minden olyan adatot, értéket, ami majd a későbbiekben a normál üzem ismételt megindulásakor szükséges lehet. Ha csak a reset-megoldással reagál a mikrovezérlő a tápfeszültség csökkenésére, akkor ilyen mentésekre nincs lehetőség.

A megszakítási rutin a továbbiakban, ha időközben a tápfeszültség nem csökkent a resetelési szint alá, különféle tesztekkel hajthat végre, esetleg rákadhathat egy hibásan működő perifériára, amit lekapcsol és a tápfeszültség ismét normális lehet. Az is elképzelhető, hogy a tápfeszültség nem csökken tovább, vagy akár vissza is térhet a normál tartományba (pl. a napelemes eszköz fölül elvonulnak a felhők). Ekkor a készülék megmenekült a reset-folyamattól.

Ha azonban tovább csökken a tápfeszültség, akkor megtörténik a reset, amiből a mikrovezérlő megkísérel ismét bekapcsolódni a teljes szoftver újraindításával, majd – ha már a tápfeszültség rendben van – a korábbi üzemi állapotot is helyreállítja, amiben a megszakítási rutin által elmentett értékek nagy segítségére vannak, ezáltal a felállítás sokkal gyorsabban történik meg.

A Motorola nyolcbites mikrovezérlői alkotják az MC68HC8 családot. Ezek a mikrovezérlők felépítésükben sokban emlékeztetnek a Motorola nyolcbites mikroprocesszoraira. A mikrovezérlőkre jellemző Harvard felépítéstől annyiban térnek el, hogy egyetlen, lineárisan címezhető memóriaterületük van, ebben található meg a felhasználói adatmemória is, a CPU regiszterterülete is és a programmemória is. A megszakításokat egy vektortáblázaton át kezelik. A táblázatban két-két memóriarekeszben helyezhető el egy-egy megszakítási eseményhez a szubrutin kezdőcíme.

Maga a kezdőcím így nem rögzített, a felhasználónak lehetősége bárhol elhelyezni a programmemória területén belül a megszakításokat kiszolgáló szubrutinokat. A vektortáblázat a programmemória legfelső területén található. A legfelső két rekeszben a reset-folyamatkor használt indulási cím he-

lyezkedik el, az alatt következnek a megszakítási rutinok címei.

Egy további különlegesség a szoftveres megszakítás lehetősége. A nyolcbites Motorola mikrovezérlők utasításkészletében szerepel egy SWI utasítás, ami a megszakítási folyamatot váltja ki a programból. Ez a megszakítás nemmaszkolható, azaz ha a programban megjelenik, akkor mindenképpen végrehajtódik. A Motorola mikrovezérlők egyébként amikor egy megszakítási szubrutinra ugranak, egy jelzőbittel a többi megszakítási igény teljesítését ki-
zárják. A szoftver-megszakítás azonban a megszakítási rutinban is elhelyezhető, ezt ebben a helyzetben is végrehajítja a mikrovezérlő.

Az SWI a szubrutinhívó utasításoknak közeli rokona, de sokkal rugalmasabb. A meghívott szubrutin címét nem kell beírni a programba (a CALL utasítások esetén a cím is a programban van), a megfelelő vektorhelyen kell elhelyezni azt a programmemóriában. A CALL csak a programszámlálót menti el a verembe, a megszakítások (így az SWI is) azon kívül az X és az A regisztert és a flagbiteket őrző CCR regiszter tartalmát is. Mindezeket természetesen a megszakításkezelő szubrutin végére kerülő RTI vissza is tölti, míg a normál szubrutint lezáró RTS csak a PC-t állítja helyre.

A megszakítások ezekben a mikrovezérlőkben is prioritási sorrendbe vannak rendezve, ahol az SWI a legmagasabb szinten áll (0 szint). A következő szinten (1 szint) a külső megszakításkérés helyezkedik el, a harmadik (2 szint) helyen már típusonként más megszakítást lehet találni. Több változatban a 2 megszakítási prioritási szintre az órajel monitorozó áramkör hibajelző megszakítása került.

Az ST Microelectronics mikrovezérlőinek belső felépítése, memóriarendszere nagyon hasonlít a Motorola áramkörökére. Itt is egyetlen memóriarendszer található, abban csak a címtartományok alapján különül el az adatmemória és a programmemória. A vektortáblázat is megtalálható ezekben a mikrovezérlőkben, de a Motorola-típusoktól eltérő módon nem a címtérület tetején, hanem a legalsó címtérületen.

Az ST6 és ST7 mikrovezérlők többnyire nagyszámú megszakítást kezelnek, s különösen figyelemreméltó a külső megszakítási lehetőségek nagy száma. Ezeknél az áramköröknél is találunk nemmaszkolható megszakítási

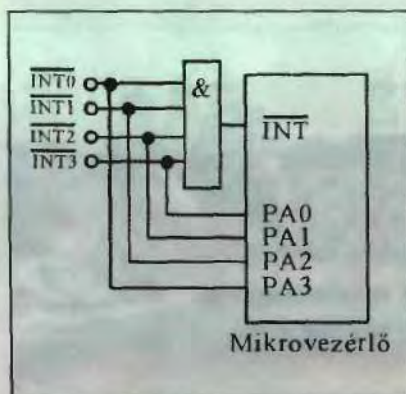
lehetőséget, de itt külső NMI jelet használhatunk. Az NMI megszakításkérő bemenet nemmaszkolható, egyidejűleg a legmagasabb prioritású is. Az utasításkészletben pedig megszakításkérő utasítást fedezhetünk fel, hasonló tulajdonságokkal, mint a Motorola mikrovezérlőknél (de itt TRAP az utasítás elnevezése). A TRAP sem maszkolható, s a prioritási sorban a külső NMI után áll.

Az ST9 család tagjainál a legfelső prioritási szinten egy ún. pszeudó-NMI található. Ez a nyolc megszakítási csoportba bármelyike lehet, ugyanis a prioritási szinteket itt programmal lehet a megszakítási forrásokhoz hozzárendelni. Ez a pszeudó-NMI lehetőség a mikrovezérlő NMI lábához kapcsolható, s így egy NMI megszakításkérő bemenettel rendelkezik az áramkör ekkor nemmaszkolható a megszakításkérés), vagy a WDT túlszordulásjelét lehet hozzákapcsolni (ekkor maszkolható). Több áramkörnél a 0-val való osztás megszakítási lehetőségét is megtaláljuk (Divide-by-Zero).

A megszakítás vektortábla összetettebb kialakítású ezekben az áramkörökben. A reset utáni belépés címe, a 0-val való osztás szubrutinjának címe és a legfelső megszakítási prioritás (a kvázi-nemmaszkolható megszakítás) szubrutinjának címe a programmemória első 6 rekeszében található. A többi megszakításhoz azonban az adatmemória-területen IVR (Interrupt Vector Register) rendelhető, s annak tartalma mutatja meg azt, hogy a megszakításhoz tartozó szubrutin kezdőcíme hol található a memóriában.

A COP87L8x típusú, National Semiconductor gyártmányú mikrovezérlőkben is megtaláljuk a szoftver-megszakítást. Az INTR utasítás itt sem maszkolható, minden esetben végrehajtásra kerül. Összesen 14 megszakításforrást kezelnek ezek az áramkörök, mindhez rögzített belépési cím tartozik, s ezek a címek a programmemória elején lévő vektortáblában helyezhetők el.

A COP mikrovezérlőkben a programmemória fel nem használt részének olvasásakor a CPU 00h kódot kap. Ez a kódérték olvasódik be, ha valamilyen futási hiba miatt a PC túlmutat a programterületen, vagy ha a veremmutató alulcsordul s hibás területre vezet a mikrovezérlőt. Mivel az INTR utasítás opkódja éppen a 00h, ezért mindezekben az esetekben a CPU rákerül a szoftver-megszakítás szubrutinjára. Az megvizsgálhatja a veremmutatót,



17. ábra

esetenként korrigálhatja, vagy visszavezetheti a helyes cimerületre a mikrovezérlőt, esetleg más módon próbálkozhat a működés helyreállításával. Ha mindez eredménytelen, akkor elmentheti a fontosabb értékeket egy megbízható területre és újraindítja a mikrovezérlő működését.

6. Összefoglalás helyett

A megszakítások között vannak olyanok, amelyek gyakorlatilag már a mikrovezérlők „alapfelszereléséhez” tartoznak, de, mint láttuk, vannak „extrák” is. A mikrovezérlők megszakítási megoldásai folyamatosan bővülnek. A feladatok elemzése során célszerű a megszakítási igényeket külön számba venni, s ezt a szempontot is alapvetőként kezelni a mikrovezérlő típusának megválasztásakor. Ugyanakkor a beépített megszakítási lehetőségek nem jelentenek abszolút korlátot a felhasználó számára. Tegyük fel például hogy a mikrovezérlő A/D konvertere rendel-

kezik megszakításkérési lehetőséggel (mint láttuk, ez többnyire így is van). Általában úgy használják a konvertereket, hogy a mikrovezérlőt csökkentett fogyasztású állapotba vezérik, a szoftver végrehajtását felfüggesztik, s amikor előáll a konverzió eredménye, akkor indul újra a normál működés, az A/D megszakításkérésének hatására.

Mi történik azonban, ha a konverter nem működik helyesen, ha pl. leáll a saját belső oszcillátora, vagy hibás bemeneti érték miatt nem tudja elvégezni az átalakítást? Ekkor nem fog megjelenni a megszakításkérő jele, s a mikrovezérlő örökre beragad a kisfogyasztású állapotba.

A [6] alkalmazási ötlet az ilyen kellemetlenség elkerülésére azt javasolja, hogy a konverzió indításakor egy időzítő/számláló is kezdjen működni. Az időzítő/számlálót úgy kell beállítani, hogy az A/D átalakítási idejénél kissé hosszabb időtartam után kérjen megszakítást. Ha elindul a konverzió (és vele együtt a számláló), s a számláló jelzés előtt a konverter befejezi a munkáját, a számlálót ki lehet kapcsolni. Ha azonban a számláló eléri a beállított időértéket és megszakítást kér, ez azt jelenti, hogy hiába is váránk az A/D kimeneti értékére, viszont a normál működés folytatódhat. Egy szubrutin segítségével meg lehet vizsgálni a bemenő analóg jelet, az A/D konverter állapotát stb.

Végül egy gyakorlati ötlettel zárjuk a megszakítások ismertetését. A mikrovezérlők többségénél egyetlen külső megszakításkérő bemenetet találunk. Ugyanakkor gyakori, hogy az alkalmazásban több megszakítási igényt is ki kell szolgálni. A [7] alapján ez egyszer-

rűen megoldható, mégpedig úgy, hogy az elfogadott megszakítás hatására induló megszakításkezelő szubrutin még azt is meg tudja állapítani, hogy melyik külső megszakítási forrás aktivizálódott éppen. A 17. ábrán látható módon a megszakításkérő jeleket egy kapuval lehet összefogni, s így vezethetők a mikrovezérlő bemenetére. Az ábrán olyan esetet láthatunk, amikor 4 külső megszakításunk van, s ezek a megszakításforrások alacsony aktív szintű jellel jelentkeznek és a mikrovezérlő megszakításkérő bemenete is aktív alacsony szintű. Ilyen esetben egy ÉS kapu a megoldás. Ha a források vagy a mikrovezérlő jele aktív magas szintű, esetleg mindkettő ilyen, akkor módosítani kell a logikán. Minden esetben olyan kapuhálózatot kell alkalmazni, ami nem aktivizálja a mikrovezérlőt, ha egyik megszakításforrás sem aktív.

A megszakításforrások jeleit egy párhuzamos portra is rá kell vezetni, így a szubrutin a port beolvasásával tudja meghatározni, melyik forrás kérte éppen a megszakítást. A port biteit egymás után vizsgálja meg a szubrutin, s a megvizsgálás sorrendje jelenti a prioritási sorrendet, így ez az egyszerű megoldás a külső megszakításkérések programozott prioritását is megoldja!

Irodalomjegyzék

1. Microchip: Software Interrupt Techniques. AN514. DS00514C.
2. www.infineon.com
3. www.microchip.com
4. www.national.com
5. www.st.com
6. Microchip: Fail-Safe Monitoring and Clock Frequency Switching Using the PIC16F684 AN892. DS00892A.
7. Abel Raynus: Microprocessor's single-interrupt input processes multiple

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

H & M
T R A F O Kft.

4400 Nyíregyháza,
Derkovits u. 132-136.
Tel./fax: 06-42-422-024
hmtrafo@axelero.hu
www.hmtrafo.hu

Híradásipari
TRANSZFORMÁTOROK

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

Csúcstechnológia, elérhető áron!

PeakTech®

Http://www.peaktech.de

ÉVÉ-Univerzál
javítás, kalibrálás

COMMED TRADE KFT T:222-7000
1074 Budapest, Vörösmarty u. 3/a.
Http://www.commed.hu

Emlékezés a Székesfehérvár-Öreghegyi Rádióállomásra

Dósa György okl. villamosmérnök,
okl. műsorszóró és hírközlési szakmérnök



2005-ben lett volna 65 éves a Székesfehérvár-Öreghegyi rádiókommunikációs állomás, amely 1940-ben mint a Magyar Posta második nemzetközi rádiótáviró adóállomása kezdte meg működését rövidhullámon. Ez az évforduló alkalmat ad arra, hogy az állomásról, mely ez időszakban Magyarországon egyedülállóan a legkorszerűbben volt kialakítva, megemlékezzünk.

A '30-as évek végén a rádiótáviró szolgálatunk maradéktalan és megbízható lebonyolítását két probléma nehezítette. Az első, hogy a '30-as évek végén (1938-39-ben) a rádiótáviró viszonylatok száma növekedett (17 viszonylat felé volt kapcsolatunk), az adó- és az antennapark pedig nem bővült a forgalom arányában. A növekedés oly mértékűvé vált ez időszakban, hogy a nap bizonyos részében a nemzetközi táviratok összetorlódtak. A másik probléma: egyre feszültebbé vált az európai politikai helyzet és ebből adódóan a katonai hírközlési igények jelentősen megnöttek.

Figyelembe véve, hogy a rádiótáviró igények közép- és nagytávolságú összeköttetésekre irányultak, csak a rö-

vidhullámú szolgálat növelése jöhetett számításba. A felvetődött új követelmények kielégítésére így két új 5 kW-os RH-adó beszerzését, telepítését és üzembeállítását határozta el a Magyar Posta. A berendezéseket a már meglévő és működő Székesfehérvár-Sóstó Rádióállomáson nem lehetett telepíteni a várható háborús körülmények miatt. Az új adóállomásnak olyan védett telephelyet kellett keresni, amely a várható légitámadásoknak csökkentett mértékben van kitéve.

Ezen követelmények figyelembevételével indult meg 1938-ban az új telephely keresése. Legalkalmasabbnak Székesfehérvár északkeleti szélén, az ún. öreghegyi elhagyott kőbánya területe látszott. A bánya ez időben már nem termelt és a korábbi szabadtéri kitermelés miatt egy nagy árok keletkezett, melyet idővel víz öntött el és így létrejött egy kb. 5000 m²-es mesterséges tó. A terület az új állomás kiépítésére szinte ideális volt.

A döntés megszületett a Posta részéről és 1938-ban elkezdődött az öreghegyi rádióállomás kiépítése. Az épületét két sziklafal közé emelték a bányató végén, a teteje így a tereppel egyszintre került. A tő felőli homlokza-

tán, illetve a hátsó lejárati oldalán lehetett kialakítani a különböző bejáratokat és a természetes fényt biztosító ablakokat. Így ez harmonikusan illeszkedett a terephez (lásd: cím melletti kép). Az épületet bombabiztos kivitelben kellett megépíteni: méteres vasbeton falakkal, a tetején többrétegű vasbetonnal és sziklatörmelékkel –, a legfelső terepszintet pedig pázsittal borították be. Az adóépület tervezését Schármár Jenő postai építész végezte és ő irányította a kivitelezést is.

A háromszintes épület legalsó szintjén voltak az épületgépészeti és az erősáramú egységek, az adóberendezések hűtőventilátorai (1. kép), továbbá a 100 kVA-es tartalék áramfejlesztő generátor, melyet hathengeres dízel gépegység hajtott meg (2. kép). Ezen az új állomáson épült ki elsőnek dízelhajtású tartalék áramforrás, mely biztosította, hogy a két 5 kW-os adóberendezés hálózatkimaradás esetén is működhessen. Ugyancsak itt alkalmazták először az adó hűtőrendszerével kombinált légkondicionálót, amely a fűtendő helyiségek hőmérsékletét és páratartalmát szabályozta.

A második – középső – szinten volt a két adóberendezés, a kezelő-ellenőrző



1. kép



2. kép



3. kép

asztal és itt alakították ki az üzemi mérő és vizsgáló, valamint a szociális helyiségeket. A két adó között középen helyezkedett el az U alakú asztal, amely az adók üzemeltetését és ellenőrzését biztosította. Ebbe építették a két ellenőrző vevőkészüléket, a WTZ berendezést, a házi telefonközpontot, a táviró- és hangmodulációs vonalak csatlakozó pontjait is. Az egyik 5 kW-os Philips adót a 3. kép mutatja, a kezelő- és ellenőrző asztalt, valamint a mérő és vizsgáló berendezéseket pedig az 4. kép szemlélteti. (Az asztalnál Árkövi Gyula, a későbbi állomásvezető látható.) A harmadik szinten az állomásvezetői és az antennakombinátor helyiség, illetve a vendégszoba helyezkedett el.

A Magyar Philips Művek a két korszerű, 5–15 MHz-es tartományban működő adóberendezés gyártását, telepítését és szerelését 1940-ben fejezte be. Az Öreghegyi Rádióállomás hivatalos üzembehelyezésére 1940 májusában került sor. A berendezések felépítése, áramköri és konstrukciós kialakítása az akkori legkorszerűbb adástechnikai elvek alapján készült. Minden adó önálló hűtőventilátorral rendelkezett, de egy közös tartalék ventilátoregységet is beépítettek, amit átkapcsolással lehetett bármelyik adóra kapcsolni. A hűtőrendszerből kivezetett meleg levegő téli időszakban az állomás fűtését biztosította. Az adók rádiófrekvenciás végfokozata teljesen egyedülálló megoldás volt, miután a végfokozat rezgőkörrel karusszeles megoldásban forgódobon helyezkedtek el és távkezeléssel lehetett az egyes frekvenciatartományokra a rezgőköröket váltani. A végfokozat hangolására egy nagyon finom hangolási lapkondenzátor szolgált. A karusszeles kialakítás a 5. képen, a fi-

nomhangolási lapkondenzátor megoldása pedig a 6. képen látható.

Mindkét adó az 5–15 MHz-es frekvenciatartományban 5 kW kimenőteljesítménnyel tudott dolgozni. Kimeneti impedanciájuk 75 Ω , aszimmetrikus volt. A1, A2 és A3 üzemmódokban dolgoztak és táviró-, illetve műsorszóró üzemre is alkalmasak voltak.

Az állomás 2 db háromcsatornás hangfrekvenciás billentyűző áramkörrel rendelkezett a távbillentyűzéshez. Az akkori főbb üzemi frekvenciák: 5300, 5400, 5459, 6840, 9113 és 9125 kHz.

Az adókhoz 8 db függőleges – talpontiában szigetelt – $\lambda/4$ -es monopol antenna épült, rácsos fatornyok közé,

így 8 különböző frekvencián tudott az állomás sugározni (lásd a címképet). Egy-egy sugárzó alatt 8 szál és kb. $\lambda/4$ -es hosszúságú ellensúlyrendszer épült ki a jobb hatásfok érdekében. Itt kell feltétlen megemlíteni, hogy a sugárzási és táplálási viszonyok tisztázására modellvizsgálatok történtek! A lépték 1:10 arányú volt, tehát egy mérőfrekvencia 60 MHz-es volt, amihez műszerek is rendelkezésre álltak. A modellezés lehetővé tette a függőleges sugárzási karakterisztika felvételét is. A mért modellek a félhullámú dipólok középpontjában voltak táplálva és külön illesztőelemek nélkül csatlakoztak a 75 Ω -os hullámenállású kábelekhez. A mért eredmények a kiépített végleges antennák adataival igen jól



4. kép



5. kép



6. kép

egyeztek. Az antennák tervezését és a modellvizsgálatokat részben *Susánszky László* postamérnök végezte, részben irányította.

Az új öreghegyi rádióállomás nemzetközi rádiótáviró forgalma igen gyorsan növekedett, főleg európai és közel-keleti viszonylatban. 1941 végétől a katonai rádiótávközlés gyorsan növekvő igényeit is teljesíteni kellett, ami tovább növelte az adóberendezések napi üzemidejét. Ugyancsak biztosítani kellett az OMI-adások (Országos Meteorológiai Intézet) sugárzását is, majd későbbi időpontban a Légvédelmi Parancsnokság adásait is.

Az 1944. évi bombázásokat a rádióállomás minden baj nélkül átvészelte. A háború vihara azonban 1944 végén az addig aránylag nyugodt körülmények között üzemelő állomást is elérte. 1945. március végéig Székesfehérvár, illetőleg az Öreghegy környékén húzódott a frontvonal.

A Philips adók viszonylag épségben, kisebb rongálódással és jó néhány alkatrész leszerelésével vészelték át a három hónapos kritikus időszakot. Az antennaparkban azonban jelentős károk keletkeztek, mivel az antennák és a kábelek megrongálódtak, részben tönkrementek és ezek javítása, majd újjáépítése anyaghiány miatt csak nagyon nehezen indulhatott meg 1945 áprilisában. Miután az adóberendezések kevésbé rongálódtak meg, 1945 szeptemberére sikerült az egyik 5 kW-os adóberendezést és egy antennát üzemképes állapotba helyezni, így már abban a hónapban ismét sugárzott. A Posta ezzel az 5 kW-os RH-adóval vette fel a nemzetközi rádiótáviró forgalmat a háború után először Londonnal és New Yorkkal.

A magyar Philips cég bevonásával 1947-ben befejeződött a második 5 kW-os adó üzembeállítása is. Nagy feladat volt az antennák újjáépítése és

az újak szerelése, illesztése az adóberendezésekhez. A '40-es évek végén két Zeppelin-antenna is épült, két meghatározott frekvenciára. Az üzemeltetési tapasztalatok mindkét típusú antenna esetében bizonyos mértékig kedvezőtlenek voltak (illesztési problémák, hangolás). Ezért a régi, függőleges monopoloikat és a Zeppelin-antennákat lebontották és a helyükre új fejlesztésű, 4 db, vízszintes kialakítású villásdipól került 22 m-es, nyelves faoszlopok közé.

Figyelembe véve, hogy minden sugárzó egy meghatározott távirófrekvencián üzemelt, az illesztéshez Boucherot-hidat alkalmaztak. Ezzel a megoldással széles frekvenciatarományban lehetett az illesztést biztosítani. A négy villásdipól antennarendszerhez kifejlesztett Boucherot-hidas illesztőegységek 1957-ben kerültek véglegesen üzembe. Ezen újabb antennák és a Boucherot-hidas illesztőrendszerek tervezését, beállítási vizsgálatait *dr. Győry Tibor, Kiss Lajos, Dósa György* mérnökök, a kivitelezési munkálatokat *Tihanyi Bálint, Csondor Ferenc* antennamesterek és *Szakál János* főcsoportvezető végezték.

Az öreghegyi rádióállomás a két 5 kW-os adóberendezéssel és a négy új antennarendszerrel 1957-től naponta kb. 12–18 órát üzemelt Európa, Közel-Kelet és Távol-Kelet, illetve részben Észak-Afrika viszonylatában a következő frekvenciákon: HAT – 5400, HAT2 – 6840, HGG21 – 9109, HAT4 – 9125 és HAS2 – 13680 kHz.

Az energiatakarékosság és az összehatásfok növelése érdekében az adóberendezést meghajtó- és végfokozatában levő csöveket 1959-ben tóriumos csövekre cserélték, így az átalakítás után a kimenőteljesítmény 10 kW-ra növekedett. (A munkálatokat a Magyar Adócsőgyár végezte.)

Az '50-es évek elején világviszonylatban az ún. A1 táviró (morze) adáso-

kat mindjobban felváltotta az F1 üzemmódú TG adás (frekvenciabilentyűzés). Az F1 adás előnye, hogy az információ közvetlen leírva jelent meg és az átviteli gyorsaság is jóval nagyobb volt. A nemzetközi igény kielégítése érdekében 1955-ben mindkét adóberendezés F1 üzemmódú sugárzásra lett átalakítva.

Az 1940-ben telepített – távvezérelhető 2 db Philips adóberendezés – amely abban az időben a legkorszerűbbnek számított –, még 37 év után is jól és megbízhatóan üzemelt. A '70-es évek végén a postai rádiótáviró szolgáltatnál új üzemmód-követelmények léptek fel a nemzetközi gyakorlat követekztében: az SSB és az ISB adásmódokkal való sugárzás. Az öreghegyi adóberendezések sem üzemmódban (SSB, ISB), sem frekvenciatarományban nem tudtak megfelelni az új előírásoknak.

További probléma volt, hogy helyhiány miatt új, korszerű, szélessávú antennák telepítésére, üzembeállítására az állomáson nem volt lehetőség. 1981-ben a POVIG döntése alapján az üzemeltetése megszűnt, csak a korszerűsített Székesfehérvár–Sóstó Állomás dolgozott tovább. Az öreghegyi épületet más postai célra használták fel.

A Székesfehérvár–Öreghegyi Rádiótáviró adóállomás 41 éves üze me alatt sikeresen és igen eredményesen biztosította a magyar nemzetközi rádiótáviró szolgálat feladatát.

Irodalom:

1. Postamérnöki Szolgálat 50 éve (1887–1937). Magyar Királyi Posta, 1938
2. Susánszky László: Rádiófrekvenciás energiatovábbítás vezetéken. NKV, 1951
3. Dósa György: Korszerű rövidhullámú hírközlő adóállomás és tápvezetékei. Magyar Posta, 1965. XI.
4. Dósa György: Thóriumos adócsövek a hazai adóhálózatban. Magyar Távközlés, 2000. VI.

Nagy Évkönyv-akció!

A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE

'91, '92, '98, '94, '95, '96, '97, '98, '99, '00, '01, '02, '03, '04, '05, '06 kötetek közül
1 db csak 990 Ft-ért,
2 db most összesen
1900 Ft-ért kapható.
A fenti 15 darab együtt csak 12 222 Ft!

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.

Tel./fax: 239-4932

Akusztikus kijelzésű GDO

Chrenkó Ferenc és Nagymáté Csaba villamosmérnökök

A GDO-t, a rádióamatőrök egyik legnépszerűbb műszerét, még az „elektroncsöves világban” találták ki. A GDO rövidítés az elektroncsöves oszcillátor rácsáramának esésére (csökkenésére) utal, és a Grid Dip Oscillator angol kifejezésből ered. Ez az elnevezés mind a mai napig fennmaradt annak ellenére, hogy a tranzisztornak nem rácsa (grid), hanem bázisa vagy kapuja van, de szokás csak egyszerűen dip-mérőnek is nevezni e műszert. Ezen egyszerű felépítésű készülék az oszcilloszkóp és a multiméter mellett a rádióamatőr leghasznosabb és legsokoldalúbb műszere.

Az ismertetésre kerülő GDO egy kiforrott, gyakorlatban jól bevált konstrukció, amiből már több száz példány készült el.

Mire jó a GDO?

A GDO egy LC-oszcillátor, amelyben az előállított jel frekvenciája és amplitúdója széles határok között változtatható, és amelyet különféle nagyfrekvenciás áramkörökkel, elemekkel lehet csatolásba hozni. A szükséges nagy üzemi frekvenciartartományt többnyire forgókondenzátorral és több, az egyes mérési tartományokat meghatározó, dugaszolható tekercsekkel szokás elérni. Ilyenkor, mint a most ismertetésre kerülő GDO esetében is, a tekercseket a GDO elején található aljzatba kell dugaszolni, és azt a mérendő áramkörhöz közelítve lehet azzal induktív csatolásba hozni. A csatolás mértéke a távolsággal fordított arányban változik.

A GDO legjellemzőbb aktív üzemmódú alkalmazása a rezgőkörök rezonanciafrekvenciájának meghatározása. Ez a mérés azon a jelenségen alapul, hogy ha azonos frekvenciára hangolt rezgőköröket csatolásba hozunk egymással, már kismértékű csatolás mellett is igen erős hatást gyakorolnak egymásra. Ez főleg a leszívás (elszívás) jelenségében mutatkozik meg, vagyis abban, hogy a rezgőkörök egymástól energiát vesznek át. Esetünkben ez azt jelenti, hogy ha egy rezgőkörrel csatolásba hozott GDO frekvenciáját változtatjuk, akkor rezonancia esetén a mért rezgőkör az oszcillátorból egy megha-



tározott frekvencián energiát szív el, ami miatt az oszcillátor rezgésének amplitúdója csökken. Ez a tulajdonképpen dip-jelenség, mely hatás lehetőségen erős, még kisebb tekercsnél is akár 5–6 cm-ről is érzékelhető.

Az amplitúdó(változás) kijelzésére régebben mutatós műszert vagy varázsszemet használtak. A tranzisztoros készülékeknél a mutatós műszer gyakori, de LED-, vagy hangkijelzést is szokás használni. A kijelzőn érzékelhető változás maximumánál van a rezonanciafrekvencia, amelynek értékét a GDO forgókondenzátorának skálájáról lehet leolvasni.

Természetesen nemcsak rezgőkör, hanem sokféle rezonáns elem vagy áramkör mérésére is alkalmazható ez az eljárás, a diszkrét elemektől a tápvonallig. A rezonancia „élességéből” a körjóságra is következtethetünk.

A fenti módszer alkalmazható ismert értékű kondenzátor vagy induktivitás alkalmazásával induktivitás vagy kapacitás mérésére is. Rezgőkört hozunk létre és a közismert Thomson-képlet segítségével a rezonanciafrekvencia és az ismert elem értékéből kiszámítható az ismeretlen elem értéke. Ráadásul akár annak a frekvenciának a közelében, ahol azt használni kívánjuk.

A GDO-ból egy egyszerű dróthurok vagy tekercs segítségével is lehet jelet kicsatolni. A kicsatolt jel amplitúdója a távolsággal hasonlóan széles tartományban változtatható, mint egy ún. pisztoly-osztós szignálgenerátornál, az eleve beépített amplitúdószabályzóval nem is szólva.

Vevők mérésénél, behangolásánál adóként is alkalmazható a GDO, ha bekapcsolt állapotban letesszük egy bizonyos távolságra a készüléktől. A GDO-k (pl. az utóbbi két alkalmazás miatt) gyakran szinuszos oszcillátort és modulátort is tartalmaznak. Többnyire a GDO is használható ugyanazokra a célokra, mint egy szignálgenerátor, csak kisebb pontossággal.

A GDO passzív üzemmódban is használható. Ilyenkor a saját rezgését megszüntetjük vagy erősen lecsökkentjük és keressük azt a frekvenciát, ahol a GDO rezgőköre szív el energiát a mérendő áramkörből. Ez az ún. abszorpciós frekvenciamérés. Ezzel a módszerrel kereshetünk jeleket és a felharmonikusok, vadrezgések is megtalálhatóak így. Lehet üttetni is a mérendő jelet a saját rezgéssel, ez pontosabb frekvenciamérést tesz lehetővé.

Látható, hogy az egyszerű és olcsó GDO több, különféle műszer funkció-

ját látja el egymaga, bár pontossága hagy némi kívánnivalót maga után. Ezen viszont segíthetünk. A frekvenciamérések pontossága nagymértékben javítható egy digitális frekvenciamérő beiktatásával, ahol pontosabban kell mérni valamilyen amplitúdót, ott pl. oszcilloszkóppal vagy RF-voltmérővel lehet kiegészíteni a mérési elrendezést.

A GDO felhasználási lehetőségei:

- Rezgőkörök, antennák rezonanciafrekvenciájának meghatározása.
- Tápvonalak elektromos hosszának meghatározása.
- Modulált vagy modulálatlan szignálgenerátor.
- Abszorpciós frekvenciamérés.
- Induktívitas, kapacitás mérése.

A GDO főbb jellemzői

- A műszer tranzistoros kivitelű, kis méretű és könnyen kezelhető. Két forgatógombbal és két kapcsolóval rendelkezik, amelyekkel beállítható a fent felsorolt mérések mindegyikéhez.
- Az indikátor egy hangfrekvenciás VCO (feszültség vezérelt oszcillátor), beépített piezohangszóróval. A hallható hang magassága az RF-amplitúdóval arányos. Ennek a megoldásnak köszönhetően gyors és pontos a

Frekvencia-tartomány	420 kHz – 220 MHz
Névleges sávhatárok	0,42–1,3 MHz; 1,1–3,4 MHz; 3,2–9 MHz; 8,5–24 MHz; 23–65 MHz; 60–220 MHz
Tápellátás	1 db 9 V-os telep
Fogyasztás	2-5 mA, beállítástól függően
Méret	123 x 70 x 29 mm (SD-10 doboz)

rezonanciahely meghatározása, valamint nem kell állandóan a műszert nézni. Nagy előnye ennek a kijelzési módnak, hogy a jel akár több százszoros tartományban is változhat anélkül, hogy a kijelzés hatékonysága csökkenne, elmentetben a mutatós vagy a LED kijelzéssel, amelyeknél folyton állítgatni kell az amplitúdót vagy a kijelző érzékenységét.

- Igen széles a működési frekvenciatartomány, a középhullámú KF-fokozatoktól az URH-sáv jelentős tartományáig használható.

- A műszer 6 db-os dugaszolható tekercskészlettel rendelkezik.

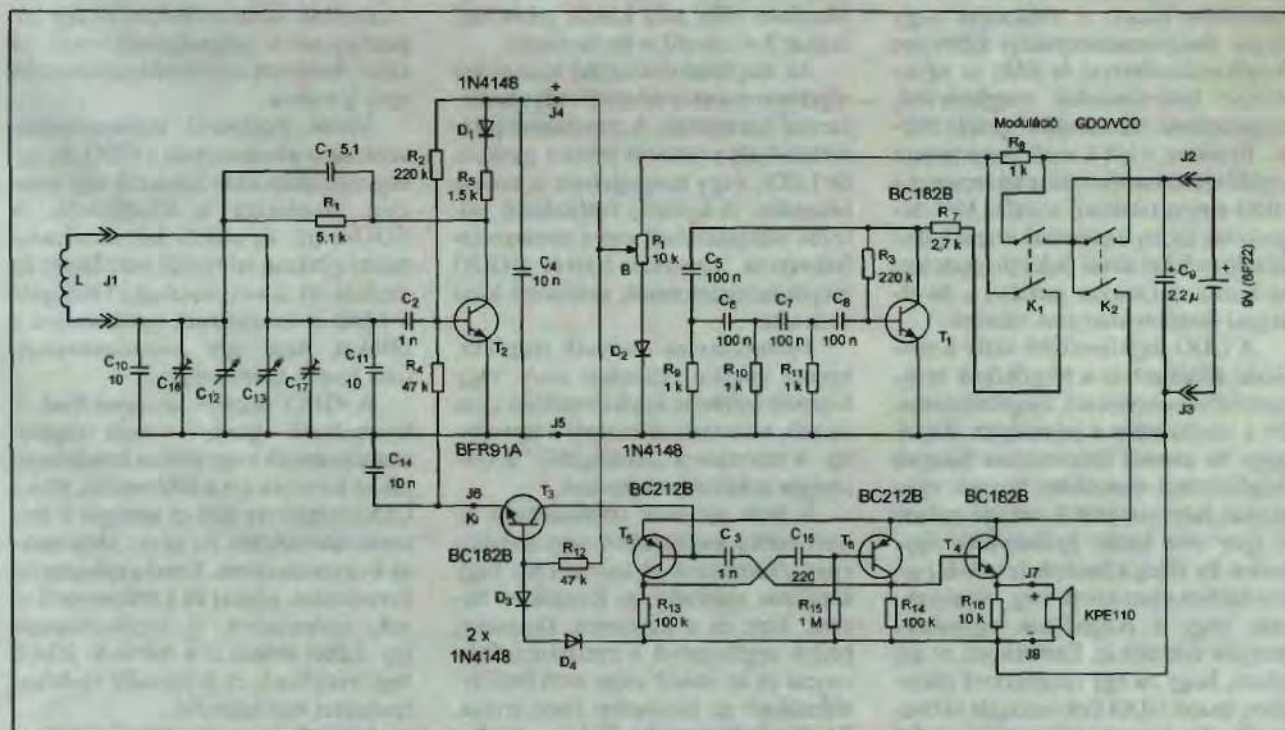
- Az amplitúdómoduláció (AM) szinuszos és kismértékű járulékos FM-mel (frekvenciamodulációval) is jár.

A GDO működése

A GDO több szempontból rendhagyó kivitelezésű, eltér a szokásos megoldásoktól, hogy a fenti paramétereknek megfeleljen. Az oszcillátor nem nyáklemezen, hanem közvetlenül a forgókondenzátoron, légszereléssel helyezkedik el.

Ennek a felépítésnek az a célja, hogy a minimumra csökkentse a szórt kapacitások és induktivitások nagyságát. Nagyon széles mérési tartományt ugyanis csak úgy érhetünk el, ha a kapacitást a forgókondenzátorba, az induktivitást pedig a dugaszolható tekercsbe koncentráljuk, a lehető legnagyobb mértékben. A forgóra-szerelés eredményeként a GDO-nak több, mint ötszázszoros lett a frekvencia-átfogása (0,42 MHz – 220 MHz).

Az oszcillátor, a kétkivezetésű tekercsnek megfelelően, szokványos kapacitív hárompont kapcsolási, kettős forgókondenzátorral (1. ábra). A frekvenciát alapvetően a cserélhető L induktivitás, valamint a forgókondenzátor (C_{12} , C_{13}), a forgókondenzátor beépített trimmerei (C_{16} , C_{17}) és a C_{10} , C_{11} határozza meg. A tekercs mérete kisebb az elektroncsöves műszerekénél megszokottnál, így jobban illeszkedik a tranzistoros készülékekhez. Az R_1C_1 -tag frekvenciafüggő visszacsatolást



1. ábra. A GDO kapcsolási rajza

okoz, kisebb frekvenciákon kisebb a visszacsatolás. A rezgés erősségét az oszcillátor tápfeszültségével szabályozzuk a P_1 -es, előlapról kezelhető potenciométer segítségével.

Egy másik különlegessége a GDO-nak, hogy nem tartalmaz külön egyenirányító diódát. A dióda szintén nemkívánatos, ráadásul amplitúdófüggő kapacitással rendelkezik, és egyébként sem szükséges. Az oszcillátor amplitúdóhatárolását ugyanis főleg a T_2 bázis-emitter diódáján keletkező negatív feszültség okozza, amely C_2 -t egyenszintre tölti. Ez a feszültség a rezgőkörből jövő jel nagyságával arányos, ráadásul egy olyan diódán keletkezik, amelyen nem kell nyitófeszültséggel számolni, mert az oszcillátor működéséből adódóan mindig pont a megfelelő mértékben van előfeszítve. Így gyakorlatilag jobb a legjobb Schottky-diódánál is. A tranzisztor bázisán levő egyenfeszültséget az R_4C_{14} szűrőn keresztül vesszük le.

Hátránya ennek a megoldásnak az, hogy a viszonylag nagy, 0,6 V körüli, több dologtól függően változó nyitófeszültséghez képest keletkezik ez az egyenfeszültség. Ezt elvileg úgy mérhetjük meg, hogy T_2 bázisfeszültségének átlagát összehasonlítjuk egy pontosan ugyanilyen, egyenáramúlag azonos körülmények között levő, de váltakozó áramú erősítést nem végző tranzisztor bázisfeszültségével. Kísérleti úton kiderült, hogy a gyakorlatban elegendő akár egy közönséges szilíciumdióda nyitófeszültségével elvégezni ezt az összehasonlítást, hiszen nem a rezonancia amplitúdójának pontos megmérése a cél, hanem csak a változások érzékelhetősége tétele.

Ez a gyakorlatban úgy történik, hogy a P_1 -ről jövő feszültség hatására az R_2 -n és R_{12} -n folyó áram nemcsak T_2 BE-diódáját feszíti elő, hanem a D_3 -at és a D_4 -et is, így T_3 bázisán kétszeres nyitófeszültség jelenik meg. T_3 BE-diódáján is keletkezik nyitófeszültség, így emitterén hasonló feszültség van, mint a T_2 bázisán. Ha a T_2 bázisán az egyenfeszültség az egyenirányított rezgés hatására csökken, az R_4 -en ezzel arányos áram folyik a T_3 emitteréből, amely a T_3 kollektorán is megjelenik.

A D_1 és D_2 szerepe az, hogy kis amplitúdóknál is finoman szabályozható legyen a rezgés, és annak detektálása is pontos legyen. Ennek megfelelően, amint az oszcillátor tápfeszültségét csökkentjük, először a T_2 kollektorfeszültsége fog el, miközben valamek-



2. ábra. Az RF-oszcillátort a forgókondenzátor hordja

kora nyitófeszültséget mindig kap. Ilyenkor egy kis áram folyik T_3 emitteréről is a T_2 bázisába, ami azt eredményezi, hogy a T_3 kollektorárama a lehető legkisebb rezgés hatására is megváltozik, igen érzékeny detektálást téve lehetővé.

A kimenő jelünk T_3 kollektorárama, amelyet érzékelhetővé kell tenni. Ezt egy egyszerű astabil mutivibrátorral végezzük, ami VCO-ként működik és frekvenciáját főleg T_3 kollektorárama határozza meg. A multivibrátor egy kis piezohangszórót, „passzív zümmert” hajt meg, emitterkövetőn keresztül.

Ez a megoldás, a fent említett okból, jobbnak bizonyult, mint a mutatós vagy LED-es kijelzési módok, ráadásul igen egyszerűen megvalósítható. A GDO-val végeredményben egy $\varnothing 4$ mm-es vasmagos tekercsel felépített árnyékolatlan rezgőkör rezonanciafrekvenciáját 5–6 cm-ről lehet pontosan megmérni, ami egy éppen hallható, hirtelen amplitúdócsökkenést jelent.

A műszer modulált szignálgenerátorként is alkalmazható. Ezért egy fázistolós hangfrekvenciás oszcillátort is tartalmaz (T_1), ami kb. 600 Hz-es szinuszelet állít elő. A moduláció a nagyfrekvenciás oszcillátor tápfeszültsé-

ségének változtatásával történik oly módon, hogy a hangfrekvenciás oszcillátort párhuzamosan kapcsoljuk a P_1 -gyel. Az R_8 soros ellenállás miatt így a P_1 feszültsége szinuszosan ingadozik, modulálva az RF-oszcillátort. Ezzel a megoldással el lehetett érni, hogy a moduláció mélysége ne legyen túl nagy, akkor sem, ha a rezgés amplitúdója kicsi. Így csak az oszcilláció leszakadásának közelében lesz az oszcillátor túlmodulált, ahol ennek gyakorlatilag már nincs jelentősége. Természetesen kissé az RF-oszcillátor frekvenciája is változik a moduláció hatására, így az amplitúdó- és frekvenci moduláció egyszerre van jelen. Ezért AM- és FM-vevők vizsgálatára egyaránt használható a GDO.

A GDO aktív üzemmódját a K_2 „Be” állása adja, amikor is az RF-oszcillátor mellett a VCO is bekapcsolódik. A K_1 -es kapcsoló aktiválja a modulációt.

A GDO megépítése

A készülékhez az elektronikai alkatrészboltokban kapható SD-10 típusú doboz megfelelő, a nyomtatott panel is ehhez illeszkedik.

A műszer egyik legkritikusabb alkatrésze a forgókondenzátor. A legjobban egy zsebrádiókban alkalmazott japán forgókondenzátor vált be, amely középhullámú és URH kettősforgó is egyben, és egy időben nagy mennyiségben volt beszerezhető. (A szerzőnél egy kisebb mennyiség jelenleg is még elérhető. – A szerk.) Ilyen vagy ehhez hasonló minden rádióamatőr műhelyében lapul valahol. A tapasztalatok szerint a csak középhullámú forgók is megfelelőek, de ha egy forgó URH-részt is tartalmaz, az garancia arra, hogy a dielektrikum nagyobb frekvenciákon is jó. Egy ilyennek a nagyobb kapacitása, középhullámú kettősforgóját és trimmereit használjuk fel, az URH-részt ki kell hagyni.

Az oszcillátort a 2. ábrán látható módon közvetlenül a forgókondenzátorra építjük fel. A kis méreteknél köszönhetően a légszerelés ellenére is mechanikailag stabil ez a megoldás. Először a forgó és a trimmer kivezetéseit forrasztjuk össze, majd a tranzisztor forrasztjuk fel emitterénél fogva a forgó középső kivezetésére. Ezután jön C_{10} , C_{11} , C_1 és C_2 a lehető legrövidebb kivezetésekkel, és ezekre építjük fel a többi alkatrészt. Fontos, hogy az ellenállások is kis méretűek legyenek, ere-



3. ábra. A GDO belső felépítése (alulnézet)

detileg az összes ellenállás R20 típusú, 2 raszteres szénréteg ellenállás.

Ez a szerelés kapacitásszegény megoldás. Az oszcillátornak induktivitásszegénynek is kell lennie, ezért a dugaszolható tekercsek csatlakozóját rövid úton kössük a forgó kivezetéseikhez! De nem a minél rövidebb vezeték csupán a fontos, hanem az, hogy az minél kisebb felületet zárjon körbe, mert így a legkisebb az induktivitása. Jó megépítés esetén, ha a tekercsek csatlakozóját kívülről rövidre zárjuk, akkor közel 300 MHz-es oszcilláció érhető el.

A forgó tengelye 28 mm-re van a doboz elülső szélétől (kívül mérve). A panel olyan méretű és úgy kell elhelyezni, hogy közte és a forgó között egy 9 V-os telep lapjával pont elférjen (3. ábra). Hogy ne mozogjon, némi polifoamot kell ragasztani a telep és a doboz közé, de még a telep alá részben elfér a lapos KPE-110 hangszóró is.

A GDO nyomtatott áramkörti paneljának a rajza a 4. ábrán, alkatrészeinek beültetése az 5. ábrán látható. A nyák

eredetileg két ISOSTAT kapcsolóhoz készült, amelyek gombjai a doboz végén kiállnak, de természetesen más kapcsoló is megfelel, pl. a KNX-2 típusú kettős váltó. (A GDO utolsó változata már ezt tartalmazta.) A panelt két szegecselhető anya tartja.

A tekercsek elkészítése. A tekercsek 11 mm átmérőjű műanyagcsőre készültek, ami egyszerű PVC védőcső (6. ábra). Az alsó három sáv tekercse eredetileg 0,05 mm átmérőjű zománczott rézhuzalból (CuZ) készült.

Célszerűen vastagabból is elkészíthetők, miként azt a fenti táblázat adatai is mutatják. Az aktuális menetszámok természetesen erősen függenek az alkalmazott forgókondenzátortól, így azt minden GDO-hoz kísérletileg kell megállapítani.

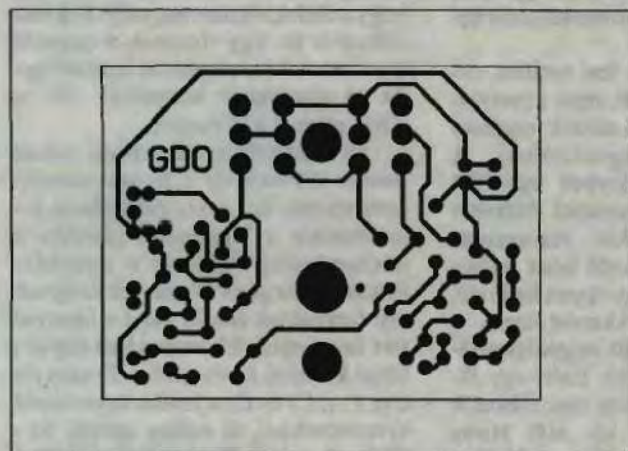
A PVC védőcső hossza az alsó sávon kb. 40 mm, a többin kb. 20 mm. Az alsó két sávhoz egy nagyobb ferritmag vagy egy ferritantennából letört darab is kell. A ferritantenna „darabolására” ajánljuk az alábbi módszert, amit csak

Tekercs adatok		
Sáv (MHz)	Menet-szám	Huzal
0,42–1,3	215	Ø0,1 mm CuZ + kb. 2 cm-es ferrit-antenna darab
1,1–3,4	125	Ø0,2 mm CuZ + kb. 1 cm-es ferrit-antenna darab
3,2–9	49	Ø0,2 mm CuZ
8,5–24	12	Ø0,33 mm CuZ
23–65	4 1/3	Ø0,6 mm CuZ
60–220	1	önhordó hurok

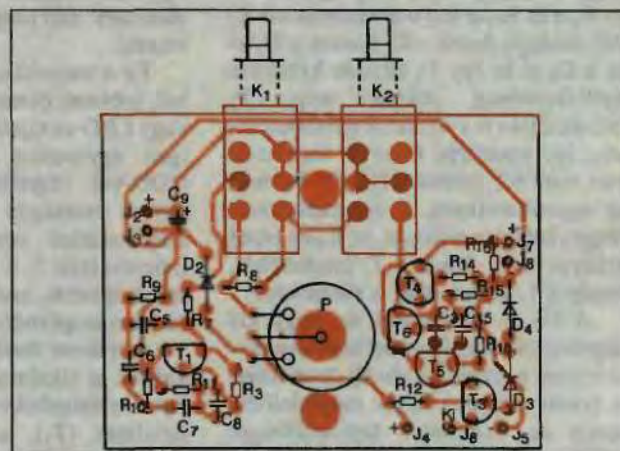
nagy óvatossággal és körültekintéssel alkalmazzunk! Puha grafitceruzával (min. 2B-s legyen) rajzoljuk körbe a ferritrudat az elvágni kívánt helyen. Mérőzsinórral egy 150 W-os (vagy nagyobb) izzólámpán keresztül ellentétes pontokon vezessük rá a „grafitgyűrűre” a 230 V-os hálózati feszültséget. (Elvileg égő nélkül sem veri ki a biztosítékot e módszer.) A helyi izzítás után a felületi feszültség miatt a ferrit a berajzolt helyen elpattan vagy koccantásra eltörhető.

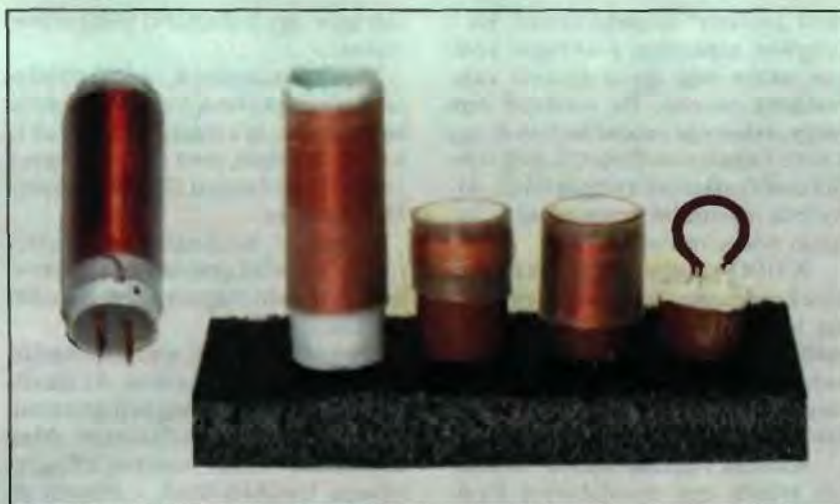
Tekercselésnek az egyrétegű a legjobb, mert több réteg esetén káros mellékrezonanciák keletkeznek. A szabálytalanul, össze-vissza tekercselt ferritmagos induktivitás is megfelelő volt az alsó két sávra.

A tekercsek csatlakozójának megvalósítására két megoldás vált be. Használhatjuk a szokásos ovális műanyag hangszóróaljzatot, amit a doboz elejére, az oszcillátor elé ragasztunk. A dugaszok végeit pedig levágjuk, belülről (melegen) kitágítjuk őket és a teker-



4. ábra. A GDO nyomtatási rajza





6. ábra. A GDO tekercskészlete

cseket ezekbe ragasztjuk. A hangszóró-csatlakozóknak viszonylag kicsi a kapacitása, ezért felenek meg.

Készíthetünk saját csatlakozót is. Ehhez kisebb méretű hüvelyek és tűskék kellenek, amelyeket pl. DSUB-csatlakozókból termelhetünk ki. Egy vastag műanyag- vagy fémlapra egy 12 mm átmérőjű kört karcolunk és ebbe egymástól 5–6 mm-re két, a tűskéknek megfelelő átmérőjű furatot készítünk. A tűskéket ezekbe a furatokba dugjuk, a feltekercselt huzalt ráforrasztjuk, majd a 11 mm-es csövet pontosan a kör belsejébe helyezzük. Ha kell, körben leszígeteljük és a belsejébe műgyantát (pl. Eporapid, Uverapid) öntünk, hogy ez egy dugót képezzen, ami a tűskéket tartja. Előbb a cső belsejét érdesíteni kell, hogy ez a dugó ne tudjon majd kicsúszni, a tűskéket is ennek megfelelően forrasszuk. A műanyag lapot vékonyan be kell kenni cipőpasztával, szilikonzsírral stb., hogy ne ragadjon hozzá a műgyanta. A kész tekercseket kívülről öntapadó fóliával vagy zsugorcsovel vonhatjuk be. A legfelső sáv induktivitása csak egy dróthurok, ami pl. Ø1,5 mm-es rézvezetékéből készülhet, kb. 7 mm-es átmérővel.

Az aljzatot úgy készíthetjük el, hogy a doboz elejét megvastagítjuk a hüvelyeknek megfelelő mértékben úgy, hogy műanyaglapot vagy -lapokat (célszerűen fólia nélküli nyákból) ragasztunk rá pillanatragasztóval. A legutoljára felragasztott lap egy egyoldalas nyáklemmez legyen. Ezután átfúrjuk a doboz elejét a megvastagított részen, ott ahol a hüvelyek lesznek. A nyák belső oldalán a két furat körül forraszmet alakítunk ki a felesleges rézfó-

lia eltávolításával, és ebbe forrasztjuk a hüvelyeket.

A használatra javasolt forgókondenzátorok tengelye általában túl rövid, ezért azt meg kell toldani. Ezt egyszerűen úgy végezhetjük el, hogy egy 6-os műanyag tengelyű potenciométer vagy kapcsoló tengelyéből levágunk egy 6 mm hosszú darabot. Ebbe egy Ø2,5 mm-es furatot készítünk és átmenő csavarral a forgó tengelyéhez rögzítjük, amihez egy vékony réteg pillanatragasztót is célszerű használni. Fontos, hogy a toldás egyenes és a furatközpontos legyen, ezért lehetőleg esztergával kell elkészíteni. Eszterga hiányában egy állványos fűrőgép is megteszi: A levágott tengelydarabot befogjuk a tokmányaiba, és egy lapos reszelőnek nyomjuk, majd prizmás gépsztuba fogjuk a fűrőt és úgy fűrjük át.

A mutatót legegyszerűbb egy átlátszó vonalzóból elkészíteni, amit közepen kifurunk és hosszában végigkarcolunk. Karcolás helyett vékony, sötét színű huzalt is alkalmazhatunk, amit egy átlátszó fóliával rögzítünk.

A skála egy 44 mm átmérőjű papírkorong, amire az osztásokat vékony csőtollal vagy tüfillel vesszük fel, miközben az aktív GDO frekvenciáját frekvenciamérővel vagy pontos skálájú vevővel mérjük. Igazán pontosan félbevágott mutató segítségével lehet bejelölni az osztásokat.

A skála egy pontján bejelöljük a gomb mindkét oldalán a mutató pontos helyét. A forgatógombra úgy rögzíthetjük a mutatót, hogy pontosan ide helyezzük és a ragasztóval a mutatóval való érintkezés helyén bekent forgatógombot rányomjuk. A patronos forga-

tógombok pontosabbak, a hernyócsavaros megoldásuk hajlamosak az elferdülésre. A kész skálát átlátszó öntapadó fóliával védhetjük a szennyeződéstől.

A forgókondenzátor trimmereit úgy kell beállítani, hogy a frekvenciaátfógás kb. 3,5-szeres legyen. Némileg szabályozhatjuk a frekvenciamenetet is a trimmerekké kissé aszimmetrikus beállításával.

A rezgés amplitúdója változik a forgókondenzátor forgatásával. Mivel az aktív GDO működése közben állandó hangot hallat az előbbi megállapítás úgy érzékelhető, hogy a hangmagasság kissé változik a forgó átforgatásakor. Legnagyobb mértékű a változás a két szélső sávban, mindkét esetben beforgatott forgónál a legkisebb az amplitúdó. Az előbbi megfigyelés egyben az RF-oszcillátor működőképességének akusztikus ellenőrzése is.

A legfelső sávban előfordulhat gerjedés, kb. minden tizedik műszernél volt ilyen tapasztalható. Ezt abból lehet észrevenni, hogy a frekvencia változásával az amplitúdó, azaz a hallható hang, ugrásszerűen megváltozik. Ilyen esetben R₂-t kell megnövelni. A legalsó sávban könnyen leszakadhat a rezgés, ha a tekercs saját kapacitása túl nagy. A nyáklapon levő hangfrekvenciás oszcillátor és a VCO külön is bevizsgálható egy tápegység és a saját telep segítségével. A tápegység az RF-oszcillátor kimeneti jelét kell, hogy modellezze. (Tipikusan 0–0,5 V-os tartomány.)

A GDO használata

Dip-oszcillátor (aktív) üzem. Közepes amplitúdót állítunk be a P₁-gyel, és a mérendő rezonáns elemmel csatlakoztatva hozzuk a GDO tekercsét, általában a hozzá való közelítéssel. Ez legegyszerűbb árnyékolatlan tekercssel rendelkező rezgőkörök esetében. A leszívás ez esetben általában igen erős és széles sávban érzékelhető. A rezgőkörök elhúzzák egymást, ezért a mérés akkor pontos, ha az érzékelt leszívás a lehető legkisebb, még egyáltalán érzékelhető.

Ez az üzemmód kiválóan használható a különféle rezgőkörök méretezésénél, a menetszámok pontos beállításánál. Kis gyakoriattal az is érzékelhető, hogy a rezgőkör jósága megfelelő-e. Ez a módszer alkalmas a kondenzátorok és induktivitások tesztelésére is, hogy megfelelnek-e nagyfrekvenciás célra. Nagyfrekvenciás rezgőkörbe szánt induktivitás és kapacitás is mér-

hető ezzel a módszerrel, ami jobb megoldás, mint a multiméterrel való mérés, mert a használathoz hasonló körülmények között mérjük az alkatelemeket.

A Thomson-képlet alapján kiszámítható a kapacitás és az induktivitás értéke, ha a másik rezgőköri elem ismert. A rádiófrekvenciás gyakorlatban a következő, jó közelítést adó képletekkel könnyebben számolhatunk, ha az „itt szokásos” mikrohenryvel (μH), pikofaráddal (pF) és megahertzcel (MHz) dolgozunk az alábbi formulákban:

$$L \cong \frac{25\,300}{f^2 \cdot C} \quad C \cong \frac{25\,300}{f^2 \cdot L}$$

Rezgőköri elemeket arány mérésével is meghatározhatunk, úgy, hogy egy ismert nagyságú kapacitással megmérjük a rezonanciafrekvenciát, majd az ismeretlennel is.

A frekvenciaarány négyzetével fordítottan arányos a kapacitások aránya. Ugyanez vonatkozik az induktivitásokra is.

$$C_2 = C_1 \left(\frac{f_1}{f_2} \right)^2 \quad L_2 = L_1 \left(\frac{f_1}{f_2} \right)^2$$

Árnyékolt rezgőköröknél nehezebb a mérés, az árnyékolóserleget problémás eltávolítani, de nem is célszerű,

mert „elhúzza” az induktivitást. Ha a rezgőkör kapacitása a serlegen kívül van, akkor még így is elérhető valamekkora csatolás. Ha másképp nem megy, akkor egy vezetékfúrkon és egy kisebb kapacitáson keresztül még mindig csatlakozhatunk a rezgőkörhöz. Árnyékolt tápvonalak rezonanciáit is hasonló módon mérhetjük ki.

A GDO-val egy rövidrezárt kivezetésű kondenzátor rezonanciafrekvenciája is kimérhető. Rádióamatőr szempontból igen tanulságos egy 100 nF-os hidegítő kondenzátor rezonanciáját meghatározni, a kivezetés hossza és a körbezárt felület függvényében.

Antenna rezonanciájának mérésénél szintén egy csatolóhurkot alkalmazhatunk, figyelembe véve, hogy annak induktivitása kicsi legyen, vagyis lehetőleg maximum egyenes hurkot alkalmazunk, amibe éppen belefer a GDO tekercse. Az antenna jósági tényezője viszonylag kicsi, ezért szorosabb csatolásra van szükség és kevésbé erős és éles lesz a rezonancia. De akár egy vezetékdarab rezonanciafrekvenciája is meghatározható (mint antennának), ha csatolásként a középhez nyomjuk a GDO tekercsét. A tapasztalatok szerint egy vékony vezeték nemigen mérhető így, egy nagyobb felületű

már igen, egy szalagkábel pedig erősen rezonál.

Nagyteljesítményű adókészüléket csak a végfokozat kikapcsolt állapotában mérjük, és a mérés után húzzuk ki a GDO tekercsét, mert egy adó képes a rezonanciára hangolt GDO-t messziről is tönkretenni.

Kicsatoló hurokkal frekvenciamérőhöz is csatlakoztathatjuk a GDO-t, hogy pontosan megmérjük az oszcilláció frekvenciáját.

Passzív üzemmód. azaz abszorpciós frekvenciamérés, jelkeresés. Az oszcillátor rezgését vagy meg kell szüntetni, vagy nagyon le kell csökkenteni ehhez a méréshez. Passzív üzemben a P_1 -gyel teljesen lesabályozzuk a műszert és úgy keresünk rezonanciát. De jobban bevált a kis amplitúdójú oszcilláció, amikor frekvenciaegyezés esetén nagyon jól érzékelhető növekedés következik be az amplitúdóban. Ehhez általában kisebb csatolás is elegendő, mint a rezonancia-méréshez. Ezzel a módszerrel a vadrezgések, gerjedések is jól kimutathatók.

Szignálgenerátor. Rádióvevők behangolásához általában elég a közelben letenni az aktív GDO-t, bekapcsolt modulátorral és kikapcsolt VCO-val. Ha nagyobb jelre van szükség, akkor itt is a vezetékfúrkon csatolást alkalmazhatjuk.

HE repeta revű...

Sok kis kapcsolás

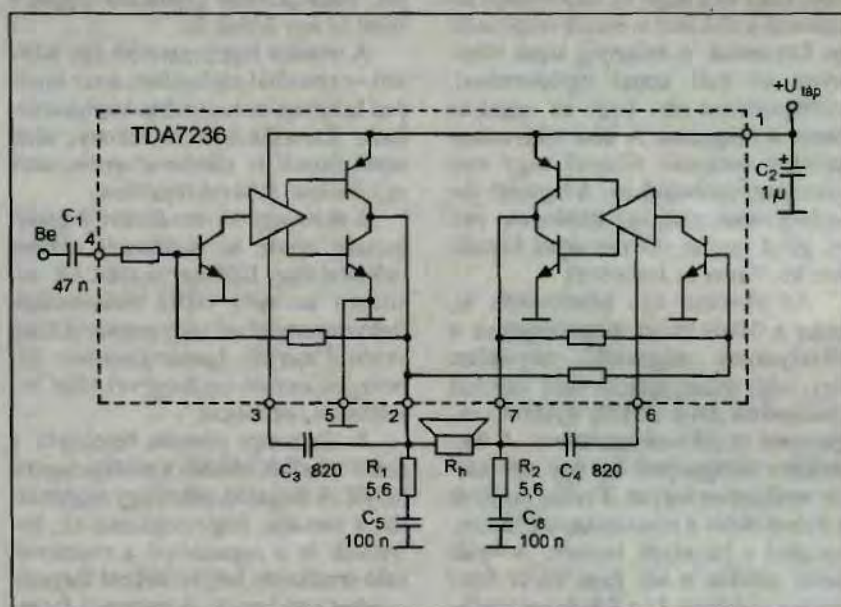
HF-végerősítő TDA7236-tal

Szokatlanul alacsony, 0,9 V...1,6 V között tápfeszültségről működtethető a TDA7236 típusú IC. Egyszerű hangfrekvenciás végerősítőként történő alkalmazására az ábrán mutatunk példát.

Mint látható, az áramkör tulajdonképpen egy hídkapcsolás, melynek kimeneti átlójában helyezkedik el az $R_h = 32 \Omega$ impedanciájú fejhallgató. $U_{táp} = 1,25 \text{ V}$ esetén (pl. mindössze 1 db NiMH akkucella) a névleges kimenőteljesítmény 17 mW, a torzítás ekkor 10%, de fele teljesítmény esetén jobb, mint 1 %.

Az erősítés tipikusan 31 dB, a nyugalmi ármfelvétel max. 1 mA.

A nyolclábú DIP-tokban levő erősítő bemeneti ellenállása kb. 10 k Ω , megengedett maximális tápfeszültsége 1,8 V.



Alternatív felépítésű, kábeles teljesítményelosztók a 2 m-es amatőrsávra

Bus László okl. villamosmérnök

Az RT évkönyv korábbi évfolyamaiban leírások jelentek meg, amelyek koaxiális felépítésű (kábeles) és mikroszalagvonalas (stripe-line) kivitelű teljesítményelosztókat valamint teljesítményösszegzőket ismertettek különböző sávokra széles- és keskenysávban. Ezek felépítésüket tekintve megegyezést mutattak, mivel $\lambda/4$ -es technikával készültek. Ezeknél a változatoknál azt az ismert tényt használjuk fel, hogy egy $\lambda/4$ hosszúságú tápvonalnak impedanciaillesztő (impedanciáttranszformáló) tulajdonsága van. Az illesztés mértékére vonatkozóan és az átviendő sáv szélességétől függően az elosztók lehetnek $1 \times \lambda/4$ -esek vagy többször $\lambda/4$ -esek. Itt jegyezzük meg, hogy az elosztók teljesítményösszegzésére is alkalmasak. Erre később a cikk folyamán még visszatérünk. A teljesítményelosztók családjának osztályozása az alábbiak szerint történik:

- sáv szerint: FM-URH, VHF, UHF, rádióamatőr, stb.,
- teljesítmény alapján: kis-, közepes- és nagyszintű,
- felépítés szerint: merev-, hajlékony koaxiális, nyákos, ferrites,
- kimenetek közti áthallás szerint: van áthallás, nincs áthallás,
- sáv szélesség szerint: keskeny- és szélessávú,
- osztás alapján: egyenlő-, egyenlőtlen arányú.

Most olyan teljesítményelosztókat ismertetünk, ahol az egyes kimenetek között nincs áthallás, azaz a kimenetek galvanikus kapcsolatban állnak egy-

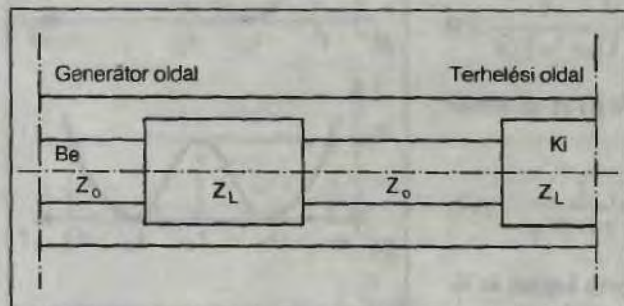
mással, továbbá ez a konfiguráció mind felépítését, mind működését tekintve eltér az eddig ismert elrendezésekhez képest. Ezen bevezető után rátérünk a címben szereplő elosztócsalád 2-es és 3-as, közepes teljesítményű változatainak ismertetésére.

Működés

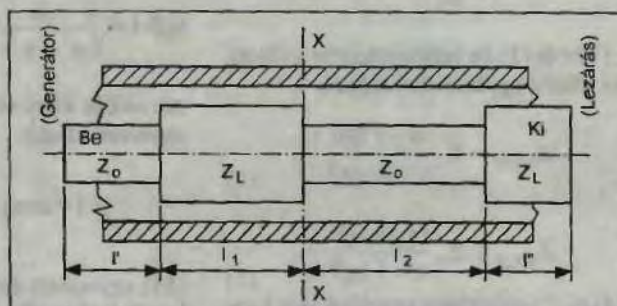
A teljesítmény-elosztók feladata, hogy az adóból a bemenetükre érkező teljesítményt az egyes antennákra veszteségmentesen továbbítsák. Ezt az ideális esetet a gyakorlatban megvalósítani nem tudjuk, de a teljesítményvesztéget az elosztó bemenete és kimenetei között illesztéssel minimalizálni tud-

juk. Illesztésre lépcsős impedanciáttranszformátorokat használunk, hogy az előbb említett gyakorlati követelményt kielégítsük. Az illesztést végző tápvonalszakaszok hossza rövidebb, mint $\lambda/4$, és felépítését tekintve alternatív elrendezésű, ami azt jelenti, hogy a bemenettől a kimenet felé haladva a hullámimpedancia váltakozva veszi fel Z_0 , Z_L értéket (1. ábra). A későbbiek folyamán használni fogjuk a hullámmellenállás kifejezést is, mivel ez veszteségmentes esetben valós szám, és a méretezés is veszteségmentes tápvonalból indul ki.

Az ilyen kialakítású elosztók (összegzők) szintén két impedanciáttranszformáló szakaszból állnak. Ezek



1. ábra



2. ábra

úgy illesztenek, hogy a Z_0 bemenő oldali hullámimpedanciát (nagyimpedanciás oldal) az „ l_1 ” hosszúságú Z_L hullámimpedanciájú tápvonalszakasz és a Z_L lezáró impedanciát (kisimpedanciás oldal) „ l_2 ” hosszúságú Z_0 hullámimpedanciájú szakasz a találkozási síkjukban azonos nagyságú valós értékre transzformálják (2. ábra).

Méretezés

Koaxiális technikában a bemenő impedancia meghatározására a pozitív haladási irányban a lezárástól (terhelés) a generátor felé haladást jelenti, az ezzel ellentétes haladás a negatív irányban felel meg. Ezt figyelembe véve a bemenő impedancia a bemenettől az X-X síkra:

$$Z_{beX-X} = Z_L \frac{Z_0 - j \cdot Z_L \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_1}{Z_L - j \cdot Z_0 \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_1} \quad (1)$$

A bemenő impedancia a kimenettől (lezárástól) az X-X síkra:

$$Z_{beX-X} = Z_0 \frac{Z_L + j \cdot Z_0 \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_2}{Z_0 + j \cdot Z_L \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_2} \quad (2)$$

Ahol: Z_{beX-X} = a tápvonal bemenő impedanciája,
 Z_0, Z_L = az egyes szakaszok lezáró- ill. hullámellenállása,
 β = a fázistényező: $2\pi/\lambda$,
 λ = a tápvonalon terjedő hullámhossz,
 l_1, l_2 = a tápvonal hossza.

Itt jegyezzük meg, hogy

$$\operatorname{tg} \beta(-x) = -\operatorname{tg} \beta x.$$

Az impedanciaáttételre vezessük be az alábbi jelölést:

$$\frac{Z_0}{Z_L} = n \quad (3)$$

(1)-be és (2)-be behelyettesítve a (3)-at, az alábbi egyenleteket kapjuk:

$$Z_{beX-X} = Z_L \frac{n - j \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_1}{1 - j n \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_1} \quad (4)$$

$$Z_{beX-X} = Z_0 \frac{1 + j n \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_1}{n + j \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_1} \quad (5)$$

(4) és (5) egyenletet egyelőre téve kapjuk:

$$Z_0 \frac{1 + j n \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_2}{n + j \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_2} = Z_L \frac{n - j \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_1}{1 - j n \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_1} \quad (6)$$

A (6) kifejezés mindkét oldalát osszuk el Z_L -lel! Így azt kapjuk, hogy:

$$n \frac{1 + j n \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_2}{n + j \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_2} = \frac{n - j \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_1}{1 - j n \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot l_1} \quad (7)$$

A (7) egyenlet keresztbe szorzás után az alábbi alakban írható fel:

$$n \cdot (1 - j \cdot n \cdot \operatorname{tg} \beta l_1) \cdot (1 + j \cdot n \cdot \operatorname{tg} \beta l_2) = (n + j \cdot \operatorname{tg} \beta l_2) \cdot (n - j \cdot \operatorname{tg} \beta l_1) \quad (8)$$

Ez utóbbit rendezve és átalakítva:

$$n + n^3 \cdot \operatorname{tg} \beta l_1 \cdot \operatorname{tg} \beta l_2 + j \cdot n^2 (\operatorname{tg} \beta l_2 - \operatorname{tg} \beta l_1) = n^2 + \operatorname{tg} \beta l_1 \cdot \operatorname{tg} \beta l_2 + j n (\operatorname{tg} \beta l_2 - \operatorname{tg} \beta l_1) \quad (9)$$

egyenlethez jutunk. Bontsuk mindkét oldalt valós és képzetes részre! A szétbontás után láthatjuk, hogy a képzetes rész ott válik 0-vá, ahol:

$$\operatorname{tg} \beta l_1 = \operatorname{tg} \beta l_2 \quad (9a)$$

Ebből az következik, hogy az $l_1 = l_2 = l$, ha a két tápvonalszakasznak azonos a dielektrikuma, ami megfelel a gyakorlatnak.

A valós rész szolgál a további számításokhoz:

$$n^3 \operatorname{tg}^2 \beta l + n = n^2 + \operatorname{tg}^2 \beta l \quad (10)$$

A (10) egyenletet rendezve kapjuk:

$$(n^3 - 1) \cdot \operatorname{tg}^2 \beta l = n^2 - n \quad (11)$$

A fenti kifejezést újból rendezve és átalakítva lesz:

$$(n^2 + n + 1) \cdot \operatorname{tg}^2 \beta l = n \quad (12)$$

Ebből $\operatorname{tg} \beta l$ -re az alábbi kifejezés adódik:

$$\operatorname{tg} \beta \cdot l = \sqrt{\frac{n}{n^2 + n + 1}} = \sqrt{\frac{1}{n + 1 + 1/n}} \quad (13)$$

Az előbbi kifejezésből βl -re az alábbi egyenlet adódik:

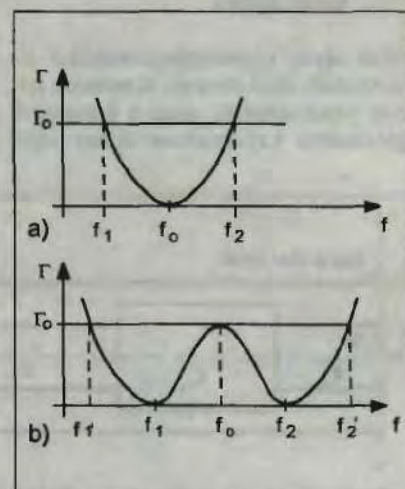
$$\beta \cdot l = \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{1}{n + 1 + 1/n}} \quad (14)$$

(14) egyenletet átalakítva kapjuk az illesztő szakaszok „ l ” hosszát:

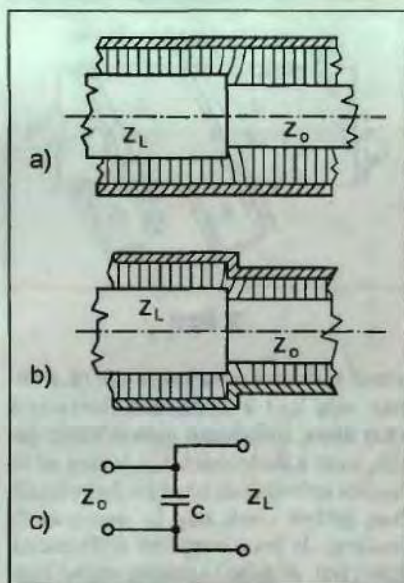
$$l = \frac{\lambda}{2\pi} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{1}{n + 1 + 1/n}} \quad (15)$$

Az ismertett méretezésből jól látszik, hogy az impedanciáttranszformációt végző vonalak hossza függ az „ n ” impedancia-áttételtől. Például $n = 2$ esetén l/λ -ra 0,078 adódik vagy $n = 3$ -nál $l/\lambda = 0,071$. Az ilyen típusú elosztókat koaxiális technikában rövidített elosztóknak is nevezik, mivel az egyes szakaszok hossza kisebb $\lambda/4$ -nél.

Az illesztési módok között a 3.a ábrán látható karakterisztikát a szakirodalom maximális laposnak vagy binomiálisnak nevezi. Csupán a teljesség kedvéért jegyezzük meg, hogy létezik még az egyenletes közelítésű (Csebisev típus), melyet a 3.b ábra ábrázol. A két karakterisztika között az a különbség, hogy a maximális lapos az ábrán látható f_0 frekvencián ad jó illesztést, míg a Csebisev típusú f_1 és f_2 frekvencián. f_0 frekvencián az előírt maximális reflexiót éri el. Ez utóbbival az előírt reflexió betartása mellett lényegesen nagyobb sáv fogható át, mint a maximális lapossal. A sávzélességgel kapcsolatban annyit jegyezzük meg, hogy ez nem egyezik meg az erősítőknél használt 3 dB-es amplitúdó eséshez tartozó sávzélesség kifejezéssel. Elosztóknál sávzélesség alatt azt a frekvenciatartományt értjük, ahol az illesztés az előírt Γ_0 reflexió tényezőt eléri. Mivel a 144 MHz-es rádióamatőrsáv mindössze 2 MHz széles, ezért a továbbiakban csak a maximális lapos változatot tárgyaljuk. f_0 frekvencia alatt és felett az illesztés romlik, mert megjelenik a képzetes rész (3.a ábra). Erre a későbbiekben még visszatérünk.



3. ábra



4. ábra

Az áttekinthetőbb tárgyalás érdekében eddig nem tettünk említést az ugráskapacitások hatásáról, melyek az egyes átmeneteknél keletkeznek. A jobb érthetőség miatt merev koaxiális tápvonalakon keresztül fogjuk bemutatni az ugrást. A belső vezető vagy a külső és a belső vezető méretváltozásánál (ugrás) eltorzul az elektromos erőter képe, amit a 4.a és 4.b ábra szemléltet. Tápvonal elméleti megfontolásokkal kimutatható, hogy ennek hatása egy söntkapacitással ekvivalens (csak TEM mód terjedését feltételezve). Ennek a helyettesítő képét a 4.c ábrán látjuk.

A söntkapacitás reflexiónövelő hatást okoz a frekvencia függvényében, ezáltal csökken az átviteli sáv. A söntkapacitás hatásának vizsgálata bonyolult feladat: a szakirodalomban konkrét utalásokat nem találunk arra, hogy milyen mértékű az a diszkontinuitás (ugrás), ami elhanyagolható az egyes frekvenciatartományokban. Ennek vizsgálata csak egyedi esetekre szorítkozik, mert az ugráskapacitás hatása az alábbi tényezőktől függ:

- az impedanciaáttételtől,
- az ugrások mértékétől: ez pedig az illesztést végző szakaszok számának függvénye,
- a frekvenciatartománytól (FM URH vagy VHF),

Mivel ez a kapacitás fázistolást hoz létre, ezért az illesztést végző szakaszok hosszát úgy kell módosítani, hogy ezek ugyanakkora fázistolást hozzanak létre, mint az elméletileg kiszámított

szakaszok. Ezt célszerű a sávközépi frekvenciára elvégezni, mivel a méretezés is sávközépre történt. További kapacitás kerül be a szereléssel is. Mivel e két tényezőt számításal pontosan meghatározni nem lehet, ezért a realizált szakaszok hosszának meghatározása kísérletileg történik.

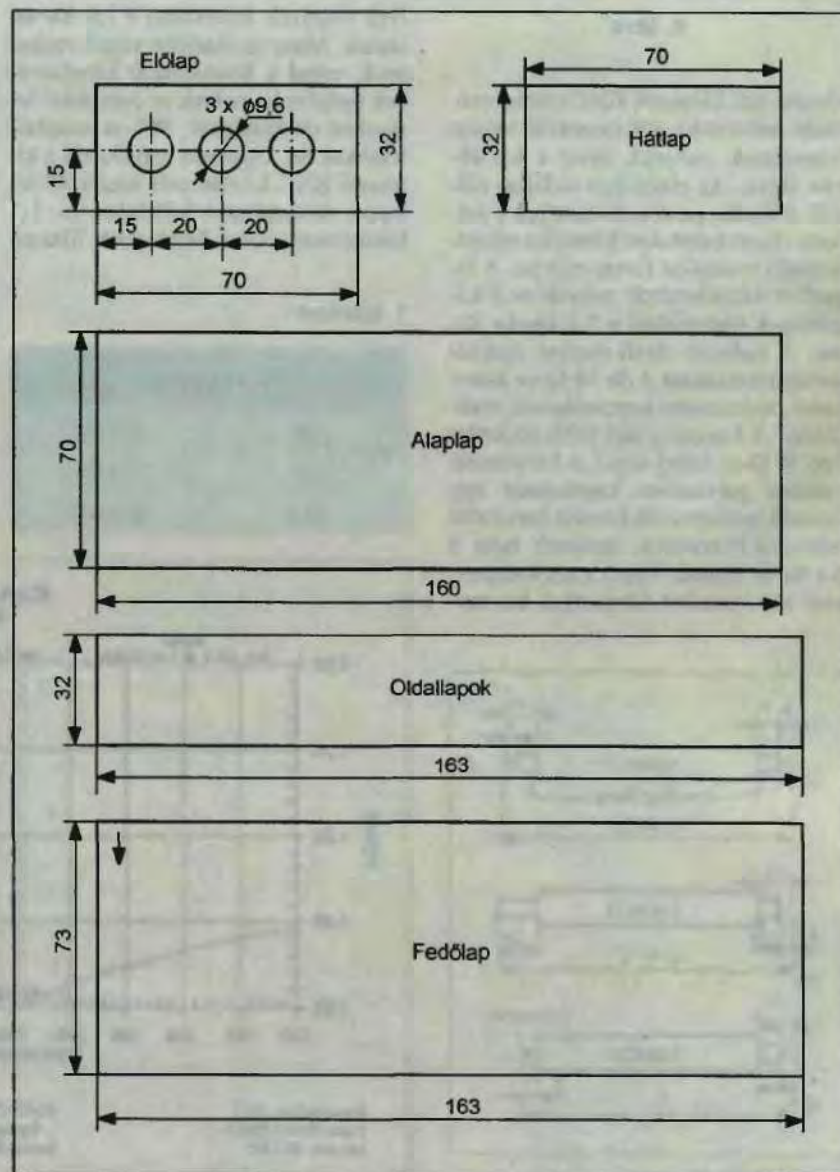
Elkészítés és bemérés

2-es elosztó

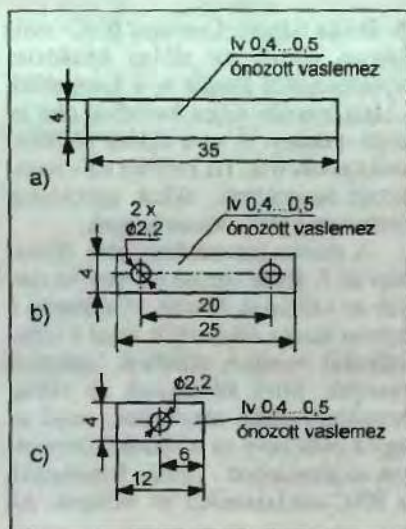
A 2-es elosztót BNC-csatlakozókkal ellátott dobozban készítjük el. A doboz anyaga 1,5 mm-es, egyoldalas nyáklemez vagy 0,8...1 mm-es sárgaréz lemez. A 2-es osztó dobozának rajza az

5. ábrán látható. Csavaros BNC-csatlakozó esetén az előlap kétoldalas nyáklemezből készül és a hosszabbik oldala mentén teljes hosszban alul és felül vékony, 5 mm széles rézfóliacsíkkal átkötjük. Ha karimás RF-csatlakozót használunk, akkor egyoldalon folírozott nyákot alkalmazunk.

A doboz készítésének első fázisában az 5. ábrán látható méretre leszabjuk az oldalakat. Ezután az előlapon a három furatot elkészítjük majd a fóliacsíkokat mindkét oldalhoz hozzáforsztjuk. Most következik az előlap hozzáforsztása alaplaphoz, majd az egyik oldallapot és a hátlapot forrasztjuk az alaplaphoz. Ezután felszereljük a BNC-csatlakozókat az előlapra. Az

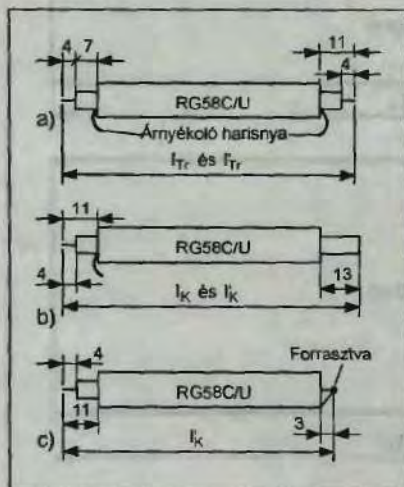


5. ábra

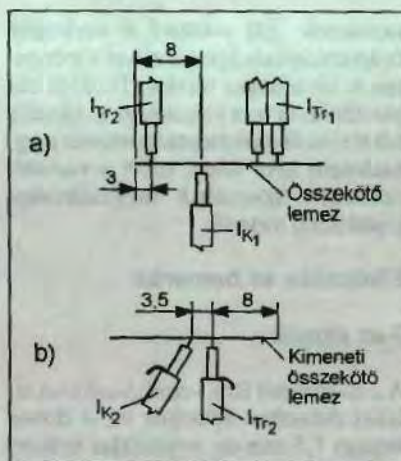


6. ábra

elosztó két kimeneti BNC-csatlakozójának belső erére egy összekötő lemezt forrasztunk, melynek rajzát a 6.b ábrán látjuk. Az elkészített oldallap nélküli dobozba most beforrasztjuk a méretre vágott kábeleket. Először a transzformáló vonalakat forrasztjuk be. A le szabott kábeldarabok méretét és a kábelvégek kialakítását a 7.a ábrán látjuk. A bemenő oldali illesztő szakasz hullámellenállását 2 db 50 Ω -os koax-kábel párhuzamos kapcsolásával realizáltuk. A kimenő oldal felőli illesztést 1 db 50 Ω -os kábel végzi. A két illesztő szakasz galvanikus kapcsolatát egy ónozott vaslemezről készült összekötő lemezzel biztosítjuk, melynek rajza a 6.a ábrán látható. Végül a két kompenzáló kábeldarabot forrasztjuk be, me-



7. ábra. Az RG58C/U 50 Ω -os kábel, rövidülési tényezője 0,66

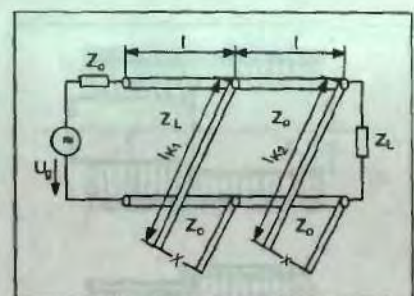


8. ábra

lyek végeinek kialakítása a 7.b ábrán látszik. Mind az illesztést végző szakaszok, mind a kompenzáló kábeldarabok belső erét, melyek az összekötő lemezhez csatlakoznak, 90°-os szögben hajlitsuk fel. Ugyanez vonatkozik a kimeneti BNC-k belső erét összekötő lemezre forrasztandó kábelekre is. L_{k1} kompenzáló darab helye a két illesztő

1. táblázat

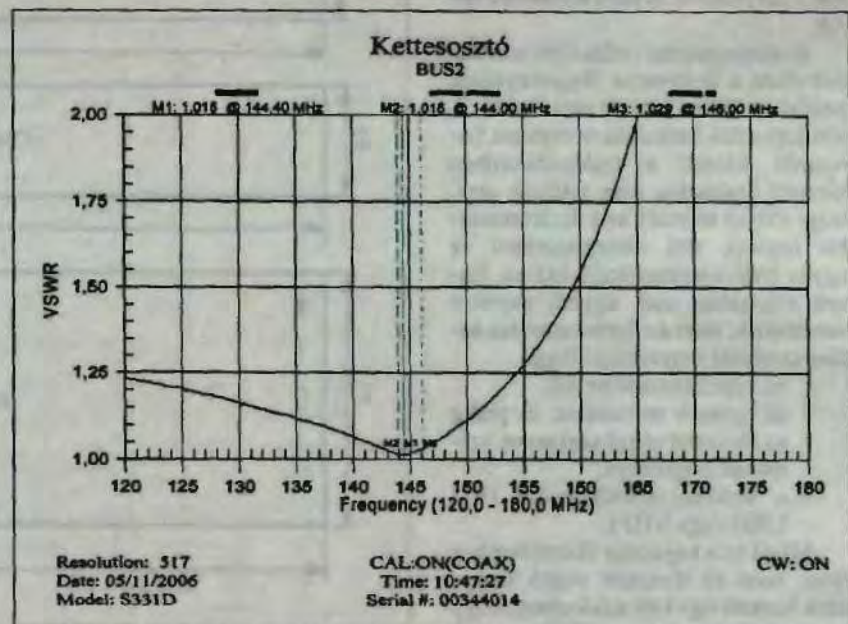
2-es elosztó	
L_{tr}	10,5 cm
L_{k1}	17,3 cm
L_{k2}	20,5 cm



9. ábra

vonallal találkozási síkjában van (8.a ábra), míg L_{k2} -t a kimenetre forrasztjuk (8.b ábra, mindkettő nyitott kábel darab, azaz kábelcsonk). L_{k1} javítja az illesztés mértékét és a helyét frekvenciában, felfelé viszi, míg L_{k2} rontja az illesztést, de ezt a nagyobb frekvenciák felé viszi. A doboz készítés utolsó fázisaként a hiányzó oldallapot forrasztjuk az alap-, az elő- és hátlaphoz. Mivel a fedőlap rögzítésére több megoldás is létezik, ezért a fedőlap rajzán a rögzítő furatok helyét nem rajzoltuk be. A transzformáló vonalak és a kompenzáló darabok hosszát az 1. táblázatba foglaltuk.

Az elkészített elosztónak vázlatos rajzát a 9. ábrán adtuk meg. Az elosztó mérése zárt dobozban történik hálózati analizátorral vagy vobulátorral. A bemenő feszültség-állóhullámarány (VSWR) görbéje a frekvencia függvényében a 10. ábrán látható. Eddig még nem tettünk említést az egyes kompenzáló darabok szerepéről:



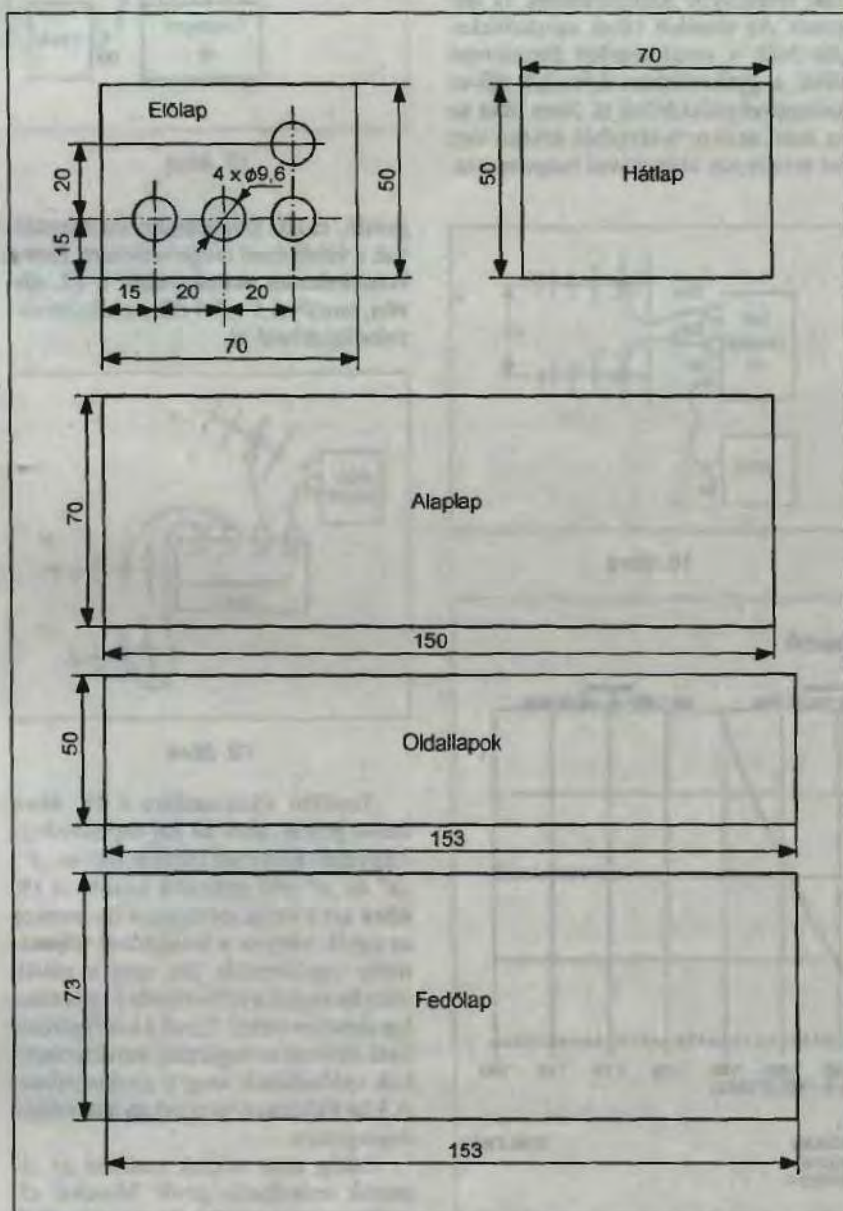
10. ábra

Miután, kísérletileg meghatároztuk a kompenzáló darabok optimális helyét, ezután l_{k1} és l_{k2} hosszának csökkentésével tudjuk változtatni VSWR értékét és frekvenciában való helyét. L_{k1} lényeges mértékű javulást okoz az illesztésben és a helyét a nagyobb frekvenciák felé viszi, míg l_{k2} kismértékű romlást idéz elő az illesztésben és ezt frekvenciában felfelé tolja. A kompenzáló darabok hosszát felváltva addig csökkentjük, amíg a műszer képernyőjén a 10. ábrán látható VSWR görbét kapjuk. Ezzel megtörtént az elosztó bemérése, a bemért elosztó kompenzáló kábeleinek kábelharisnya nélküli végre

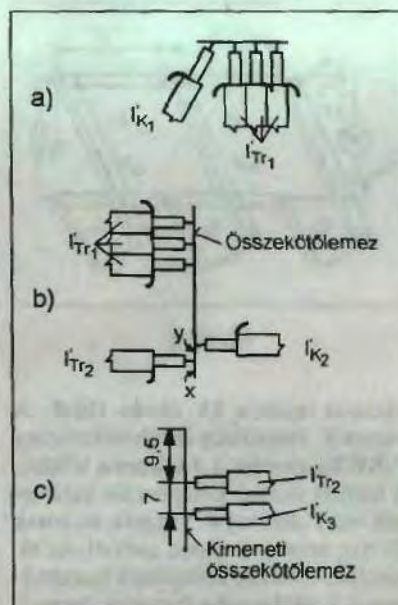
egy 20 mm hosszú mipolán csövet húzunk.

3-as elosztó

A 3-as elosztó doboz anyaga és elkészítésének módja megegyezik az előzőnél leírtakkal. Az elosztó dobozának rajza a 11. ábrán látható. A bemeneti BNC-csatlakozó belső erébe a 6.c ábrán megadott lemezkét forrasztjuk, míg a kimeneti „L” alakban elhelyezkedő BNC-csatlakozóinak belső ereire ráforrasztjuk a 2 db lemezkét (6.b ábra). Itt is először a transzformáló vonalakat forrasztjuk be, majd a kompenzáló kábele-



11. ábra



12. ábra. A b) ábrarészleten $x = 2$ mm, $y = 4$ mm a lemez szélétől mérve

ket. Az elosztó bemenetén az illesztést végző szakasz hullámellenállását 3 db 50 Ω -os koaxiális kábel párhuzamos kapcsolásával realizáljuk, a kimenő oldali illesztő vonal 1 db 50 Ω -os kábel-darabból áll. Ezután a bemenetre l_{k1} hosszúságú, rövidrezárt, kompenzáló kábel-darabot forrasztunk, melynek helyét a 12.a ábra mutatja és a végeinek kialakítása a 7.c ábrán látható.

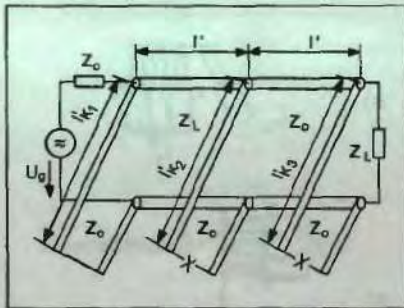
Mind az illesztést végző szakaszok, mind a kompenzáló kábel-darabok belső erét, amelyek a bemeneti-, kimeneti- és az összekötő lemezhez csatlakoznak, 90°-os szögben hajlítuk fel.

l_{k2} helye a két transzformáló szakasz között van, míg l_{k3} az elosztó kimenetére kerül. E két utóbbi kábel-darab optimális helyét kísérlet útján határoztuk meg, ezt szemlélteti a 12.b és 12.c ábra. Ezek után forrasztjuk be a doboz hiányzó oldalát.

A 3-as osztó bemérése zárt dobozban történik. Az elkészített 3-as osztó

2. táblázat

3-as elosztó	
L_{tr}	7,7 cm
L_{k1}	20,5 cm
L_{k2}	19,2 cm
L_{k3}	13 cm



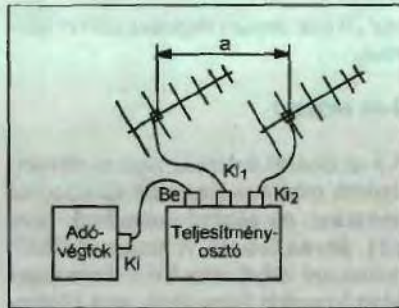
13. ábra

vázlatos rajzát a 13. ábrán látjuk. A bemenő feszültség-állóhullámarány (VSWR) görbéje a 14. ábrán látható. A bemért elosztó kompenzáló kábeleinek nem „harisnyás” végére húzzunk 20 mm hosszú mipolán csövet! Az elkészített elosztók kábeleinek hosszmetétét a 2. táblázathoz foglaltuk össze.

Alkalmazás

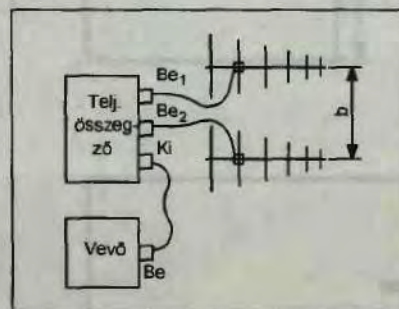
Már a bevezetőben említést tettünk arról, hogy a teljesítményosztó teljesítmény összegzésére is alkalmas. Most ezekre mutatunk be néhány gyakorlati példát. Először a 15. ábrán láthatjuk az eszközt elosztó üzemben, ahol az adóból érkező teljesítményt két antenna között osztjuk el. Ezzel a kombinációval különféle sugárzási karakterisztikák alakíthatók ki.

A 16. ábrán ennek az elemnek aaaaaaaa gyakorlati alkalmazását összegző üzemben látjuk. A távolból

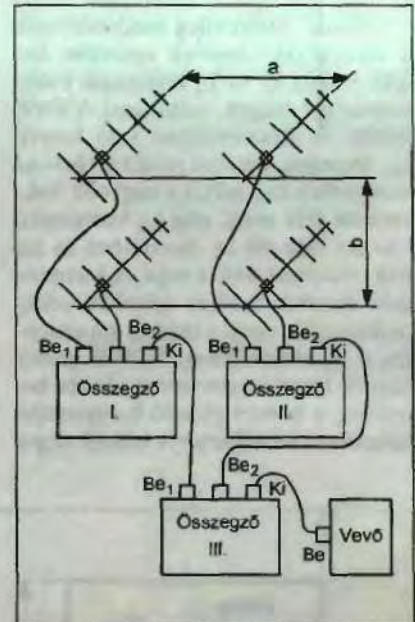


15. ábra

érkező kisszintű, nagyfrekvenciás jelet a jó vétel érdekében két antennával vesszük. Ezt a variációt szokták antennák rendszerbe kapcsolásának is nevezni. Az elméleti vételi szintnövekedés 3dB, a veszteségeket figyelembe véve a gyakorlatban 2,5...2,8 dB-es szintnövekedést érünk el. Nem ritka az az eset, amikor a távolból érkező vett jel szintje két antennával mégsem ele-

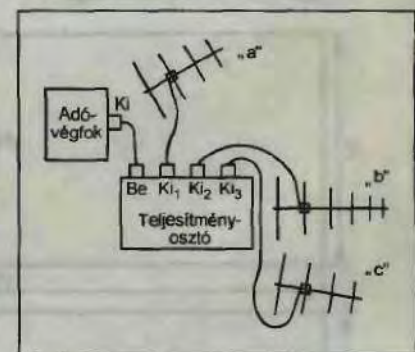


16. ábra



17. ábra

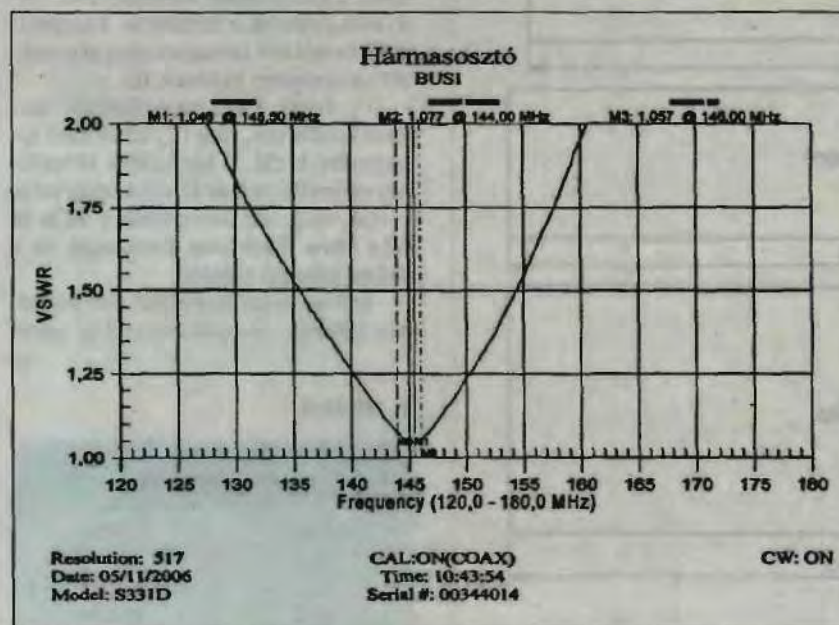
gendő, ekkor antenneyest használunk a vételi szint megnövelésére. Erre a kombinációra látunk példát a 17. ábrán, amellyel 5...5,4 dB-es jelszint növekedés érhető el.



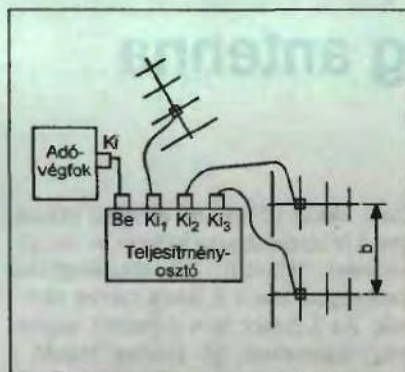
18. ábra

További alkalmazásra a 18. ábra mutat példát, ahol az RF-teljesítményt 3 egyenlő arányban osztjuk szét az „a”, „b” és „c” jelű antennák között. A 19. ábra azt a variációt mutatja be, amikor az egyik irányba a kisugárzott teljesítmény egyharmada jut, míg a másik irányba ennek a kétharmada (egyenlőlen elosztás esete). Ezzel a konfigurációval különféle sugárzási karakterisztikák valósíthatók meg a gyakorlatban. A 3-as változatot igen ritkán használják összegzésre.

Eddig nem tettünk említést az elosztók terhelhetőségéről. Mindkét elosztót maximum 30 W-ig javasoljuk terhelni.



14. ábra



19. ábra

Befejezésképpen összefoglaljuk az elosztó (összegző) főbb jellemzőit:

- a) az elkészítés során egyféle 50 Ω -os koaxiális kábelt kell használni,
- b) az illesztést végző szakaszok hossza $\lambda/4$ -nél rövidebbek, ezért megépítésük gazdaságos.

A most ismertetett illesztési mód más hullámellenállású rendszerekben is alkalmazható.

Végül sok sikert kívánok az elosztók megépítéséhez, és itt szeretnék köszönetet mondani *Nagymáté Csabának*, *Szombathy Csabának*, akik mérési lehetőséget biztosítottak.

Felhasznált Irodalom

Bus László: szabadalmi leírás – Elosztó (összegző) kisszintű jelek egyenlő arányú elosztására (összegzésére) VHF-sávban, 202334/1986.

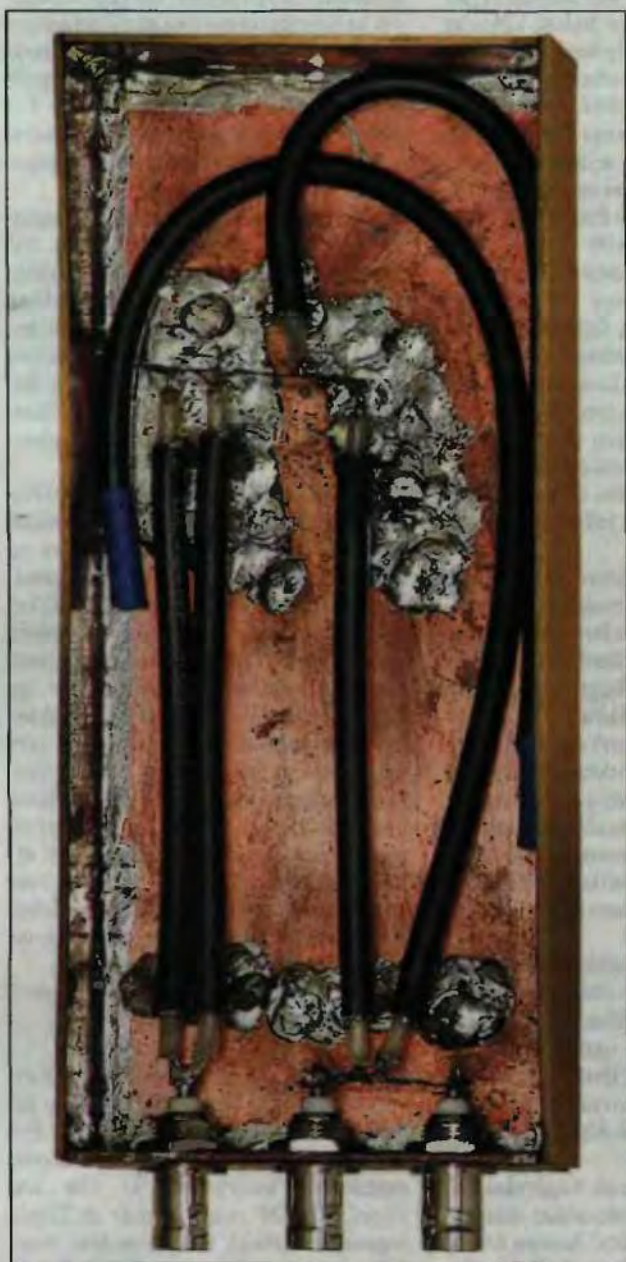
Bus László: TV-átjátszóban alkalmazott kis és közepes teljesítményű koaxiális transzformátorok és elosztók, *Híradástechnika* 1983/7 313–321. oldal.

Dr. Kása István: *Mikrohullámú integrált áramkörök*, Műszaki Könyvkiadó, 1978

Dr. Istvánffy Edvin: *Tápvonalak, antennák, hullámterjedés*, 1967

B. Bramham: A Convenient Transformer for Matching Coaxial Lines, *Electronic Engineering* January 1961 42–44. oldal.

M. Cesky: *Rádió- és TV-műsorvételi ismeretek*, Műszaki Könyvkiadó 1980.



A 2-es elosztó



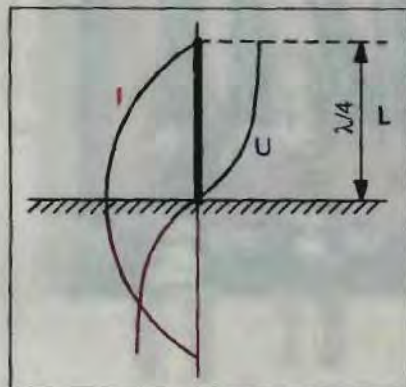
A 3-as elosztó

Az a „csodálatos” Triple leg antenna

Stefanik Pál okl. villamosmérnök, HA5BT

A közelmúltban egy fiatal, de már hívójeles amatőr volt a vendégem. Sok minderről beszélgettünk és Csaba – többek között – azt is elmondta, hogy antenna-problémája, helyesebben szólva antenna elhelyezési problémája van. A rendelkezésre álló hely kevés egy többsávos, „hosszúdrótos” antenna (FD-4, W3DZZ, Delta-loop) kifeszítéséhez. Egyelőre egyetlen lehetősége egy vertikális antenna felállítására lenne, amelynek viszonylag kicsi a helyigénye, és különösen a felső amatőrsávokon (10, 15, 20 m) – a tapasztalat szerint – kiválóan használható. Azután konkrétan arról beszéltek, hogy pillanatnyilag elsősorban a 20 m-es amatőrsávra kellene egyet elkészíteni. Ekkor elmeséltem, hogy valamikor, jó 40–45 évvel ezelőtt nekem is pontosan hasonló problémám volt és szerencsésen egy ilyenfajta antennával sikerült hosszú időre megoldanom az éterbeni munkát. Nem szólván arról, hogy még ma is ezzel a típusú vertikállal dolgozom 20 m-en, nagyon jó eredménnyel. Ígértem, hogy alkalomadtán a „Rádiótechnikában” majd foglalkozni fogok ennek az antennának a leírásával és elkészítésével, hátha másnak is kedve lesz azt megépíteni.

A fentebb említett időpont táján a „Rádiótechnika” több esetben is foglalkozott ezzel az antennatípussal, Ground-plane elnevezéssel. Szükség is volt erre, mert a vonatkozó szakirodalmat nehéz volt akkoriban beszerezni, nem szólva a gyakorlati kivitelről. Miből,



1. ábra

mennyit, milyen anyagot használjunk, hogyan méretezzük és hogyan mérjük be a már elkészített antennát?

Kedves fiatal barátom, talán értetlenül olvasod az utóbbi kérdő mondatot, de gondold meg, hogy abban az időben a műszerezettség maximuma – amatőr szinten – a GDO, a grid-dip meter volt, – ha egyáltalán volt! Már akinek olyan szerencséje volt, hogy tudott kölcsön szerezni vagy netán építeni egyet. Az antennák rezonanciafrekvenciájáról, talpponti impedanciájáról, amit ma néhány perc alatt pontosan meg tudunk mérni, csak halvány sejtelmünk volt. Idővel azután megjelent az SWR-mérő, mely ugyancsak ritkán fordult elő amatőrberkekben, mert 100 μ A-es Deprez-műszer meg koaxiális kábel (mindkettő akkoriban egy-egy álom) kellett hozzá. Szóval, lassan fejlődöttünk fel a mai szintre... De abbahagyom a nosztalgizást, mely akkor keserves valóság volt, és visszatérek az eredeti témára.

Nézzük meg, milyen típusú antennát célszerű megépítenie fiatal barátunknak, mi a működési elve ennek az antennának, melyek a jellemző műszaki tulajdonságai?

Ha röviden jellemezni akarjuk ezt az antennatípust: körsugárzónak nevezhetjük. Az antenna hossza, az L , az üzemi frekvencia (λ , lambda) negyedével ($\lambda/4$) egyenlő és függőleges polarizációval sugároz (1. ábra). Elvileg tulajdonképpen félhullámú sugárzó, mert a jó vezető talaj tükörképszerűen félhullámú sugárzóvá teszi a $\lambda/4$ -es sugárzó rudat. Az antenna-szakirodalom, első alkalmazójáról Marconi-antennának nevezi, mely aszimmetrikus, a félhullámú dipóllal szemben nem földszimmetrikus.

A vertikális antennákról általában elmondható, hogy jó villámvédelmi és jó nagyfrekvenciás földelést követelnek meg. Biztonsági okokból mindig szükség van a jó földelésre. Ezzel kapcsolatban itt kell felhívni a figyelmet arra, hogy a vízvezeték-hálózat nem alkalmas erre a célra!

A vertikális antennák sugárzási tulajdonságairól a következőket állapíthatjuk meg: ha a sugárzó hossza $\lambda/4$, a sugárzási szög kb. 30° -os, ha $3/8\lambda$, akkor 23° -os, ha $1/2\lambda$, akkor 18° -os és ha

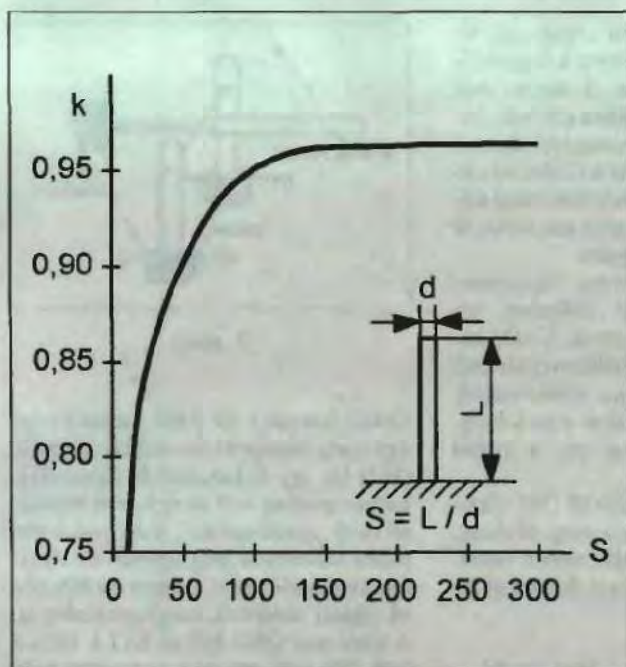
$5/8\lambda$, akkor 12° -os. Az antenna valóságos kivitelezéséhez elsőként az ún. rövidülési tényező (k) megállapítása szükséges, ami a 2. ábra szerint történik. Az L hossz és a d átmérő azonos nagyságrendben, pl. cm-ben irandó a karcsúsági tényezőt, az S -et meghatározó képletbe. A görbe segítségével leolvasható k , rövidülési tényező értékével kell megszorozni az elméleti antennahosszúságot. Az elméleti antennahosszúság a kívánt üzemi frekvenciából az ismert képlettel számítható: $\lambda = 300/f$, ahol f a méter és a megahertz adja most az összetartozó nagyságrendeket.

A vertikális antennacsatlád klasszikus alaptípusa a Marconi-antenna. Ezt az amatőrök ma már nem használják, mert célszerűen a földtől magasabbra emelik az általuk használt vertikális antennát. Ezeknél, a talppontban elhelyezett ún. rádiókkal helyettesítik a földet. Innen származik a rádiók hálózatának angol elnevezése ground-plane (földelősík).

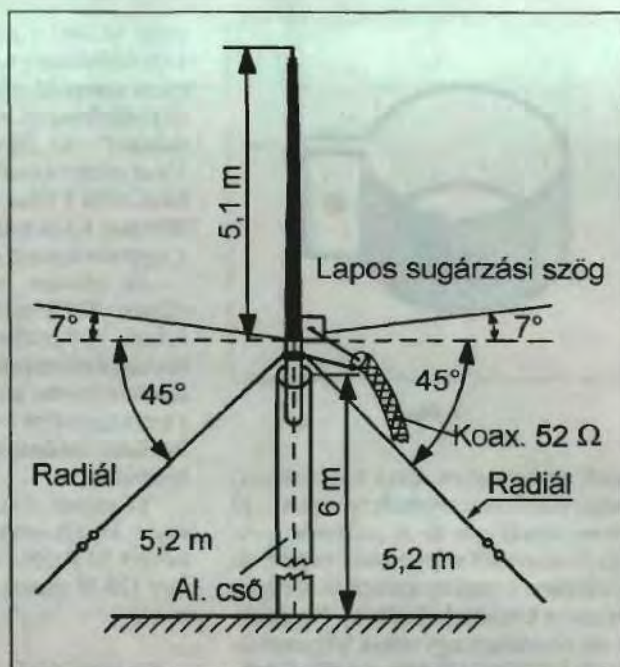
A rádiók közel $\lambda/4$ hosszúságú huzalok, a talppont közelében egymással fémesen összekötve és elszigetelve az aktív függőleges sugárzótól. Szigetelten, vízszintesen vannak kifeszítve, mert a végeken feszültség maximum van. A ground-plane antenna talpponti ellenállása kb. 40Ω . Koaxkábelrel így közvetlenül nem táplálható. A gyakorlati megoldás az, ha a rádiókat nem vízszintesen feszítjük ki, hanem úgy, hogy a talppontban elképzelt vízszintes vonalhoz képest, 45° -os szögben lefelé mutassanak. Így kb. 50Ω talpponti ellenállást kapunk, amely esetben már közvetlenül táplálható a kereskedelmi forgalomban kapható 50 – 52Ω -os koaxiális kábelekkkel.

A Triple leg antenna

A vertikális antennacsatládból most kiválasztunk egy bevált típust, mely jól használható 10, 15 és 20 méteren. Ezt az alaptípusnak mondható Marconi-antennából kísérletezte ki Von Ted Vogel, HB9OP svájci amatőr és Triple legnek nevezte el. Ezt javasoljuk megépíteni, egyszerűsége és jól bevált működése okán.



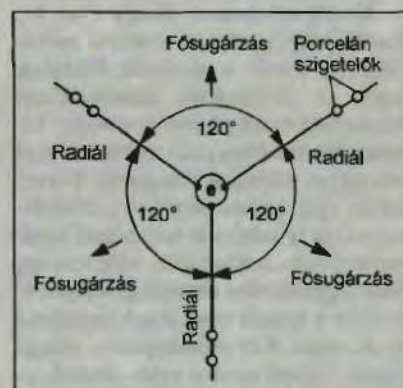
2. ábra



3. ábra

Ted OM, ahogy írta, kísérleteinél kiindulási alapnak a 4 horizontális rádiállal rendelkező Marconi ground-plane antennát tekintette. Ennek az antennának (lásd fentebb) kb. 40 Ω a talpponti impedanciája, ezért azt a forgalomban levő koaxkábelekkel nem lehet közvetlenül táplálni. Így a következő változtatást végezte el az alaptípuson. Vett egy kb. 6 m hosszú árbocot, amelynek a felső végébe egy keramikus szigetelőt helyezett és ebbe dugta a kb. $\lambda/4$ -es aktív sugárzót. E szigetelő alatt kb. 2-3 cm távolságra az árbocra helyezett egy fémgyűrűt és ehhez kötötte (forrasztotta) a 3 db rádiált, melyek mint már említettük, 45°-os szögben „lefelé” mutatnak, a talpponti impedancia a nagyon kedvező 50-52 Ω értéket mutatja. A három rádiálnak különböző szögértékekbe való állításával pontosan be lehet állítani az alkalmazott koaxkábel hullámellenállásának értékét, tehát pontos illesztést kapunk (3. ábra). Az antennát tápláló koaxkábel belső ere a függőleges sugárzóra, a külső fémszővetharisnyája pedig az egymással összekötött rádiálókra csatlakozik. A sugárzó és a rádiálók el vannak szigetelve egymástól.

A 4. ábrán az antenna felülnézetben látható. A középpontban levő sugárzó körül szimmetrikusan helyezkedik el a három rádiál, egymáshoz viszonyítva 120°-os szöget bezárva. A két szomszédos rádiál közé, a középre húzható egyenes vonal adja az antenna három fősugárzási irányát. Itt kell megjegyezni, hogy a Triple leg igen előnyös tulajdonsága a lapos sugárzási szög, melyet a 3. ábrán is feltüntettünk. Ezt a nagyon kedvező 7°-os függőleges emelkedési szöveget csak akkor kapjuk meg, ha a sugárzó talppontja optimális magasságban van a talaj felett. Ez a legkedvezőbb szerelési magasság, a szerző szerint 6 méter, és jó tanácsként még megjegyzi, hogy egy 16 m hosszú,



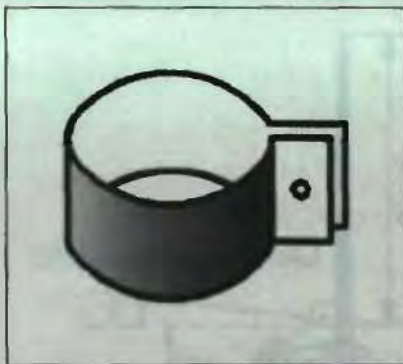
4. ábra

52 Ω-os kábelt használ az antenna táplálására.

Egy 14 MHz-es Triple leg kivitelezése

Az eddig elmondottak – gondolom – kedvet csinálnak majd az elkészítéshez. A cikk elején ígértam, hogy igyekszem majd a gyakorlati kivitelezéshez segítséget nyújtani, elmondva azt, hogy én hogyan készítettem el több Triple leg antennát.

Valamikor régen, sikerült a horgászboltban egy öt és fél méteres bambuszbotot venni. Ma már biztosan nem lehet kapni. Viszont kiváló szereletlen botok vásárolhatók különböző hosszúságban. Egy a lényege, hogy jó hajlékony legyen és a legalább közepes erejű szélviharokat is kibírja. Ezért nem célszerű alumínium csőből készíteni a sugárzót, mert a szél előbb vagy utóbb derékba töri. A kiszámított aktív sugárzó hosszát (5,1 m) a rúd vékonyabb végétől visszamértem a vastagabb vége felé. Sikerült kb. 4-5 cm széles alufóliát szerezni és azzal tekertem be a bambuszrudat, kétszer. Először a csúcsból indultam ki és kb. 2/3-os átlapolással (menetemelkedéssel) tekercseltem az alufóliát, majd másodszor az alsó végétől a csúcs felé. Ez utóbbi esetben érvényesül a cseréphasz, vagyis az, hogy eső lecsurog és nem becsurog az alufólián. Ez fontos! A két-

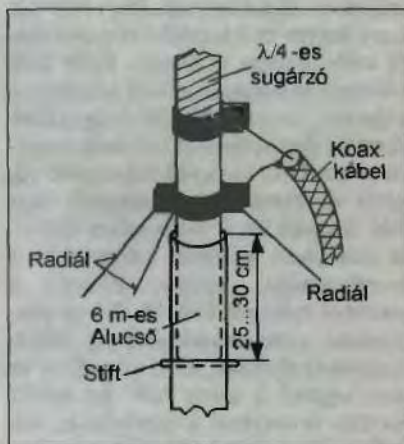


5. ábra

szeri tekercselésre azért van szükség, hogy 100%-osan biztosítva legyen a jó fémes érintkezés és a „csőhatás”! Az így betekercselt sugárzó alsó végére, az alufóliára 2 mm-es alulapból kivágott bilincset készítünk (5. ábra). Ez alá kb. 3 cm távolságra egy másik bilincset rakunk a rádiók számára, a 120°-os szögeket biztosítani kell! Ezek után a bambuszrúd alsó, vastagabb vége „csupaszon” marad kb. 24–30 cm hosszban. Vásárolunk egy 35 mm átmérőjű, 6 m hosszú alumíniumcsövet és ebbe bele dugjuk a bambuszrúd csupaszon maradt végét. Az alucsövet átfúrjuk és egy „stíft” dugunk keresztül a csőn, megakadályozandó a rúd becsúszását (6. ábra).

A rádiókkal kapcsolatban meg kell említeni, hogy azok az aktív elem, a sugárzó hosszától (L) kb. 2–3%-kal hosszabbak. Pontos méretük majd a bemérésnél állapítható meg.

Nagyon fontos az antenna villámvédelme! Gondoljuk meg, hogy például egy 10 emeletes panelház tetején égne a meredő fémrúd milyen villámcsalogató lehet. A védekezés két módját említem



6. ábra

meg. Az első a „patron”, mely egy kiváló földeléshez van kötve, a fixen telepített antennák esetére. A másik, amit én is alkalmazok, a 7. ábra szerinti „védekezés”. Az ábra önmagáért beszél. Vihar esetén az antenna a földre lehajtható, majd a vihar elmúltával ismét felállítható. Ki-ki alkalmazza azt, amelyik a legpraktikusabb számára.

Az antenna bemérése legegyszerűbben SWR-mérővel történhet. Ha 1:1,03–1,04 értéket mérünk, kiváló antennát készítettünk. Analízissel történő beállítás esetén pontosan mérni tudjuk a rezonanciafrekvenciát és ennek megfelelően módosíthatjuk pl. a rádió hosszakat.

Végezetül íme, HB9OP OM cikke végén közölt eredményességi táblázat, melyet 3000 QSO alapján állított össze. Egy 120 W inputú adóval dolgozott 20 m-en:

V, VE7, KL7	S9 + 17 dB
Közép-Amerika	S9 + 8 dB
Dél-Amerika	S9 + 14 dB
Afrika	S9 + 3 dB
Új-Zéland, VK	S9 + 15 dB
Európa	S9 + 2 dB

Jó antenaeépítést és hasonló sikereket kívánok!

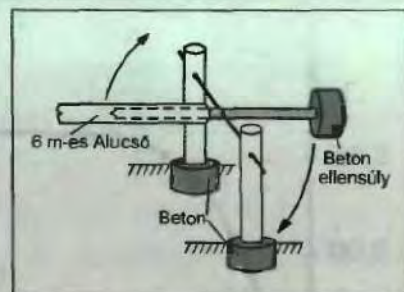
— * * * —

A post scriptumot szerényen próbálom ideilleszteni a cikk végére. Azzal a megjegyzéssel, hogy az alkalom szüli a tolvajt analógiájára, az arany jubileumra, azaz az 50 éves lis-emre emlékezvén egy évig használható

HA50BT

„Gold Call” spec. emlékhívójelem éppen egybeesett az antenna és ezen cikk megszületésével.

Kiváló alkalom nyílt egy éven keresztül megfigyelni az antenna működését. A télből a tavaszba fordulva, majd az évszázados hőmérsékletet meghaladó és megdöntő, gazdasági katasztrófát eredményező aszályos nyár szeszélyes terjedési viszonyait követő indián nyár, kedvezően jó terjedését kihasználva igyekeztem hasznosan kitölteni a rövidre szabott időt. Míg nem egy buta, figyelmen kívül hagyott befejezésre ítélte a szünni nem akaró lendületet és aktivitást. Két mérőcsipesz – eléggé el nem ítélt módon való – összekocantása után máris füstölt a derék kedvencem, az FT-7B-m. Így a Gold Year



7. ábra

(2002. február 1-től 2003. január 31-ig) egy kurta hónappal rövidebbre sikerült. (Hi!) De így is hasznos és tapasztalatokban gazdag volt az egy éven keresztül tartó „rézdöngölés”. Nem csak a terjedési viszonyok megfigyelésére nyújtott kiváló alkalmat, hanem a különböző típusú antennák megfigyelésére is. A több ezer QSO-ból az RST-k 60%-a 589–599 volt, ami nem szégyellni való átlag. Zárójelben jegyzem meg, hogy a Gold Yearommal csaknem egybeesett a „Rádiótechnika” 50 éves évfordulója, a HG50RT-s aktivitás és ide is „be kellett dolgozni”, propagálni a magyar rádióamatőr lap neves jubileumát. Mint „örökös” beltág megtiszteltetésnek vettem az e munkában való részvételt.

Az alkalmazott technika igen egyszerű volt. A kb. 35–40 W kimenőteljesítményű FT-7B adó-vevő. Egy jól méretezett ötsávú antenna, egy csak a 80 méterre méretezett, 1:1-es légmagos balunnal illesztett dipól, 40 méteren is egy – szinte centiméterenként méretezett –, 1:1-es balunnal illesztett dipól. 20 és 15 méterre a fentebb közölt Triple legek. Az antennák bemérését egy





HA5ØBT/3

Marconi

Celebrating the first
radio transmission across the Atlantic

GIØHSB

MR W H DICKSON

12th December 1901



Über 50 Jahre HSC

HSC seit 1951
seit 1979 eingetragener Verein

BEFÄHIGUNGSZEUGNIS

HA5ØBT/3

Der Inhaber des Amateurfunkzeugnisses
hat gemäß §3 Abs.3 der HSC-Satzung den Nachweis erbracht,
daß er schnelle Morse-Telegraphie (siele die Berufs-
funkoffizier 1. Klasse) durch Hörempfang sicher beherrscht.
Seine Fähigkeiten gehen weit über das hinaus, was in DL die
Reg.TP zum Erwerb des Amateurfunkzeugnisses der Klasse I
fordert. Der HSC gratuliert zu dieser hervorragenden Leistung
und erteilt seinem Mitglied:

die HSC Mitgliedsnummer: *2* *next*

seit *1951*

AMATEUR-RADIO-TELEGRAPHIE High Speed Club e. V. (HSC)
Sitz: D-82343 Pöcking, Waldhaus, Tel. 08157 / 3651

Clubstation des **HSC**
Sitz: D-82343 Pöcking

DFØHSC

HA5ØBT/3

Golden Jubilee

G4MLV

Leonard Gaunt, 31 Moat Hill, Birstall, Batley, W. Yorks. WF17 0DX
Operated as GQ4MLV, in June 2002,
to celebrate the Queen's Golden Jubilee

SPECIAL PREFIXES HAVE BEEN ISSUED TO UK AMATEURS
TO CELEBRATE THE QUEEN'S GOLDEN JUBILEE




To Pali

2EØBGD

1952 - 2002
50 YEARS OF CW

BRIAN G DAVIS

TO RADIO *HA5ØBT/3*

CONFIRMING OUR QSO ON *14.030* MHz

ON *19th July 02* AT *1929* UTC

Ur *CW* signals RST *599*

Tx/Rx YAESU FT840 Ant: 1/2 G5RV POWER *10* watts

B. MY PLACE,
OLDFIELD PARK, BATH, SOMERSET.
BA2 1AR, ENGLAND, UK.

FISTS 7741
www.qrz.com
www.visitbath.co.uk

Lat. 51° 22'N, Long 2° 23'W
NGR. ST 732 639
WAB ST76
LOC IO81T

Great QSO
Congratulations on
50

PSE CSE VIA BUREAU Mini TKS 73 BRIAN

Shia

MFJ-207-es Analyzerrel végeztem, a rezonanciafrekvenciák mindegyikénél a táviró sáv közepére esnek.

Röviden néhány szót az „érdemi” munkáról. Az első ügyetlen lépések, a szokatlan hívójel, a megilletődöttség – a csudába is, az 50 év az mégis csak 50 év! Hívójel nélkül is éppen elegendő megélni! Hát még így... Szóval sikerült az első QSO – stílszerűen a HG50RT-vel, op Feri HA5KU-val, majd jöttek tovább 40 méteren HAIDA Pisti, HA3MK Feri kedves amatőrbarátaim. Gratulálnak, és még 50-et kívánnak. Na, azt azért már nem, ebből már az első 50 is elég volt..., nem vagyok udvariatlan, és ezt csak magamban gondolom, de nem mondom.

Azután a továbbiakban a kérdések, helyesebben szólva csak egy: Mi az 50? Mondom, de azt már nem, hogy nem olvassátok a „Rádiótechnikát”, mert abban benne volt!

A külföldiek először Hi-Hi-znek. Ezt követi a magyarázkodás, a lekoppanó 20 kopejkás után: gratulációk és üdvözlések. Ez igen, ez szép! Hány éves vagy? Mondom. Nahát! Ez igen... 50 év az amatőrmozgalomban! Congrats! és sok 73 es best DX. Hpe cuagn sn!

Néhányan „überelnek” engem, a 92 éves IK5WOA Ágoston Luccából, az ugyancsak 92 éves U5UF Boris, a 80 éves G10HSB Billy, a Pöcking-i DF0HSC klubállomás az „Über 50

Jahre HSC”-vel, ahol is DJ7LQ Udo volt az op.

A csaknem egy évig tartó „rézdön-gölés” eredményeként szépen jönnek a QSL-lapok Ausztráliából, Japánból, az USA-ból, Dél-Amerikából és valamennyi földrészről, és megannyi jókívánság, baráti üdvözlés. Köszönöm, köszönöm, köszönöm! Ezekből a lapokból néhányat bemutatok. Számomra örök emlék marad mindegyik. A QSO-kat nyugtázó elküldött lapjaim pedig majd emlékeztetnek arra, hogy volt egyszer egy

-ötvenbété-



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.

Ha nincs meg...

Címünk:

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

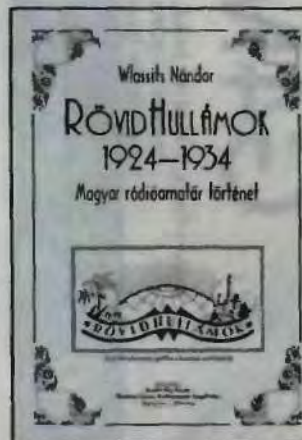
Postacím: RT vagy HE szerkesztősége 1374 Budapest, Pf. 603.

E-mail: hambazar@radiovilag.hu

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

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!



»Rövidhullámok 1924-1934«

Wlassits Nándor

könyve több évtizedes szakszerű gyűjtő- és kutatómunka eredménye, melyben új megközelítéssel: párhuzamosan vitt közlő, elemző és összegző tárgyalásmódban dolgozza fel a meglehetősen széles körű téma hazai és külföldi eseményeit.

Az igen olvasmányos műben több, eddig nem publikált vagy elfeledett, megalapozott feltételezésekből levont következtetés, illetve tények gazdag sora tárul elénk. Ezen okból biztos állítható, hogy a kötet minden olvasójának kellemes és hasznos időtöltést fog szerezni.

224 oldal, B5 méret. Kapható a szerkesztőségben (H.-P. 09-14 óra) vagy postai utánvétellel is megrendelhető.

Ára: 1990 Ft (+ postaköltség).

239-4932 v. 239-4933 36-os mell. 1374 Budapest, Pf. 603
hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu



Nagyfrekvenciás mérőpanelok

Nagy Gyula villamosmérnök, HA8ET@pollak.sulinet.hu

Az SM-alkatrészek tömeges elterjedésével egyszerűbbé vált a nagyfrekvenciás áramkörök pontos elkészítése, de ez egyben újabb kihívásokat is jelentett a konstruktorok számára. Amíg a hagyományos, huzalkivezetésekkel ellátott alkatrészek beépítés előtti ellenőrzésére többnyire rendelkezésre állnak megfelelő műszerek, az SM-alkatrészek mérése már sokkal nehezebb. Több gyártó kínálatában is szerepelnek speciális, SM-alkatrészek mérésére szolgáló eszközök, de ezek általában nagyon sokba kerülnek. A nagyfrekvenciás mérés-technikában az egyszerű RLC-mérésnél egy sokkal bonyolultabb feladatot is meg kell oldani, nevezetesen egy-egy alkatrész saját rezonanciájának mérését, vagy egy szűrőn belül SM-alkatrészekből kialakított rezgőkör rezonanciájának meghatározását. A gigahertzes tartományban egy erre alkalmas adapter ára összemérhető egy „olcsóbb” spektrumanalizátor árával.

A most bemutatásra kerülő mérőpanelok egyszerű nyomtatottáramkört gyártástechnológiával előállíthatók, beállítást nem igényelnek, ennek ellenére az üzemi méréseknél megkívánt pontosságot biztosítják. Kialakításuk olyan, hogy segítségével egyaránt megmérhetjük a sorosan és a párhuzamosan kapcsolt SM-alkatrészek saját rezonanciáját, illetve soros és párhuzamos rezgőkörök rezonancia frekvenciáját. Ebben a leírásban kizárólag a mérőpanelok elkészítésével és felhasználásával foglalkozunk és nem tárgyaljuk a tracking (követő) generátorral kiegészített spektrumanalizátoros és a hálózati analizátoros mérési eljárások elméletét és gyakorlatát.

Célikitűzések

Alapvető célkitűzésünk a passzív SM-alkatrészek és az ezekből felépített hálózatok legfontosabb paramétereinek, az S21 és az S11 jellemzők abszolút értékének mérése a HF-, a VHF- és az UHF-sávokban. Az S21 az átviteli tényező (esetünkben a csillapítás) abszolút értéke, az S11 pedig a reflexió tényező abszolút értéke, mindkettő decibelben kifejezve. A nagyfrekvenciás mérés technikában szokásos impedan-

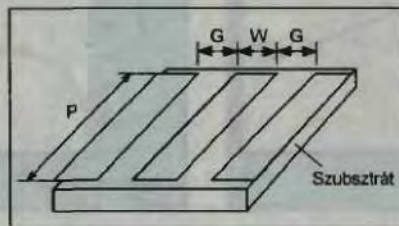
ciához alkalmazkodva, egy 50 Ω -os mérőrendszert kell készítenünk. Koaxiális tápvonalakból, csak precíziós finommechanikai munkával lehetne széles frekvencia tartományban, állandó impedanciájú tápvonalakat előállítani. A drága és bonyolult eljárás helyett a jóval olcsóbb és egyszerűbb nyomtatottáramkör-gyártási technológiát választjuk. Az 1998-as évkönyvünkben [1] bemutattuk a különféle TEM és kvázi TEM tápvonalak PCB-n történő kialakításának lehetőségeit. A 2004-es évkönyvünkben [2] pedig áttekintettük a leggyakrabban alkalmazott szoftvereket, amelyekkel gyorsan és egyszerűen mértezhettük ezeket az áramköröket. A téma iránt bővebben érdeklődőknek ajánljuk az idézett szakirodalmakat.

A különféle nyomtatottáramkörtípusok technikákkal előállítható tápvonalak közül céljainknak a legmegfelelőbb a kétoldalas (föld oldallal kiegészített) coplanar hullámvezető (GCPL). Fizikai kialakítását tekintve, a microstrip tápvonalakhoz hasonlóan, legtöbbször ezt is nyomtatott áramkörtípus technológiával készítik el. Az 1. ábra vázlatrajzán a tápvonal két szélén lévő földcsíkok is láthatók. Ezeknek jóval szélesebbnek kell lenniük a középső vezetőcsíknál, amely a melegeket képviseli. Tehát villamos szempontból ez is egy aszimmetrikus tápvonal, amelynek adatait a közkezdelt 1,5 mm-es, FR-4-es nyáklemezhez adjuk meg. A G-betűvel jelölt rés (gap) a meleg vezető két oldalán szimmetrikusan helyezkedik el. A panel kétoldalas, alsó oldala „telifóliás”. Az alsó, föld oldal azonos potenciálra van a felső (TOP) oldal földcsívaival. A mikrohullámú tartományban a két oldal földcsívjait kis induktivitású furatgalván átkötésekkel, ún. VIA-kkal kö-

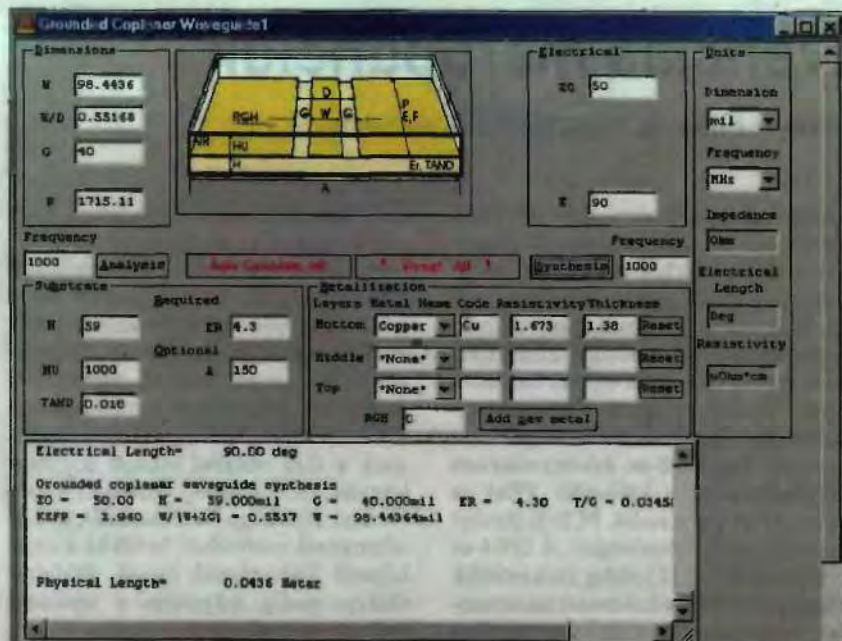
tik össze. Ezeknek az összekötéseknek a távolsága az alkalmazott hullámhossz negyedéhez viszonyítva elhanyagolhatónak kell lennie. A nyák-gyártás során a VIA-kat speciális átfémzési technikával készítik el, de otthoni alkalmazásra egy ennél sokkal egyszerűbb megoldást ismertettünk a mérőpanelok elkészítésénél. Azért esett a választásunk a föld oldallal ellátott coplanar vonalra, mert a meleg vezető és a föld vonalak távolsága jól illeszkedik az SM alkatrészek méretéhez, továbbá a csatlakozót közvetlenül tudjuk földelni, tuskéja pedig folytatása a tápvonal meleg vezetőjének. Ezáltal még 2,4 GHz-en is eredményesen használhatjuk a mérő áramköröinket.

A coplanar hullámvezető megtervezése

Az ANSOFT Serenade ingyenesen letölthető SV (Student Version) programjának Tools (eszközök) menüpontjában találjuk a TRL (Transmission Line Designer) segédprogramot. Ennek segítségével a 1. ábrán szereplő 50 Ω -os coplanar vonal szintézisét mutatjuk be. A program segítségével nem csak a fizikai méretekkel lehet a villamos jellemzőket meghatározni, hanem visszafelé is. Figyelembe veszi a fóliák vezető anyagának villamos jellemzőit, több rétegű fémzésést is tud kezelni (pl. ónozott vagy ezüstözött vörösréz) és segítségével kiszámítható az adott frekvencián a tápvonal vesztesége (TAND). Az így méretezett tápvonalat nem hangolja el beépítés után a doboz, mert a HU paraméterrel figyelembe vettük a doboz-fedél távolságát a paneltől. A 2. ábrán láthatjuk a program ernyőképét. Az alkalmazott FR-4 olcsó és viszonylag könnyen megmunkálható, de nagyfrekvenciás áramkörökben nagy a vesztesége és dielektromos állandója erősen frekvenciafüggő. További eltéréseket okozhat a megtervezett és kész áramkör között az FR-4 hordozó gyártási pontatlansága, aminek következtében az egyes táblák jellemzői között észrevehető különbség tapasztalható. Mindezeket figyelembe véve olyan átlagértékekkel végeztük a mérőtápvonalak szintézisét, hogy a viszonylag



1. ábra. A kétoldalas coplanar hullámvezető vázlatos rajza



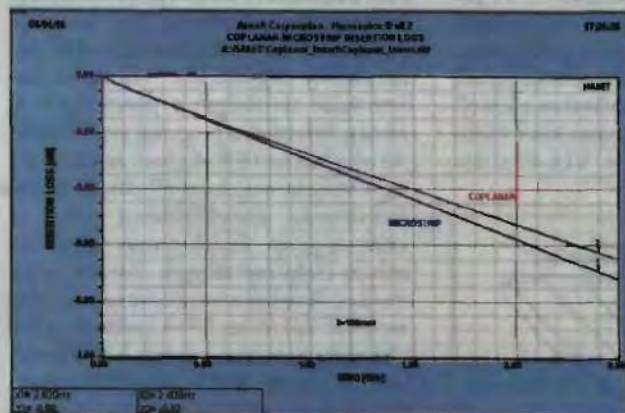
2. ábra. Serenade 8.7-es verziójának TRL segédprogram ernyőképe

1. táblázat. Az FR-4-es hordozó fontosabb adatai

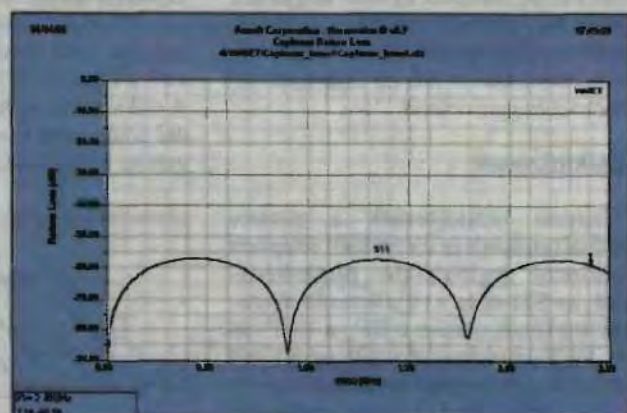
Vastagság [mm]	1,5
Fólia vastagsága [mm]	0,035
Dielektromos állandó (ϵ_r)	4,3
Veszteség (TAND)	0,018
Doboz magassága [mm]	25,4

gyenge minőségű hordozó ellenére, még 2,4 GHz-en is elfogadható mérési eredményekhez juthassunk. A hordozó fontosabb adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze. A relatív dielektromos állandó értékét 2 GHz-es frekvenciának megfelelően adtuk meg.

A vizsgált tápvonal adatait közvetlenül bevitethetjük a Serenade szimulátorába, ha a segédprogram „Export TRL” ikonjára kattintunk. A Serenade programból a fizikai „layout”, tehát a panel nyomtatási képének előállítását részletesen leírtuk a 2003. évi évkönyvünk 199. oldalán [3], ezért ennek ismertetését most mellőzzük. Az összehasonlítás érdekében elvégeztük egy 100 mm hosszúságú, 50 Ω -os microstrip és coplanar tápvonal beiktatási csillapításának (veszteségének) szimulációját azonos FR-4-es hordozón kialakítva (3. ábra). 1 GHz felett már ezen a rövid szakaszon is érzékelhető a csillapítások közötti különbség a coplanar vonal javára (piros vonal). A 4. ábra a mérővo-



3. ábra. 50 Ω -os, 100 mm hosszú coplanar és microstrip vonalak beiktatási csillapítása 1,5 mm vastagságú, FR-4 típusú hordozón



4. ábra. A mérőpanel reflexiócsillapítása 50 Ω -os lezárás esetében (szimuláció)

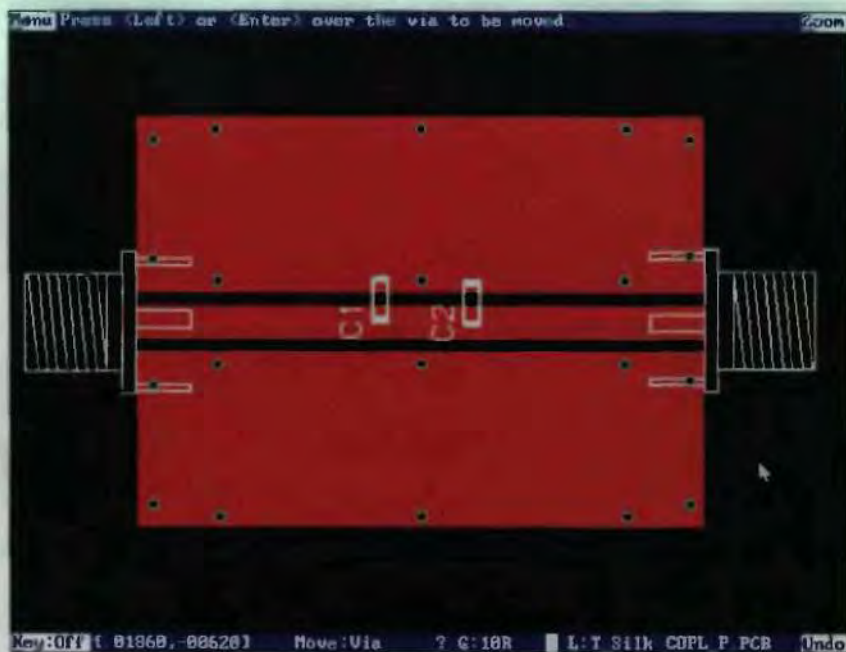
2. táblázat. Az 50 Ω -os coplanar hullámvezető adatai az 1. táblázat hordozóján kialakítva

Szélesség (W) [MIL]	98
Rés (GAP) [MIL]	40
W/D (szimulált)	0,55168
Dobozfedél-távolság [MIL]	1000

nal reflexiócsillapítását mutatja ideális 50 Ω -os lezárás esetében. Ezt a rendkívül alacsony reflexiót is lehetne tovább javítani a szimulátor optimalizáló funkciója segítségével, de nincs értelme, mert a gyártás során ezt a pontosságot nem lehet biztosítani. A 2. táblázatban megadjuk a mérőtápvonal adatait MIL-ben (1 MIL = 0,0254 mm), páros egész számokra kerekítve. Ez utóbbi kerekítésnek technológiai okai vannak.

A mérőpanel elkészítése

A panel nagyon egyszerű rajzolatú, ezért a 2. táblázat adatai alapján egy teljesen választható nyák-tervező (-rajzoló) programmal elkészíthetjük a mesterfóliát. A prototípus elkészítésénél a Serenade 8.7 professzionális változatának Layout Editor programját, az S2A programot használtuk, amelynek kimeneti fájlt Tango PCB formátumba konvertáltuk. Az így előállított gyártófájl bármelyik nyák-gyártó el tudja készíteni. A kétoldalas, furatgalván panelt azonban egy kis ügyességgel, még elfogadható pontossággal házilag is el lehet készíteni. A párhuzamos alkatrészek mérésére szolgáló panel ernyőképe Tango PCB-ben az 5. ábrán látható. A kék színű furatok a fentebb említett VIA-k (átfémezett fu-



5. ábra. A mérőpanel ernyőképe TANGO PCB programban

ratok), amelyek a nagyfrekvenciásan is megfelelő földelést biztosítják. Az 5. ábra mesterfóliáját, ha elkészítjük, akkor fotózás után a TOP oldalon a VIA-k normál furatként jelennek meg. Ezeket maratás után fúrjuk ki $\varnothing 0,85$ mm-es fúróval és a furatokba szorosan illeszkedő $\varnothing 0,8$ mm vastag ezüstözött vagy önzott huzalakat nyomjunk bele úgy, hogy mindkét oldalon kb. 0,5 mm-re túlnyúljanak. Ezután egy egyengető lapon kiskalapáccsal óvatosan mindkét oldalon kalapáljuk el a huzalvégeket, mintha szegecselnénk. Így egy kis gyakorlattal esztétikailag és villamos szempontból egyaránt elfogadható minőségű furatgalván kétoldalas panelt készíthetünk. Az 5. ábrán szereplő ernyőképnek megfelelő panel TOP (felső

forrasztási) oldala a 6. ábrán látható. A másik oldal a földoldal, telifóliás. Ezen a kis panelen a coplanar hullámvezető meleg ere és a vele párhuzamosan futó földszáv közé párhuzamosan, bármilyen passzív SM-alkatrészt vagy alkatrészt beforrasztathatunk mérési célból. A forrasztás megkönnyítése érdekében célszerű a panelt kémiai hideg önzóval bevonni.



6. ábra. A mérőpanelok fényképe



7. ábra. A kész mérőpanel fényképe az SMA-N mérőkábelekkel

Egy nagyfrekvenciás áramkörnél nagyon fontos az alkalmazott csatlakozó kiválasztása, de ennél is fontosabb annak helyes szerelés módja. Az UHF-sávokban és az alsó mikrohullámú tartományban, a rádióamatőr-gyakorlatban általánosan elfogadott az N csatlakozó. A wireless technológiák előretörésével azonban egyre inkább terjed az SMA-csatlakozók alkalmazása, ezért praktikus okokból mi is ilyen csatlakozóval szereljük fel a mérőpanelokat. Az SMA 6251A1-3GT50G-50 típusszámú nyákba forrasztható aljzat középső tűskéje és a két földelt tűskéje pontosan olyan távolságra van, hogy a csatlakozó szorosan rátolható a választott 1,5 mm vastag panelra. Ezzel a szerelési móddal a középső tűske átmenet nélküli folytatás a tápvonal meleg érének. Így biztosítható, hogy a mérőpanel még 2,4 GHz-en is megfelelő alacsony saját reflexióval rendelkezzen.

A legelső prototipusnál az árak további csökkentése érdekében az amatőrbörzéken időnként kedvező áron beszerezhető, bepréselhető SMA-aljzatokat alkalmaztunk. Ehhez a földelő sávok széle mentén 5–5 mm széles réseket reszeltünk a panelba 3,5 mm mélyen. Ebbe a nűtba úgy illeszkedik a recézett aljzat, hogy tűskéje rásimul a tápvonal melegeire. Előbb a meleg ér beforrasztásával résmentesen rögzítjük a csatlakozókat, majd a földelőseket mindkét oldalon körbeforrasztjuk.



8. ábra. A párhuzamosan kapcsolt alkatrészek mérőpaneljének nyomtatási rajza (M = 1:1)



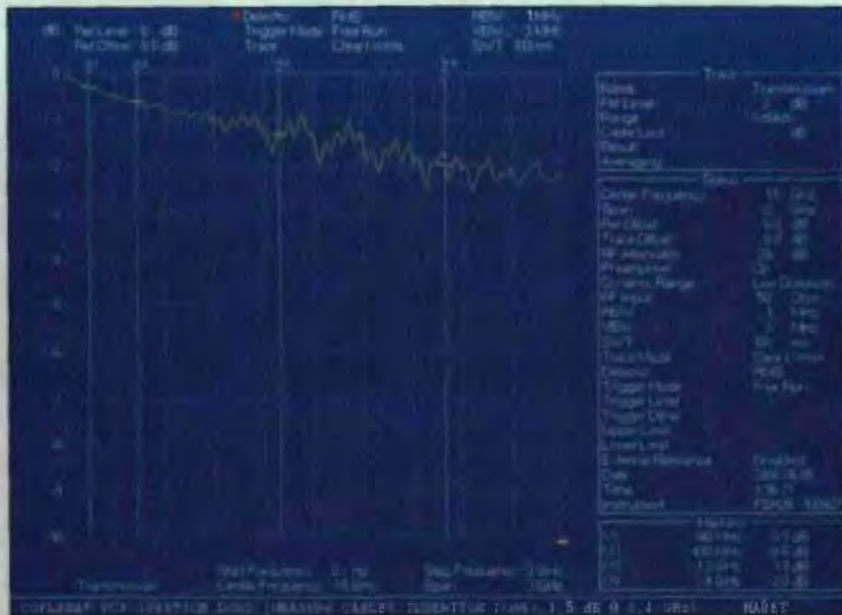
9. ábra. Mérőpanel 1 soros alkatrészhez (M = 1:1)



10. ábra. Mérőpanel 2 soros alkatrészhez (M = 1:1)

A 6. ábrán láthatjuk a csatlakozók beforrasztásához a fent leírt módon előkészített panelek fényképét. A kész panel a mérőcsatlakozókkal a 7. ábrán látható. A tápvonalra párhuzamosan köthető alkatrészek mérőpaneljének nyomtatási rajzát (a mesterfóliát) a 8. ábra mutatja. A másik oldal telifóliás.

Gyakran előfordul, hogy nem csak a generátorral párhuzamosan, hanem



11. ábra. A mérőpanel beiktatási csillapítása (mért érték)

vele sorosan kapcsolt alkatrészek rezonanciáját, vagy épp csillapítását kell meghatározni. Erre a célra fejlesztettük ki a 9. ábra kapcsolását. A tápvonal meleg érének megszakításához kell beforrasztani a mérendő alkatrészt. A panel elkészítésének menete azonos a párhuzamos kapcsolások mérésére szolgáló panelnél leírtakkal. A 10. ábrán két soros alkatrész mérésére szolgáló kapcsolást mutatunk be. A kapcsolások ellenőrzése hálózati analízátorral, spektrumanalízátorral és tracking (követő) generátorral történhet. A 8. ábra paneljét egy Rohde & Schwarz FSH-6 típusú, hordozható spektrumanalízátorral ellenőriztük a beépített tracking generátora segítségével.

A vizsgálatokat 3 GHz-ig végeztük el, mert a kitűzött cél a 2,4 GHz-es sávban történő mérések biztosítása volt. A mérési diagram a 11. ábrán látható. A két mérővezeték csillapítása 2,4 GHz-en együttesen 1,5 dB. A mérőpanel

csillapítása a két csatlakozóval együtt 0,5 dB, szintén 2,4 GHz-en mérve.

Remélem e kis kapcsolásokkal sikerül a nagyfrekvenciák birodalmát ostromló konstruktőrök számára hasznos segítséget nyújtani. A megépítésükhöz sok sikert kívánok!

Az idézett irodalmak:

1. Mikroszalagvonalak a rádióamatőr-gyakorlatban. Rádiótechnika Évkönyve 1998., 136...146. oldal.
2. Microstrip és stripline tápvonalak összehasonlítása. Rádiótechnika Évkönyve 2004., 215...219. oldal.
3. Hangolásmentes microstrip diplexer 145/435 MHz-re. Rádiótechnika Évkönyve 2003., 194...206. oldal.
4. ANSOFT Serenade: Examples Volume, 8.5 Students Version.
5. Version 8.7 Getting Started Manual Serenade Design Environment® (UM080.1 2/01).
6. Version 8.7 Tools Manual Harmonica® (UM084.1 2/01).

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

http://www.sagax.hu

**PRINTED
CIRCUIT
BOARD**

**TRANSFER
FILM**

Press-n-Peel

Katonai rádiók amatőrkézben 5.

* R-130 2. rész *

Előzmény: RT ÉK 2006

Mednyánszky László HA7VC

Az adó működése

Az SSB-adás

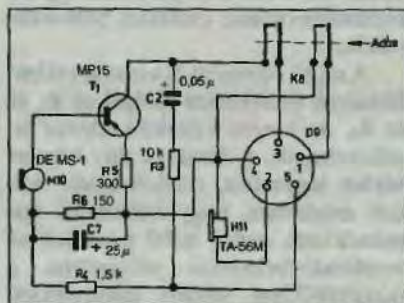
SSB-adásmódban a hangfrekvenciás jel (0,3...3,4 kHz) a mikrofontól a kézibeszélő vagy a páncélos fejvédő készülékben elhelyezett egyfokozatú tranzisztoros erősítőről a hangfrekvenciás egység mikrofonerősítőjének bemenetére kerül. A kétfokozatú tranzisztoros erősítő ezt a jelet 60 mV-ról 1 V-ra erősíti fel.

a) Mikrofonerősítő

A mikrofonerősítő első fokozata a beszélőkészletben foglal helyet, a T_1 jelű, feszültség-erősítő tranzisztorból áll (12. ábra). A beszélőkészlet az előlapi csatlakozón keresztül a 11. ábrán látható T_2 , T_3 tranzisztorral felépített hangfrekvenciás erősítőhöz kapcsolódik. A T_1 a -2,4 V tápfeszültséget is ezen az úton kapja az L_1 fojtótekercsen és a beszédváltó érintkezőin át. A T_1 bázisa az M_{10} jelű mikrofontól kapja a hangfrekvenciás jelet. Az emitterkörben levő R_5 ellenállás az erősítő hőfokstabilizálására szolgál. A C_2 kondenzátor és az R_4 ellenállás korrigálja a mikrofonerősítő frekvenciamenetét.

Az első fokozat által felerősített jel a C_3 csatolókondenzátoron keresztül a második fokozat bázisáramkörébe kerül (11. ábra). A mikrofonerősítő második fokozata a T_2 jelű, emitterkövető kapcsolású tranzisztorból áll. Az R_7 és R_8 bázisosztóval olyan munkapontot állítottak be, hogy a fokozat legalább 0,9-szeres erősítést biztosítson. Az emitterkövető terhelését képező R_{10} ellenállásról a jel a C_4 csatolókondenzátoron keresztül a harmadik fokozatra kerül.

A harmadik fokozat földelt emitteres kapcsolású, A-osztályú üzemben dolgozik, amit az R_{11} és az R_{12} ellenállásból álló bázisosztó biztosít. A fokozat erősítési tényezője legalább 20. A fokozat terhelését az R_{14} ellenállás képezi. Az emitterkörben elhelyezett R_{13} negatív visszacsatolást és a fokozat hőmérsékleti stabilizálását biztosítja. A



12. ábra. A beszélőkészlet

felerősített jel, a C_5 csatolókondenzátoron a D_4 csatlakozó 12. érintkezőjén át (10. ábra) a Tr_1 bemenőtranszformátor primer tekercsére kerül. A Tr_1 szekunder tekercsének 6. és 8. kivezetéséről ellentétes fázissal 0,2 V szintű kisfrekvenciás feszültség megy a C_1 és a C_3 csatolókondenzátoron keresztül a balanszmodulátor V_1 és V_2 csöveinek vezérlőrácsaira.

A C_5 ebben az esetben nem csak csatolókondenzátorként működik, hanem a Tr_1 induktivitásával együtt egy soros rezgőkört képez, amelynek rezonanciafrekvenciája a hangfrekvenciás tartományba esik. Ezzel a mikrofonerősítő frekvenciamenetét teszi egyenletesebbé.

Az erősítő táplálását a 13 V-os áramkör biztosítja, amelynek rádiófrekvenciás szűrését az R_6 , az E_1 és a C_2 elemekből álló komplexum biztosítja.

b) A gégemikrofon-erősítő

Az erősítő első fokozatának bemenetére két sorbakapcsolt gégemikrofon továbbítja a jelet. A beszédváltó-mellkapcsoló adás helyzetében a gégemikrofonok jele a csatlakozókon át a 11. ábra T_1 tranzisztorával felépített A-osztályú erősítőjének bázisára kerül. Az üzemmódot az R_2 és az R_3 bázisosztó biztosítja.

A tranzisztor bemeneti ellenállását a bázis és az emitter közötti R_1 stabilizálja. Ugyanezt a célt szolgálja az emitterkörbe kapcsolt R_4 is. A C_1 hidegítő kondenzátor. Az erősítő első fokozatának terhelése az R_{30} ellenállás.

Az első fokozat által felerősített jel a C_{35} csatolókondenzátoron keresztül az erősítő második fokozatát képező T_{12} bázisára kerül. Az R_{51} és az R_{52} ellenállás képezi a bázisosztót. Az R_{53} csökkenti a fokozat hőmérsékletfüggését. A felerősített hangfrekvenciás jel a T_{12} emitteréről a C_{36} és R_{54} elemekből álló frekvenciafüggő csatlással jut a T_3 bázisára, a mikrofonerősítő harmadik fokozatába.

A fokozat terhelése szintén az R_{14} , ahonnan a jel a C_5 kondenzátoron át (11. ábra) a formálóegység Tr_1 transzformátorának 3,5 H induktivitású tekercsére jut (10. ábra).

c) A balanszmodulátor

A balanszmodulátorban történik a 40 kHz-es lokáljel modulálása a hangfrekvenciás spektrummal és a III. KF áteresztő sávjába (36,6...39,7 kHz) tartozó jelek kiválasztása. A balanszmodulátor fő alkaterei a V_1 és a V_2 jelű pentódák. A balanszmodulátort az oldalsávszűrő terheli szimmetrikus csatolótekercsen keresztül, amit a D_4 csatlakozó 5. és 7. érintkezője köt be a modulátor csöveinek anódjához. Az oldalsávszűrő szimmetrikus csatolótekercsének közepe nagyfrekvenciásan földelve van.

A V_1 és a V_2 keverő üzemmódban dolgozik. A csövek vezérlőrácsára ellenfázisú, 0,3...3,4 kHz-es, 0,2 V-os feszültségek kerülnek. A V_4 csővel szerelt elválasztó fokozatról 40 kHz-es, 18 V-os feszültség jut a V_1 és V_2 segéd-
rácsára.

A balanszmodulátor elvi működéséből ismert, hogy a modulátor teljes kiegyenlítése esetén a 40 kHz-es feszültség az oldalsávszűrő (13. ábra) Tr_1 transzformátorának primer tekercsében zérus értékű lesz. Gyakorlatilag nehéz elérni a balanszmodulátor teljes kiegyenlítését, ezért a 40 kHz frekvenciájú feszültség 17...20-ad részére gyengítve, pilotvívóként megtalálható a kimeneten, a jel spektrumában.

A csövek terhelése az oldalsávszűrő, amelynek frekvenciamenete a 36,6...39,7 kHz áteresztési sávban kis

csillapítású, de nagymértékben megnövekszik az áteresztési sávon kívül. Az oldalsávszűrő az alsó oldalsávot átengedi, de: a hangfrekvenciás feszültséget legalább századrészre, a felső oldalsáv feszültségét legalább huszadára, a 40 kHz-es jelet pedig a harmadára-ötödére csökkenti. A 40 kHz-es vivőfrekvenciás feszültség teljes elnyomása a balanszmodulátor és az oldalsávszűrő által együttesen, legalább 50-szeres.

A modulátor egyensúlyát úgy biztosítjuk, hogy megváltoztatjuk az ellenállás értékét a V_1 árnyékolórácsának tápáramkörében. Ez az ellenállás a rádiókészülék előlapegységében található; a rácshoz a D_4 dugasz 6. érintkezője köti be. A C_2 és a C_4 kondenzátor szűrőkondenzátorok. Az R_6 , R_4 és az R_3 ellenállás szűrőellenállásként szerepelnek a segédrcs áramkörében.

Az 50 V feszültség a D_2 csatlakozó 10. érintkezőjéről az oldalsávszűrő szimmetrikus csatolótekercsének középpontján keresztül a V_1 és a V_2 anódaira kerül.

Annak érdekében, hogy a balanszmodulátor egyensúlya fennmaradjon a primer tápforrások feszültségének megváltozása esetén is, a csövek árnyékolórácsára stabil 50 V-ot juttatunk a D_4 csatlakozó 6. és 8. érintkezőjén keresztül. A modulátor csöveinek 1,2 V fűtőfeszültsége a D_4 csatlakozó 4. érintkezőjéről érkezik.

d) Az oldalsávszűrő

Az oldalsávszűrő (13. ábra) hatkörös sávszűrő, amely a 36,6...39,7 kHz-es sávban eresztí át a jelet, legfeljebb 4 dB-es megengedett csillapítással. A 40,3...43,4 kHz-es tartományban lévő felső oldalsávot legalább 13 dB-lel elnyomja, a 40 kHz-es jel feszültségét a harmadára-ötödére csökkenti SSB-adásmódban.

A szűrő bemeneti és kimeneti ellenállásának beállítására szolgál az R_1 és az R_2 . Az összes rezgőköri tekercs fáziskvasmagos, a vasak pozitív hőmérsékleti tényezővel rendelkeznek. Annak érdekében, hogy különböző hőmérsékletek esetén stabil maradjon az amplitúdó-frekvencia jelleggörbe, a rezgőkörökben negatív hőmérsékleti tényezőjű kondenzátorokat találunk.

Az oldalsávszűrő által kiválasztott alsó oldalsáv kb. 0,25 V-os feszültséggel a szűrő kimenetéről a D_1 csatlakozó 1. érintkezőjén és a C_{61} csatoló-kondenzátoron (9. ábra) keresztül a 800 kHz-es – az 1. ábra funkcionális vázlatán 3. sz. keverőként szereplő – keverő V_{12} csövének vezérlőrácsára kerül.

Itt összekeverjük a 36,6...39,7 kHz közé eső harmadik középfrekvenciás, valamint a 40 kHz-es jeleket a 760 kHz-es lokáljellel és kiválasztjuk a 800 kHz-es második középfrekvenciás

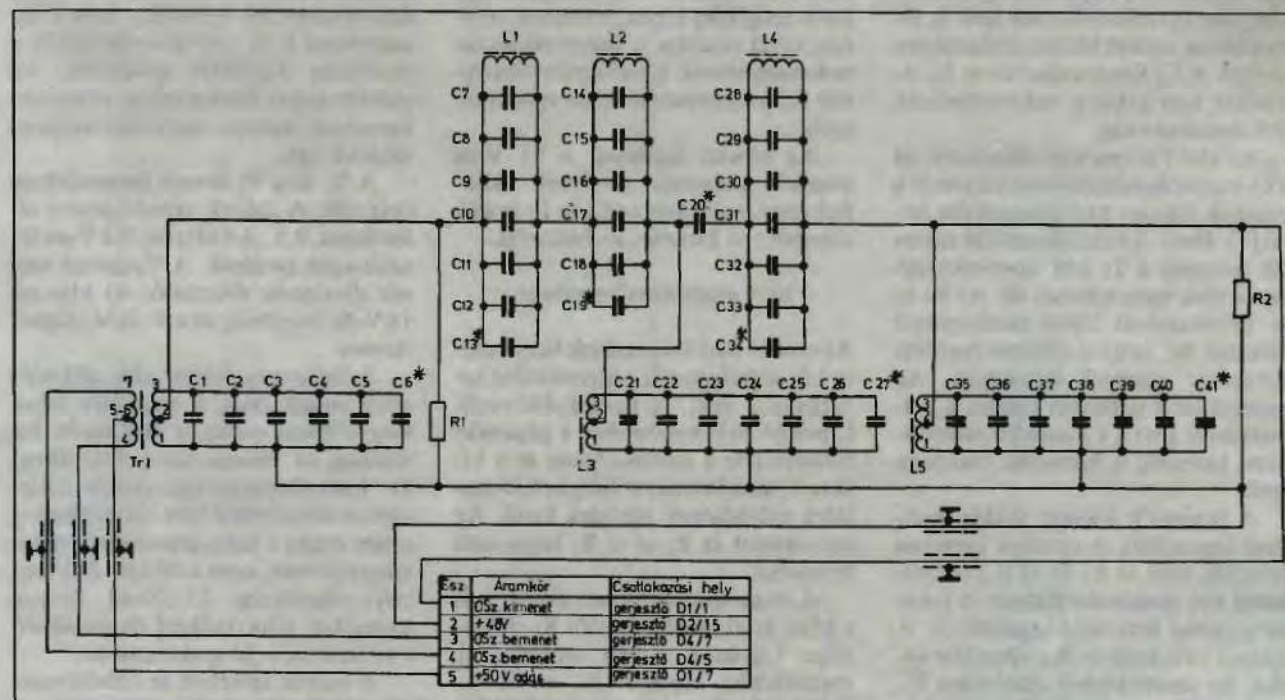
jelet. A 760 kHz-es 10...15 V-os feszültség a V_{12} fékezőrácsára kerül. Az optimális keverőmeredekséget 50 V-os anódfeszültség és 37...40 V-os árnyékolórács-feszültség esetén érjük el.

A keverő terhelését a háromkörös második középfrekvenciás sávszűrő látja el, amely a C_{65} , C_{66} , C_{68} , C_{69} , C_{70} , C_{71} , C_{72} és C_{73} kondenzátort, valamint az L_{11} , L_{12} és L_{13} tekercset tartalmazza. A C_{66} , C_{70} és C_{73} kondenzátor kiválasztása a hőkompenzáció követelményeinek szem előtt tartásával történt, a C_{68} és a C_{71} csatoló-kondenzátor. Az R_{46} és R_{47} ellenállás, valamint a C_{64} és C_{67} kondenzátor a V_{12} rác- és anódáramkörében levő csatolásmentesítő szűrők elemeit képezi.

Az R_{44} ellenállás a V_{12} segédrcsának, az R_{45} pedig a vezérlőrácsának levezető ellenállása.

Az 50 V tápfeszültséget a cső anódja a D_1 csatlakozó 7. érintkezőjétől kapja az R_{47} ellenálláson és az L_{11} induktivitáson keresztül. A 37...40 V-ot az árnyékolórács a D_1 13. érintkezőjétől kapja az R_{46} ellenálláson keresztül. A cső fűtőáramkörének táplálása a V_{10} táplálásával párhuzamosan történik.

A 796,6...799,7 kHz-es jel, valamint a 800 kHz-es pilotjel a keverő kimenetéről a C_{75} és C_{78} kondenzátorból álló kapacitív osztón keresztül a 800 kHz-es erősítő (lásd később) bemenetére kerül.



13. ábra. Az oldalsávszűrő

e) A 760 kHz-es többszöröző és erősítő fokozat

Térjünk vissza a funkcionális vázlatához (1. ábra)! Láthatjuk, hogy a 3-as keverő a 760 kHz-es jelet az alaposzcillátor IV. osztója 40 kHz-es jelének többszörözése útján kapja. A többszörözést az ún. elválasztó-sokszorozó fokozat V_4 -es elektroncsöve végzi a formálóegység távbeszélő-alaplemezen (10. ábra). A fokozat terhelését 760 kHz-re hangolt LC-sávszűrő képezi, amellyel szoros csatolásban egy 40 kHz-es, az L_2 , C_{11} elemekből felépített, különálló rezgőkört találunk.

A 760 kHz-es szűrő három különálló, egymással lazán csatolt rezgőkörből tevődik össze. Ezek a rezgőkörök L_1 , L_3 , L_4 tekercsekből és C_{10} , C_{13} , C_{16} , C_{18} , C_{19} és C_{21} kondenzátorokból állnak. A C_{12} és C_{17} elemek laza csatolást biztosítanak.

A V_4 sokszorozó üzemmódban dolgozik. A cső bemenetére a D_4 csatlakozó 1. érintkezőjéről a C_8 csatolókonkondenzátoron keresztül 40 kHz-es stabil frekvenciájú, 18 V-os feszültség kerül. A cső anódterhelésén, a 760 kHz-es szűrőn, a bemenő jel 19. harmonikusa, vagyis a 760 kHz-es feszültség jelenik meg. A cső optimális munkapontját a vezérlő- és az árnyékolórács áramkörében alkalmazott R_8 és R_9 ellenállások értéke, valamint a C_8 kondenzátor kapacitásának nagysága szabja meg.

Az 50 V feszültség a D_4 csatlakozó 9. érintkezőjéről kerül a V_4 anódjára az R_{10} és C_{14} elemekből álló szűrőn és az L_2 , L_1 rezgőköri tekercseken keresztül. A D_4 8. érintkezőjéről, az R_9 -en át 50 V feszültség kerül az árnyékolórácsra. A C_9 kondenzátor szűrőkonkondenzátor. A fűtőfeszültség a D_4 csatlakozó 2. érintkezőjéről érkezik.

A fokozat kimenetéről a 40 kHz-es jel a C_6 csatolókonkondenzátoron keresztül a balanszmodulátor V_1 és V_2 csövének, valamint a demodulátor V_3 csövének segédárcsára, majd a C_{15} csatolókonkondenzátoron a D_4 csatlakozó 3. érintkezőjén, valamint a D_1 csatlakozó 6. érintkezőjén keresztül a V_{10} kapcsolócső (9. ábra) bemenetére kerül.

A 760 kHz-es 0,3...0,4 V-os feszültség a szűrőről a 760 kHz-es erősítő bemenetére jut. A V_5 elektroncsövel felépített erősítő (10. ábra) feladata, hogy a 760 kHz-es frekvenciát a kellő szintre erősítse fel, valamint, hogy növelje az alaphfrekvenciától 10 kHz-re és ennél távolabb eső frekvenciák csillapítását.

Az erősítő terhelését egy háromkörös, 760 kHz-re hangolt szűrő képezi. A szűrő a C_{24} ... C_{32} kondenzátorból, valamint az L_5 , L_6 és L_7 induktivitásból áll. A C_{26} , C_{30} , C_{32} kondenzátor kiválasztása a hőkompenzáció követelményeinek figyelembevételével történt. A C_{25} és a C_{29} kondenzátor csatoló szerepet játszik. Az R_{11} rácslevezető ellenállás.

Az 50 V-os feszültség a D_4 csatlakozó 9. érintkezőjétől a C_{27} -ből és az R_{13} -ból lévő csatolásmentesítő szűrőn és az L_5 tekercsen keresztül kerül a V_5 anódjára. A cső árnyékolórácsa szintén 50 V-os feszültséget kap a D_4 csatlakozó 8. érintkezőjétől a C_{23} -ból és az R_{12} -ből álló csatolásmentesítő szűrőn keresztül. A V_5 fűtőáramkörének táplálása a V_4 táplálásával párhuzamosan történik.

A fokozat által 10...15 V-ra erősített 760 kHz-es lokáljel a szűrő kimenetéről a D_4 csatlakozó 15. érintkezőjén, valamint a D_1 4. érintkezőjén és a C_{62} csatolókonkondenzátoron keresztül az előzőekben tárgyalt 3. sz. keverő V_{12} csövének segédárcsára kerül.

f) A kapcsolócső

Mint már említettem, az adó-vevő négy adásmódban üzemel: A1A (CW), F1A (CW), A3E (AM) és J3E (SSB). Az adásmódokhoz különböző jelfeszültségű vivőfrekvenciákat sugárzunk ki. Ezek megválasztására és az önhang biztosítására hivatott az ún. kapcsolócső, amelyet a V_{10} képez (9. ábra). A cső vezérlése a vezérlőárcsára adott 2,5...3 V-os, 40 kHz-es lokáljellel történik, terhelése pedig az oldalsávszűrő. A különféle adásmódokhoz a megfelelő szintű 40 kHz-es feszültséget úgy állítjuk elő, hogy a cső árnyékolórácsára különböző nagyságú egyenfeszültségeket adunk. Ennek megfelelően a 3. sz. keverő bemenetére az adásmód függvényében a következő jelszintek kerülnek:

- 13...38 mV A3a (J3E),
- 100...200 mV A3 (A3E),
- 250 mV A1 (A1A).

(Az eredeti, régi adásmód-jelöléseket azért alkalmaztam, mert a készülék előlapján ezekkel találkozhatunk.)

A távirójel önhangjához a 40 kHz-es, 1 V-os jelet a kapcsolócső anódjáról vesszük le. A cső árnyékolórácsára a feszültség az előlepegyesben található R_{18} , R_{19} , R_{24} , R_{25} és R_{42} ellenállást tar-

talmazó osztón keresztül érkezik. (Lásd: www.radiovilag.hu)

Egyoldalsávú jel adásakor az árnyékolórács az R_{19} és R_{42} feszültségosztóról 18 V, amplitúdómodulált jel adásakor 28 V egyenfeszültséget kap.

A cső kimenetén egyoldalsávú és hagyományos AM-adásmódban a jelgyengítés szintje a cső árnyékolórácsán lévő feszültség R_{19} -cel és R_{18} -cal történő változtatása útján szabályozható.

A1A-adásmódban a cső árnyékolórácsa a 38 V feszültséget az R_{24} , R_{25} és R_{42} ellenállásból álló osztóról kapja. Felengedett táviróbillentyű mellett a cső vezérlőárcsára -14 V zárófeszültség kerül az R_{30} és az R_{40} ellenálláson keresztül. A cső zárva van, nem folyik anódáram. Lenyomott táviróbillentyű mellett nem érkezik zárófeszültség a vezérlőárcsra, így a 40 kHz-es jel kijut az anódköri terhelésre.

Annak érdekében, hogy a környezeti hőmérséklet megváltozása esetén elkerüljük a kimenőszint ingadozását, HANGOLÁS és A1-adásmódban az osztó áramkörében egy R_{24} pozíciójelű termisztort alkalmaztak.

Az R_{40} levezető ellenállás a cső vezérlőárcsánál, a C_{60} levezető kondenzátor, a C_{59} csatolókonkondenzátor, amelynek az a feladata, hogy a V_8 - a korábban tárgyalt táviróoszillátor és keverő - segédárcsán kívánt szintű 40 kHz-es feszültséget biztosítson.

Az 50 V tápfeszültség a cső anódjára a D_1 csatlakozó 7. érintkezőjétől érkezik az R_{41} ellenálláson keresztül. A cső árnyékolórácsa a D_1 csatlakozó 8. érintkezőjétől kap feszültséget. A cső fűtőfeszültsége a D_1 csatlakozó 3. érintkezőjétől érkezik. A -14 V zárófeszültséget a vezérlőárcs a D_1 csatlakozó 15. érintkezőjétől kapja.

SSB-adáskor a 13...38 mV-os 40 kHz-es jel az oldalsávszűrőről a C_{61} csatolókonkondenzátoron keresztül a korábban tárgyalt 3. sz. keverő V_{12} csövének vezérlőárcsára kerül.

g) A 800 kHz-es erősítő

A 3. sz. keverő kimenő jele a V_{14} elektroncsövel felépített 800 kHz-es nagy erősítésű fokozat bemenetére kerül (9. ábra). Annak érdekében, hogy az erősítő kimenetén a jel meghatározott szintű legyen, a bemenő jelet a C_{75} és C_{78} kondenzátorból álló kapacitív osztó alsó tagjának (C_{78}) megválasztásával szabályozzuk.

Az erősítő terhelését a C_{79} ... C_{81} és a C_{83} ... C_{87} kondenzátorokból, valamint

az $L_{14} \dots L_{16}$ induktivitásokból álló háromrezgőkörös 800 kHz-es szűrő képezi. A C_{81} , C_{85} és C_{87} kondenzátor kiválasztása a hőkompenzáció követelményeinek figyelembevételével történt. A C_{80} és a C_{84} csatolókonkondenzátorok, az R_{51} rácslevezető ellenállás.

A tápfeszültség a D_2 csatlakozó 10. érintkezőjéről érkezik a cső anódjára az R_{52} ellenállásból és C_{82} kondenzátorból álló csatolásmentesítő szűrőn keresztül. A cső árnyékolórácsa a D_1 csatlakozó 13. érintkezőjéről kap tápfeszültséget, az R_{50} ellenállásból és a C_{76} kondenzátorból álló csatolásmentesítő szűrőn keresztül. A cső fűtőfeszültsége a D_1 csatlakozó 3. érintkezőjéről érkezik.

A 2...4 V-ra felerősített kimenőjel a szűrő kimenetéről a C_{105} csatolókonkondenzátoron keresztül az 5. sz. (2,8 MHz-es) keverő V_{18} csövének fékezőrácsára, a C_{109} kondenzátoron át pedig a 4. sz. (1,8 MHz-es) keverő V_{16} csövének fékezőrácsára jut.

h) A 2,8 MHz-es (5. sz.) keverő

Az előzőekben felerősített 800 kHz-es, adó II. KF-jelet a rádiókészülék páratlan alsávjaiban 2 MHz-es lokáljellel keverjük össze és kiválasztjuk a 2,8 MHz-es, adó I. KF-et. A keverő aktív eleme a V_{18} elektroncső (9. ábra).

A 2 MHz-es, 3...5 V-os feszültség a D_2 csatlakozó 5. érintkezőjéről a C_{107} csatolókonkondenzátoron keresztül a V_{18} vezérlőrácsára kerül. A 800 kHz-es jel (ne felejtjük el, hogy itt valójában 796,6...799,7 kHz-es modulált jel és 800 kHz-es pilotjel van jelen!) a cső fékezőrácsára kerül a C_{105} csatolókonkondenzátoron keresztül. A megfelelő keverőmeredekség érdekében a V_{18} 50 V anód-, 37...40 V árnyékolórács- és -14 V fékezőrács-feszültséget kap.

A keverő terhelése a 2,8 MHz-es első középfrekvenciás szűrő. A szűrő a C_{110} , C_{111} , C_{114} , C_{115} , C_{117} kondenzátorból, valamint L_{20} , L_{21} , L_{22} induktivitásból áll. A C_{110} és C_{114} kondenzátor csatolókonkondenzátor. A C_{116} kondenzátor csatoló szerepet tölt be. Kapacitását a következők figyelembevételével választották meg: a sávszűrőbe tartozó rezgőkörök kölcsönhatásának csökkentése a 2,8 és az 1,8 MHz frekvencián, valamint a kívánt jelszint biztosítása a 2,8 MHz-es keverő kimenetén.

Az R_{60} a közös levezető ellenállás a V_{17} és a V_{18} cső vezérlőrácsának áramkörében. A tápfeszültség a D_2 csatlakozó 15. érintkezőjéről az R_{64} ellenállásból és a C_{113} kapacitásból álló csatolás-

mentesítő szűrőn, valamint az L_{20} tekercsen keresztül kerül a V_{18} anódjára. Az árnyékolórács a D_2 csatlakozó 6. érintkezőjéről az R_{61} ellenállásból és a C_{106} kapacitásból álló csatolásmentesítő szűrőn keresztül kap feszültséget. A fűtőfeszültség a D_2 csatlakozó 4. érintkezőjéről érkezik.

A 2,8 MHz-es 0,7...1,0 V-os jel (2796,6...2799,7 kHz-es modulált jel és 2800 kHz-es pilotjel) a sávszűrő kimenetéről a C_{120} csatolókonkondenzátoron keresztül az 1,8 MHz-es és a 2,8 MHz-es erősítő bemenetére kerül.

i) Az 1,8 MHz-es (4. sz.) keverő

Az előzőekben felerősített 800 kHz-es, adó II. KF-jelet a rádiókészülék páros alsávjaiban 1 MHz-es lokáljellel keverjük össze és kiválasztjuk a 1,8 MHz-es, adó I. KF-et. A keverő aktív eleme a V_{16} elektroncső (9. ábra).

Az 1 MHz-es, 3...5 V-os feszültség a D_2 csatlakozó 11. érintkezőjéről a C_{90} csatolókonkondenzátoron keresztül kerül a V_{16} vezérlőrácsára. A 800 kHz-es jel (796,6...799,7 kHz-es modulált jel és a 800 kHz-es pilotjel) a C_{105} és a C_{109} kondenzátoron keresztül jut a V_{16} fékezőrácsára. A C_{109} kondenzátor kapacitív osztót képez a V_{16} árnyékolórács körében. Elősegíti, hogy az 1,8 MHz-es és a 2,8 MHz-es jelek eltérő szintekkel legyenek jelen a formálóegység kimenetén. A 4. sz. keverő üzemmódjának megválasztása az 5. sz. keverőjéhez hasonlóan történt.

A keverő terhelése a háromkörös sávszűrő. Ez a szűrő a $C_{93} \dots C_{95}$, $C_{98} \dots C_{101}$ és C_{103} kondenzátor, valamint az L_{17} és L_{19} tekercset tartalmazza. A C_{95} , C_{100} és C_{103} kondenzátor kiválasztása a hőkompenzáció követelményeinek szem előtt tartásával történt, a C_{94} és C_{99} pedig csatolókonkondenzátor.

A sávszűrő névleges frekvenciája 1,8 MHz, a kimenetén az összes keverési melléktermék közül ezt a jelet nyerjük. A C_{102} kondenzátor rendeltetése megegyezik az 5. sz. keverőben alkalmazott C_{116} kondenzátoréval. Az R_{56} levezető ellenállás a V_{16} és V_{15} vezérlőrács áramkörében. Az R_{55} és az R_{57} ellenállás, valamint a C_{91} és C_{96} kondenzátor a csatolásmentesítő szűrő elemeit képezi a V_{16} árnyékolórács és anódkörének tápáramkörében.

A D_2 csatlakozó 7. érintkezőjéről kerül a negatív feszültség a cső fékezőrácsára az R_{63} és az R_{62} ellenálláson keresztül. A tápfeszültség a D_2 csatlakozó 15. érintkezőjéről az R_{57} ellenálláson és

az L_{17} tekercsen keresztül kerül a cső anódjára. A cső árnyékolórácsa a D_2 csatlakozó 9. érintkezőjéről kap feszültséget az R_{55} ellenálláson keresztül. A cső fűtőfeszültsége a D_2 csatlakozó 12. érintkezőjéről érkezik.

Az 1,8 MHz-es 0,1...0,15 V-os jel (1796,6...1799,7 kHz-es modulált jel és 1800 kHz-es pilotjel) a sávszűrő kimenetéről a C_{120} csatolókonkondenzátoron keresztül az 1,8 MHz-es és a 2,8 MHz-es erősítő bemenetére kerül.

j) Az 1,8 MHz-es és a 2,8 MHz-es erősítő

Az áramkör arra szolgál, hogy a fenti jeleket 3,5...4,5 V-os szintre erősítse fel. Az erősítő a V_{20} jelű elektroncsőre épült (9. ábra). Az erősítő terhelése két sorba kapcsolt rezgőkör. A C_{125} kondenzátorból és az L_{25} tekercsből álló rezgőkört 2,8 MHz-re, a C_{126} és a C_{127} kondenzátorból, valamint az L_{26} tekercsből álló rezgőkört pedig 1,8 MHz-re hangolták. A rezgőköröket terheli a formálóegységet és a nagyfrekvenciás egységet összekötő kábel mintegy 30 pF-os kapacitása és a nagyfrekvenciás egység bemeneti - kb. 30 pF-os - kapacitása.

Az R_{69} ellenállás a cső vezérlőrácsának levezető ellenállása. A távirőjelek átvitelekor a távirőbillentyű elengedésének pillanatában az R_{69} ellenálláson keresztül a D_1 csatlakozó 15. érintkezőjéről -14 V-os zárófeszültség érkezik. A távirőbillentyű lenyomásakor a zárófeszültséget le vesszük a cső vezérlőrácsáról. A C_{123} csatolókonkondenzátor. A V_{20} anódjának táplálása párhuzamosan történik. Az anód a D_1 csatlakozó 7. érintkezőjéről kap feszültséget az R_{70} ellenállásból és a C_{124} kapacitásból álló csatolásmentesítő szűrőn, valamint az L_{24} fojtótekercsen keresztül. A cső árnyékolórácsa a D_1 csatlakozó 12. érintkezőjéről kap feszültséget az R_{68} ellenállásból és a C_{121} kapacitásból álló csatolásmentesítő szűrőn keresztül. A fűtőfeszültség a D_1 csatlakozó 3. érintkezőjéről érkezik.

A fokozat által felerősített 1,8 MHz-es, valamint a 2,8 MHz-es, 3,5...4,5 V szintű jelfeszültség a D_1 csatlakozó 11. érintkezőjén keresztül további átalakításra a nagyfrekvenciás egység 6. sz. keverőjébe érkezik.

A távirőjelek adása

A frekvenciák előállítása és a jel átvitele ugyanúgy történik, mint az egy-

oldalsávós moduláció esetében. A vívőfrekvenciás feszültség amplitúdó-moduláció esetén a maximális jel szint-jének 40...80%-át éri el. Ezt a vívőfrekvencia-szintet a V_{10} kapcsolócső biztosítja (9. ábra).

A 760 kHz-es feszültség a 760 kHz-es erősítőről a fentebb ismertetett áramkörön keresztül a 3. számú keverő, a formálóegység V_{12} csövének fékezőrácsára kerül. A V_{12} vezérlőrácsa az oldalsáv-szűrőről 250 mV-os, 40 kHz-es feszültséget kap. A távirójel további kialakítása megegyezik az egyoldal-sávós jel fentebb leírt létrehozásával.

A formálóegység kimenetéről az 1,8 MHz-es vagy a 2,8 MHz-es 3,5...4,5 V szintű távirójel további átalakításra szintén a nagyfrekvenciás egység 6. sz. keverőjének bemenetére kerül.

Az átvitt távirójel önlehallgatásához a kapcsolócső terheléséről, az R_{41} ellenállásról 40 kHz-es feszültséget veszünk le, amely a C_{59} kondenzátoron, a D_1 csatlakozó 2. érintkezőjén és a táviró alaplmez (10. ábra) D_3 csatlakozó 15. érintkezőjén keresztül a V_8 táviró-oszcillátor és -produkt-detektor fékezőrácsára jut, ahol hangfrekvenciás feszültséggé alakul át, majd a hangfrekvenciás egység táviróerősítőjének bemenetére kerül.

Frekvenciaeltolások távirójel adása

A rádióamatőr-gyakorlatban kevésbé elterjedt modulációs mód az F1A vagy a régi jelölés szerint, amelyet a készülékben is találunk: F1. Az adásmód lényege, hogy az adó folyamatos vívőt sugároz az üzemi frekvencián. A billentyűzés ritmusában egy másik, az eredeti vívőtől meghatározott „távolságra” levő frekvencián kezd sugározni. Ez a „távolság” nem véletlenszerű, hanem szabványos érték: 125 Hz, 250 Hz vagy 500 Hz lehet és frekvenciaeltolásnak vagy löketnek nevezzük. Adáskor tehát egy váltakozó frekvenciájú jelsorozatot sugározzunk ki.

Ezt a klasszikus megoldás szerint, a vezérosszcillátor frekvenciájának változtatásával érjük el, úgy, hogy billentyűzéskor pl. egy jelfogó, tranzisztor vagy diódák segítségével kiegészítő kapacitást kapcsolunk a rezgőkörhöz. Ezáltal a billentyűzött frekvencia a löket nagyságával alacsonyabb lesz az üzeminél.

Az R-130-nál 500 Hz-es löketet alkalmazunk. Vételkor megfelelően kes-

keny sávú szűrőket alkalmazunk és úgy hangoljuk a vevőt, hogy a folyamatos vívőt ne lehessen hallani, csak az információt hordozó billentyűzést. Sajnos a készülék nem alkalmas F1A adás vételére, tehát ne is keressünk benne keskenysávú távirószűrőket!

Fenti adásmód hasonlít az eredeti – nem hangfrekvenciás – géptáviró-adáshoz. Azzal a különbséggel, hogy ennél kézi billentyűt használunk. A legnagyobb előnye ennek a módnak a viszonylag nagy zavarvédeltsége, hiszen a vívő folyamatos sugárzásával „helyet” csinálunk magunknak a sávban. A hátránya is ebből fakad és valószínűleg azért nem terjedt el, mert az A1A-hoz képest nagyobb sáv szélesség szükséges és a folyamatos vívősugárzás miatt jobban igénybe veszi a végfokot.

A katonai hírközlésben – hangsúlyozom, ez a korábbi állapotokra értendő – ezt és az ezzel rokon géptáviró (F6) adásmódot előszeretettel alkalmazták. Ez volt az egyik, bár nem a legfontosabb oka annak, hogy a katonai rádiók végfokát mindig a végsővek lehetőségeinek csak kb. az 50%-áig használták ki. A fő ok természetesen az energiaellátás problémája.

Az R-130 rádiókészüléknel erre a modulációs módra egy önálló oszcillátort, az ún. frekvenciátáviró-oszcillátort (11. ábra) építették be. Erre azért volt szükség, hogy ne kelljen beavatkozni az alaposzcillátorba, ne romoljon a frekvenciastabilitás.

Az oszcilláció amplitúdófeltételét a V_1 pozíciójelű, 1Zs24B típusú pentódával felépített erősítő, a fázisfeltételt katódkörből történő visszacsatolás elégíti ki. A pentóda rácskörét az L_4 tekercs és a C_{13} és C_{14} kondenzátor képezi. A frekvenciameghatározó kondenzátorokkal párhuzamosan a C_{11} , C_{12} , és a C_{16} csatoló-kondenzátorok, valamint a C_{15} trimmer kapcsolódik. Az oszcillátor frekvenciastabilitásának biztosítása érdekében a rácskörbe tartozó kondenzátorok negatív, a maferit vasmagra tekercselt L_4 ugyanakkora pozitív hőmérsékleti tényezővel rendelkeznek.

Az oszcillátor 40 250 Hz frekvencián működik. A löketet úgy érjük el, hogy a rácskörbe a C_8 , C_9 és C_{37} segéd-kondenzátorokat kötjük be. Így a kisugárzott frekvencia – az 500 Hz-es löketnek megfelelően – 39 750 Hz-re csökken. A kiegészítő kondenzátorokat az E_3 és az E_4 diódával kapcsoljuk.

A T_4 kollektorán, zárt állapotában 11 V a feszültség. Ez a feszültség mindkét diódát zárva tartja, így a kiegészítő

kondenzátorok nem söntölik a C_{12} -t. A nyitott T_4 kollektorán közel nulla lesz a feszültség. Az R_{19} és az R_{20} ellenállás által képzett osztóról levett feszültség nyitott állapotban tartja a diódákat, a kiegészítő elemek párhuzamosan kapcsolódnak a C_{12} -vel, ezáltal lecsökken az oszcillátor frekvenciája. Ha a táviró-billentyűvel vagy a gortáviró-berendezéssel 5 V-ot adunk a T_4 bázisára, akkor a tranzisztor kinyit és kollektora a testhez képest csaknem nullpotenciálra kerül, létrejön a frekvenciaeltolások billentyűzés.

Az oszcillátor anódköréről a legalább 0,4 V-os feszültségű jel a C_{23} kondenzátoron keresztül a formálóegység 3. sz. keverőjére jut.

Az üzemi frekvencia előállítása

A vezérosszcillátor-jel és az információt tartalmazó jel keverésére, szelektálására és erősítésére szolgál a V_5 jelű, 1Zs29B típusú elektroncsővel felépített ún. 6. sz. keverő (8. ábra). A frekvencia átalakítása kétrácsos módszerrel történik. A cső vezérlőrácsára a C_{18} csatoló-kondenzátoron keresztül legalább 2 V szintű jel érkezik a vezérosszcillátorból. A cső vezérlőrácsának előfeszültsége automatikusan jön létre az R_{13} ellenálláson.

A pentóda fékezőrácsára a formálóegységből a C_{22} csatoló-kondenzátoron keresztül 3,5...4,5 V-os modulált 1,8 MHz-es vagy 2,8 MHz-es jel kerül. Ezzel egyidejűleg a fékezőrács az R_{14} és az R_{86} feszültségosztóról – 10 V előfeszültséget kap; az R_{14} ellenállás értékének változtatásával a keverő optimális üzemmódba állítható.

A keverő csövének anódkörében üzemelő rezgőkör az egyes alsávok határain belül áthangolható (a rádiókészülék $\times 100$, $\times 1$ feliratu kapcsológombjának átállításakor) a C_{25} jelű forgókondenzátor segítségével. A keverőben frekvenciakombinációk keletkeznek, amelyek közül a különbségi frekvenciát választjuk nagyfrekvenciás feszültségnek, vagyis az adó üzemi frekvenciájának. A rádiókészülék alsávjaiban egy-egy különálló rezgőkört találunk, amely a keverőcső anódjához van bekötve a dobváltó S_{14} ... S_{104} jelű szektorán keresztül. Az egyes alsávoknak megfelelő rezgőkörök elemeit a 4. táblázat ismerteti.

A keverő összes alsávjának anódköri rezgőköre hőkompenzált a kondenzátorok TK-jának megfelelő megválasztásával. A rezgőkörökben levő

4. táblázat

Alsáv	Rezgőkör elemek
1.	L ₃₁ , C ₁₅₆ , C ₁₅₇
2.	L ₃₂ , C ₁₅₈ , C ₁₅₉
3.	L ₃₃ , C ₁₆₂ , C ₁₆₃ , C ₁₆₄
4.	L ₃₄ , C ₁₆₅ ...C ₁₆₈
5.	L ₃₅ , C ₁₆₉ , C ₁₇₀ , C ₁₇₁
6.	L ₃₆ , C ₁₇₂ , C ₁₇₃ , C ₁₇₄
7.	L ₃₇ , C ₁₇₅ , C ₁₇₆ , C ₁₇₇
8.	L ₃₈ , C ₁₇₈ , C ₁₇₉ , C ₁₈₀
9.	L ₃₉ , C ₁₈₁ , C ₁₈₂ , C ₁₈₃
10.	L ₄₀ , C ₁₈₄ ...C ₁₈₇

R₅₅...R₆₂ és R₇₂ ellenállás söntellenállás. A cső anódjának táplálása az R₈₂ ellenálláson és a rezgőköri tekercsen keresztül történik. Az árnyékolórács tápfeszültsége az R₁₁ ellenálláson keresztül érkezik. Az L₇₁ fojtótekercs, valamint a C₁₉, C₂₀, C₂₅ és C₂₃ kondenzátor nagyfrekvenciás csatolásmentesítést végez. Az R₈₀ ellenállás a keverőcső vezérlőrácsának védőellenállása.

A rádiófrekvenciás meghajtófokozat

A kétfokozatú meghajtó három 1P24B típusú, V₇, V₉ és V₁₁ jelű pentódából épült fel (8. ábra). Az első fokozat a V₇, egykörös rezonanciaerősítő, amelynek anódjához csatlakozik a rezgőkör a dobváltó Sz_{1e}...Sz_{10e} szektorán keresztül. A rádiókészülék egyes alsávjaiban egy-egy különálló rezgőkört találunk, amely a kapcsolási rajzról leolvasható, az előzőekhez (a 3. táblázat a 2006-os évkönyvben) hasonló elemeket tartalmaz.

Az erősítő egyes alsávokhoz tartozó anódrezgőkörök hőkompenzáltak a kondenzátorok megfelelő TK-jának megválasztásával. Az egyes alsávok határain belül a rezgőkör áthangolása a C₃₉ forgókondenzátor segítségével történik. Az R₆₃...R₇₀, R₈₃ és R₇₄ ellenállások söntellenállások, amelyek a fokozatnak stabil és állandó erősítési tényezőt biztosítanak.

A V₅ anódköréről a 300 mV szintű nagyfrekvenciás feszültség a C₃₀ csatoló-kondenzátoron keresztül a V₇ cső vezérlőrácsára kerül. A cső vezérlőrácsa egyidejűleg -14 V-os stabil előfeszültsé-

seget is kap az R₂₀ ellenálláson keresztül. Az erősítőcső anódjának táplálása az R₂₂ ellenálláson, valamint a rezgőköri tekercsen keresztül történik. Az árnyékolórács táplálása az R₁₉ ellenálláson keresztül valósul meg. Az árnyékolórácson a feszültség 0 és 115 V között változtatható az ADÁSSZINT szabályozó potenciométer segítségével, amelyet a rádiókészülék előlapján találunk.

Ennek megfelelően az erősítő nagyfrekvenciás feszültségének szintje 0 és 10 V között változtatható. A C₂₈, C₂₉ és C₃₂ kondenzátor csatolásmentesítésre szolgál. A második fokozatot a párhuzamosan kapcsolt V₉ és V₁₁ csőből álló egyrezgőkörös rezonancia erősítő alkotja. A cső anódkörébe a dobváltó Sz_{1f}...Sz_{10f} szektorán keresztül köthető be a rezgőkör. A rádiókészülék egyes alsávjaiban szintén egy-egy rezgőkört találunk, amely a kapcsolási rajzról leolvasható, az előzőekhez hasonló elemeket tartalmaz.

Az erősítő egyes alsávokba tartozó anód rezgőkörök szintén hőkompenzáltak a kondenzátorok megfelelő TK-jának kiválasztásával. Az egyes alsávok határain belül a rezgőkör áthangolása a C₅₁ forgókondenzátor segítségével történik. Az R₇₃...R₇₆ és R₇₇ ellenállások söntellenállások.

A V₇ anódköréről a nagyfrekvenciás feszültség a C₄₃ csatoló-kondenzátoron, valamint az R₈₈ ellenálláson keresztül a V₉ és a V₁₁ vezérlőrácsára kerül. A csővek vezérlőrácsa egyidejűleg -14 V-os előfeszültséget kap az R₂₅ ellenálláson keresztül.

Az erősítőcsővek anódjának táplálása az R₈₁ ellenálláson, valamint a rezgőköri tekercsen keresztül történik. A csővek árnyékolórácsának táplálását az R₂₄ ellenállás biztosítja. A C₄₁, C₄₂, C₄₄ és C₄₅ kondenzátor arra szolgál, hogy nagyfrekvenciás szempontból hidegítse az erősítőt. A legalább 30 V-os szintre felerősített rádiófrekvenciás feszültség a dobváltó Sz_{1f}...Sz_{10f} jelű szektorának 4. érintkezőjéről a teljesítményerősítő egység bemenetére kerül.

A vevő rádiófrekvenciás előerősítő fokozata

A végerősítő fokozat tárgyalása előtt térjünk vissza a vevő rádiófrekvenciás előerősítő fokozatához, mivel azt eddig még csak érintőlegesen említettem.

A rádiófrekvenciás előerősítő V₁ jelű 1P24B típusú pentódája a teljesít-

ményerősítő-egységben (14. ábra, lásd később) kapott helyet, mert a hangolóelemei közösek az adó-vegerősítő hangolóelemeivel.

A vétel a rádiókészülék adás üzemmódban lehangolt frekvenciáján történik. Az antennaillesztő-egységtől kapott vagy ennek hiányában az antennáról érkező jel a J₂ jelfogó 4. és 5. érintkezőjén, valamint az aluláteresztő π -szűrőn keresztül a teljesítményerősítő hangolt anódkörére érkezik, amely egyben a vevő első fokozatának bemeneti rezgőköre is.

Az anódkörrel a jel az elengedett J₃ jelfogó zárt 4. és 5. érintkezőjén keresztül a V₁ vezérlőrácsára kerül. A vevő első fokozatának terhelését a nagyfrekvenciás egységben elhelyezett rezgőkör képezi. A V₁ által felerősített jel a teljesítményerősítő bemenetére kerül. A C₇₉ kondenzátor arra szolgál, hogy az elhangolást vétel üzemben megakadályozza, a C₇ pedig csatoló-kondenzátor.

Az automatikus erősítés-szabályozás (AESz) a rádiófrekvenciás előerősítőre is kiterjed. Ez a feszültség (-0,7 ... -7,5 V) a 6c jelű érintkezőtől a C₈ hidegítő kondenzátor érintésével az R₁ levezető ellenálláson keresztül a V₁ vezérlőrácsára jut.

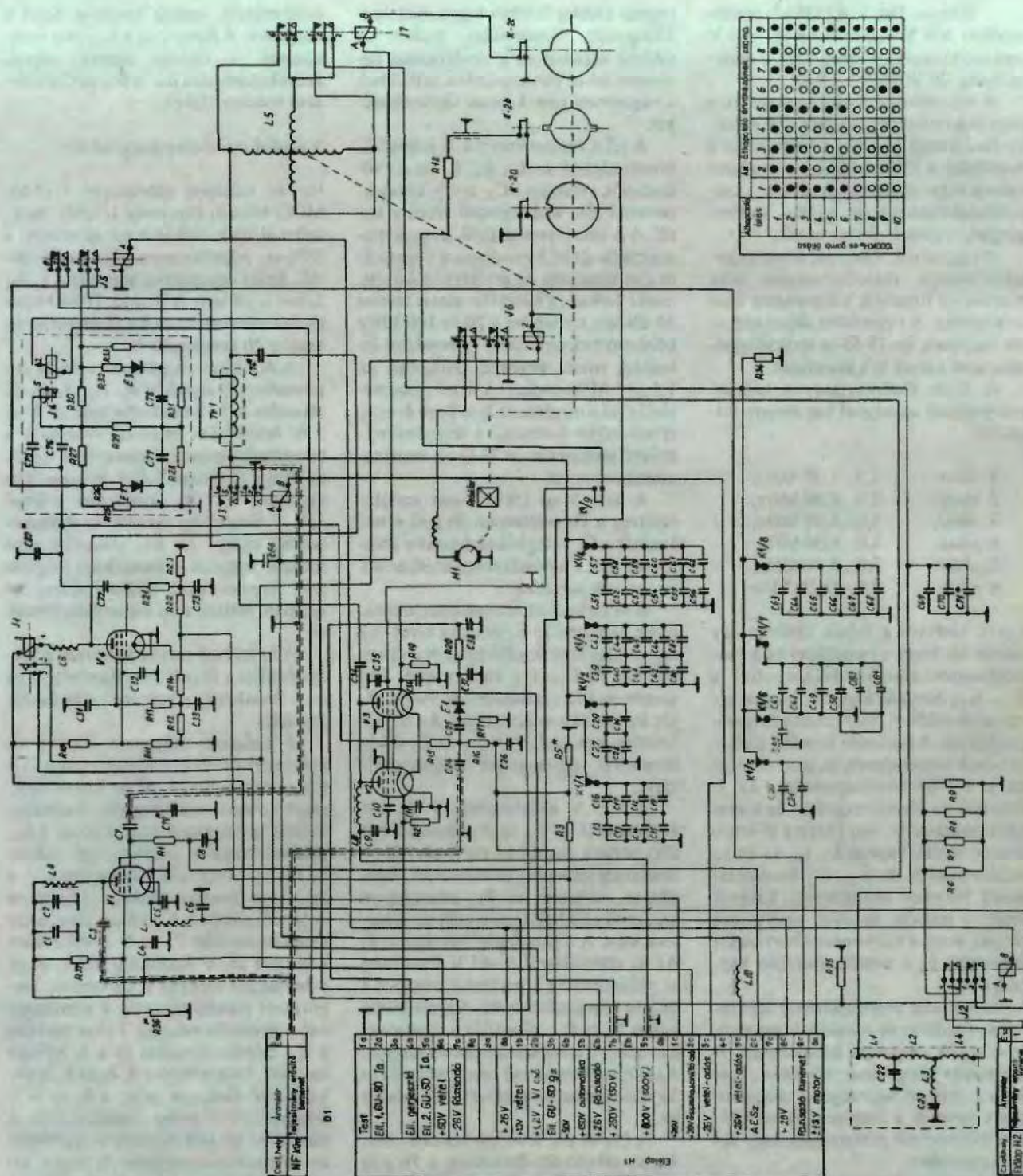
A cső 1,2 V-os fűtőfeszültsége az 1b érintkezőről, az L₇ fojtótekercsen keresztül érkezik. A C₆ és C₃ kondenzátor, valamint az L₇ fojtótekercs egy szűrőt alkot, amelynek az a feladata, hogy csökkentse a tápegységek által előidézett zajfeszültségek hatását.

Az 50 V-os anódfeszültség a 6a jelű érintkezőtől az R₃₇ és az R₃₆ ellenállásból álló osztóra és az L₆ fojtótekercsen át V₁ cső anódjára kerül. Az R₃₇ és R₃₆ az ellenállás képezte feszültségosztóról 30 V feszültség érkezik az árnyékolórácsra. A C₁, C₂ és a C₄ kondenzátor nagyfrekvenciás hidegítést végez. Az L₁₀ fojtótekercs és a C₈₆ kondenzátor a fokozatot védi attól a káros modulációtól, amit a tápegységek idézhetnek elő.

Ügyeletes vétel üzemmódban lekapcsoljuk a fűtőfeszültséget a végcsővekről, így a beszédváltóval adás nem indítható.

A teljesítményerősítő

A teljesítményerősítő-egység – az adó végerősítő-fokozata – arra szolgál, hogy a kisugárzásra kerülő rádiófrekvenciás jelet a szükséges kb. 50...70 W teljesítményre erősítse (14. ábra). Itt kapott helyet az automatikus hangolást



14. ábra. A végerősítő

biztosító mechanizmus és vezérlőegysége, valamint a vételirányú erősítés első fokozata is. A teljesítményerősítő egység csak akkor üzemel helyesen, ha frekvenciaváltás után hangolást végeztünk el az automatikus hangolóval az

üzemmód kapcsoló HANG. állásba történő állításával.

A teljesítményerősítőt két párhuzamos anódtáplálású és kapcsolású, GU-50 típusú elektroncső alkotja. A csövek fűtőszálának táplálása soros

kapcsolású. A GU-50 feszültségei a következők:

– 100%-os TELJESÍTMÉNY üzemmódban 800 V anódfeszültség, 250 V árnyékolórács-feszültség, –42 V előfeszültség, 26 V fűtőfeszültség;

– 20%-os TELJESÍTMÉNY üzemmódban 500 V anódfeszültség, 150 V árnyékolórács-feszültség, –42 V előfeszültség, 26 V fűtőfeszültség.

A teljesítményerősítő bemenetére a nagyfrekvenciás egységből 30 V effektív feszültségű vezérlőjel érkezik. Ez a feszültség a GU-50 típusú végerősítő csövek vezérlőrácsaira kerül a C_{24} csatolókonkondenzátoron és az R_{15} vadrezgégsgátló ellenálláson keresztül.

A végcsövek anódjáról levett nagyteljesítményű rádiófrekvenciás jelet π -szűrővel illesztjük a kimeneten levő terheléshez. A végerősítő akkor működik helyesen, ha 75 Ω -os terhelőimpedanciával zárjuk le a kimenetet.

A teljes frekvenciasáv a teljesítményerősítő egységnél hat alsávra felosztva:

1. alsáv	1,5...1,99 MHz,
2. alsáv	2,0...2,99 MHz,
3. alsáv	3,0...3,99 MHz,
4. alsáv	4,0...6,99 MHz,
5. alsáv	7,0...8,99 MHz,
6. alsáv	9,0...10,99 MHz.

Egyik alsávról a másik alsávra úgy térünk át, hogy a rezgőköri és a csatolókonkondenzátorokat átkapcsoljuk a $K_{1/1}...K_{1/9}$ büttyös kapcsoló segítségével, a készülék $\times 1000$ feliratú forgatógombjával. A kapcsoló lamellái párhuzamosan összekapcsolják, azaz összegzik a kondenzátorcsoportokat. Az 1. alsávban az összes rezgőköri és csatolókonkondenzátor be van kötve a π -szűrő állandó tagjait képező L_1 , L_2 , L_3 és L_4 induktivitásból és C_{22} , C_{23} kondenzátorból felépített áramkörhöz. Kivételt képez a hatodik lamella, amely arra szolgál, hogy a C_{85} kondenzátort csak a kilencedik és a tizedik alsávban kapcsolja be.

A második alsávra történő áttéréskor a rezgőköri és a csatolókonkondenzátorok egyik csoportját lekapcsoljuk. A variométer átfogásának növelése céljából a J_7 jelfogó segítségével automatikusan történik a forgórész és az állórész tekercseinek párhuzamos vagy soros kapcsolása.

Adáskor – lenyomott beszédváltó mellett – 26 V-os feszültség érkezik a D_1 csatlakozó 3c és 5c pontjaira, a J_3 jelfogó meghúzza és az 5. és a 6. érintkezője segítségével az L_5 variométer tekercsét a végcsövek anódjához köti a C_{34} csatolókonkondenzátoron keresztül, míg a 2. és a 3. érintkezője földeli a vevőfokozat bemenetét. A bemenet földelése kiküszöböli a vevőfokozaton ke-

resztül esetleg fellépő káros csatolást. Elengedett beszédváltó mellett a GU-50 anódkör és a vevőfokozat bemenete össze van kapcsolva, miközben a végcsövek nem kapnak tápfeszültséget.

A jel a variométerről a J_7 jelfogó 2. érintkezőjétől az L_1 , L_2 , L_3 és L_4 tekercsből, valamint a C_{22} és C_{23} kondenzátorból álló aluláteresztő szűrőre kerül. A π -szűrő arra szolgál, hogy impedanciaillesztést biztosítson a végerősítő cső kimenete és az antenna között, minél jobban (a készülék adatai szerint 30 dB-lel) csillapítsa a 20 és 100 MHz közé eső frekvenciákat, ugyanakkor lehetőleg minél kevésbé csillapítsa az 1,5...11 MHz-eseket. A szűrő kimenetéről a jel a meghúzott J_2 jelfogó 4. és 5. érintkezőjén keresztül a teljesítményerősítő kimenetére, a 75 Ω -os antennacsatlakozóra jut.

A 800 V-os (500 V-os) anódfeszültség a D_1 csatlakozó 9b jelű érintkezőtől a C_9 hidegítőkondenzátor érintésével az L_8 fojtótekercsen át érkezik a végcsövek anódjára.

A vezérlőjel a C_{25} csatolókonkondenzátoron keresztül az E_1 diódára kerül. Az egyenirányított feszültség az R_{20} ellenállásból és C_{37} , C_{38} kapacitásból álló szűrőn és a D_1 csatlakozó 4a érintkezőjén keresztül a műszerre jut. Az R_{17} ellenállás arra szolgál, hogy az E_1 dióda áramkörét egyenáramú szempontból zárja.

A –50 V előfeszültség a 4b jelű érintkezőről az R_3 és R_5 ellenállásból álló osztóra kerül. Az osztóról –42 V feszültség jut az R_{16} rácsvezető ellenálláson, valamint az R_{15} ellenálláson keresztül a GU-50 típusú csövek vezérlőrácsára. A C_{26} hidegítő kondenzátor. Az R_5 ellenállásról a –42 V feszültség az előfeszültség ellenőrzése céljából a 3b jelű érintkezőre kerül. A katódkörbe kötött R_2 és R_{19} ellenállás a végcsöveken átfolyó áram ellenőrzésére szolgál. Az ellenállásokon eső feszültség a 2a és 5a jelű érintkezőn keresztül a műszerre jut.

A C_{11} és C_{36} levezető kondenzátor. Az árnyékolórács-feszültség a 7b jelű érintkezőről a büttyös kapcsoló K_{2b} jelű érintkezőire kerül. Ezek kapcsolják ki az árnyékolórács feszültségét a variométer tekercseinek átkapcsolása közben. Erre azért van szükség, hogy a jelfogó érintkezőit megóvjuk a beégéstől.

A K_{2b} -ról az árnyékolórács-feszültség az R_{18} vadrezgégsgátló ellenállásra kerül. Az R_{18} -ról a $K_{1/9}$ jelű érintkezőre

továbbítódik, amely megóvjuk a K_{2b} -t a beégéstől. A feszültség a $K_{1/9}$ jelű érintkezőről a GU-50 típusú csövek árnyékolórácsára jut. A C_{10} és C_{35} levezető kondenzátorok.

A végfok működése hangoláskor

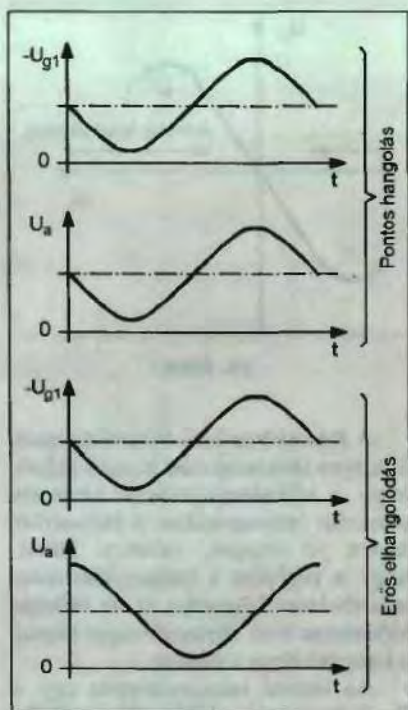
Ha az előlapon elhelyezett ÜZEMMÓD feliratú kapcsolót HANG. helyzetbe állítjuk, akkor ezzel az erősítő a 20%-os teljesítménymódba kapcsolódik. Ezzel egyidejűleg meghúzza a J_2 , J_3 , J_5 és a J_6 jelfogó. A V_4 jelű, 1P24B típusú összehasonlító csőre fűtőfeszültség kerül a 2b érintkezőn át.

A J_2 jelfogó meghúzása után az antennaillesztő-áramkör R_6 , R_7 , R_8 és R_9 ellenállásból álló műterhelését az 5. és a 6. érintkezőn keresztül összeköti a teljesítményerősítő kimenetével. Egyidejűleg a J_2 jelfogó 2. és 3. érintkezőjén keresztül az 5b érintkezőn érkező 150 V feszültség rákerül az összehasonlító csőre. Az R_{35} ellenállás arra szolgál, hogy az automatikaegységben levő kondenzátort kisűsse abban az esetben, amikor más adásmódra térünk át.

A J_5 jelfogó meghúzása után a TR_1 áramváltót a 6. és a 7., valamint a 4. és az 5. érintkezőjén keresztül a fázisadóhoz köti.

A hangolás folyamata közben az automatika eléri a maximális induktivitást, utána keresési ciklus következik, majd a pontos utánhangolás. Az induktivitási maximum a J_6 jelfogó és a K_{2a} érintkezőcsoport segítségével érhető el. Az M_1 motor, amelynek tekercsére a hangolási üzemmód bekapcsolásakor a 2c érintkezőről a J_6 jelfogó elengedett állapotában zárt 7. és 8. érintkezőjén keresztül 26 V feszültség kerül, nagy sebességgel forgatja a variométer forgórészt mindaddig, míg a maximális induktivitás be nem áll. Ekkor záródik a K_{2a} érintkezőcsoport és a J_6 jelfogó meghúzza. Ez a jelfogó a 4. és az 5. érintkezőjével önmagát tarja, a 6. és a 7. érintkezőjével pedig csatlakoztatja a motort az 0c jelű érintkezőn keresztül az automatikaegységhez. A motor további vezérlése az összehasonlító cső segítségével történik az automatikaegységen keresztül.

A keresést az 1P24B típusú, V_4 jelű összehasonlító cső végzi. A V_4 vezérlőrácsára a 4b jelű érintkezőtől érkező –50 V feszültségből az R_{12} és az R_{14} , valamint az R_{22} és az R_{23} ellenállásból álló feszültségosztón való leosztás után –14 V előfeszültség érkezik az R_{21} le-



15. ábra. A fázisadó elhangolódás-kimenőfeszültség jelleggörbéje

vezető ellenálláson keresztül. A C_{31} , C_{33} és C_{73} rádiófrekvenciás levezető-kondenzátorok.

A cső árnyékolórácsára az 5b csatlakozóról a J_2 jelfogó 2. érintkezőjén át a J_1 jelfogó tekercsére és az R_{10} , R_{11} ellenállásból álló feszültségosztóra érkező 150 V feszültségből a C_{32} hidegítő kondenzátor érintésével 80 V kerül. A J_1 jelfogó tekercsén és az L_9 fojtótekercsen keresztül pedig 150 V jut az összehasonlító cső anódjára.

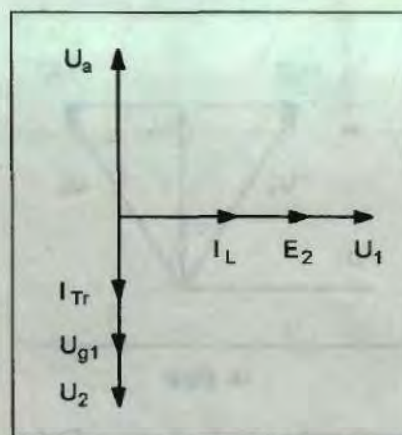
A V_2 és a V_3 vezérlőrácsáról a C_{72} csatoló-kondenzátoron keresztül 18 V-os jelfeszültség kerül az összehasonlító cső vezérlőrácsára. A teljesítményerősítő

anódköréről nagyfrekvenciás feszültség jut a meghúzott J_3 jelfogó 5. és 6. érintkezőjén keresztül a C_{74} kondenzátorból és a V_4 cső kimeneti kapacitásából álló kapacitív osztón át az összehasonlító cső anódjára. A cső terhelése a J_1 jelfogó tekercse.

A teljesítményerősítő csövek anódkörének pontos behangolásakor az összehasonlító cső anódján és vezérlőrácsán levő feszültség egymáshoz képest 180° -os fáziseltolásban van (15. ábra), vagyis a rezgőkör rezonancia esetén tisztán valós ellenállásként viselkedik. Az összehasonlító cső munkapontja úgy van beállítva, hogy pontos behangolásakor a cső zárva legyen, a J_1 jelfogó pedig elengedjen.

Az anódkör nagyfokú elhangolásakor ezek a feszültségek 180° -tól eltérő fáziseltolásban vannak, az elhangolódás mértékétől függően. Az összehasonlító cső nyit és a J_1 jelfogó meghúz. A J_1 jelfogó zárt 3. és 5. érintkezőjén keresztül az L_c érintkezőről 26 V feszültség továbbítódik a D_1 csatlakozó 2c jelű érintkezőjére valamint a J_6 jelfogó tekercsére. Az automatikaegységről a 0c jelű érintkezőn és a J_6 jelfogó 6. és 7. érintkezőjén keresztül 13 V feszültség jut a motorra.

A motor forgásiránya olyan, hogy a variométer induktivitásának értékét folyamatosan csökkentse. A motor a variométer forgórészét mindaddig forgatja, míg az összehasonlító cső nem zár. Ennek során a J_1 jelfogó elenged és a további utánhangolást a fázisadó végzi. A pontos hangolás tehát a fázisadó segítségével jön létre, amelyet egy fázisdetektor képez. A fázisadó egyszerűsített kapcsolási rajzát a 16. ábrán láthatjuk. A fázisadó kétféle nagyfrekvenciás feszültséget kap: az egyiket a végcsövek rácsköréből, a másikat pedig a



17. ábra

végcsövek anódköréből áramváltón keresztül.

A GU-50 rácsköréből a nagyfrekvenciás feszültség a fázistolóra kerül, amely a C_{75} , C_{76} és az R_{29} ellenállásból áll az 1...4. frekvenciasávban, valamint a C_{76} kondenzátorból és az R_{29} ellenállásból az 5...10. frekvenciasávban.

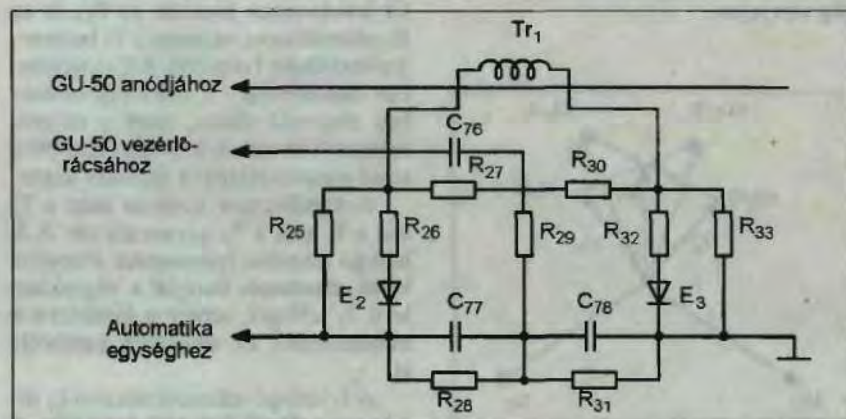
A C_{75} kondenzátor kapcsolását a J_4 jelfogó 3. és 5. érintkezője végzi. A J_4 jelfogó elektromosan a ($\times 1000$ KILOHERTZ feliratú forgatógombbal áll kapcsolatban. A fázistolókör biztosítja a rácsfeszültség 90° -os fáziseltolását.

Az anódkörből a fázisadó az áramváltón keresztül kapja a feszültséget. Az anódkör pontos behangolásakor az anódon levő feszültség a vezérlőrács feszültségéhez képest 180° -os fázisú (17. ábra).

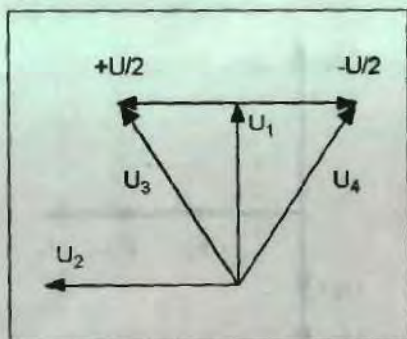
Az áramváltó az anódkör indukciós körében üzemel. Az indukciós tekercsen I_L nagyságú áram folyik át, amelyik rezonancia esetén az anódfeszültséghez képest 90° -os szögben késik. Ez az áram az áramváltó tekercsében E_2 nagyságú elektromos erőt indukál. Ez az elektromos erő fázisban van az I_L árammal. Az áramváltó terhelése az R_{27} és az R_{30} ellenállás. A terhelésen indukált E_2 elektromos erő által előidézett I_{Tr} áram az E_2 elektromos erőhöz viszonyítva 90° -os szögben késik. Az I_{Tr} áram által az említett ellenállásokon előidézett U_2 feszültség fázisban van az I_{Tr} árammal.

Amint a diagrammról is láthatjuk, az U_2 feszültség fázisban van a vezérlőrács feszültségével, következésképpen 90° -kal eltolva jelenik meg az R_{29} ellenállásra kapcsolt U_1 feszültséghez képest.

A diódákra az U_3 és az U_4 eredő feszültsége hat (18. ábra). Behangolt rezgőkör esetében az U_3 és az U_4 ab-



16. ábra



18. ábra

szolút értéke egymással azonos. Ezeket a feszültségeket az E_2 és az E_3 dióda egyenirányítja, s így az R_{28} és az R_{31} terhelőellenálláson azonos nagyságú, de ellentétes polaritású feszültséget kapunk. A fázisadó kimenetén a feszültség 0-val egyenlő, az erősítő után kapcsolt motoron nincs feszültség, tehát a motor nem forog.

Az anódrezgőkör kismérvű elhangolása esetén az anódkör ekvivalens ellenállása vagy induktív, vagy kapacitív jellegű, attól függően, hogy milyen irányban van a rezgőkör elhangolva a rezonanciához képest. Fentiek szerint az U_1 és az U_2 feszültség egymáshoz képest 90° -nál nagyobb, vagy kisebb szöggel lesz eltolva (19. ábra).

Ekkor az U_3 és az U_4 feszültség abszolút értéke egymástól eltér. A fázisadó kimenetén vagy pozitív, vagy negatív polaritású feszültség jelenik meg a rezgőkör elhangolásától függően. Ez a feszültség az automatikaegységen keresztül a motort vezérli. A motor olyan irányba fog forogni, hogy az elhangolás mértékét csökkentse. A fázisadó kimeneti jelleggörbéjét és a motor forgásirányát a 20. ábra szemlélteti.

Az R_{25} és az R_{31} ellenállás a diódák záró irányú ellenállásának kiegyenlítésére szolgál. Az R_{26} és az R_{32} ellenállás a diódák ellenállásait vezető irányban egyenlítő ki. A C_{77} és a C_{78} hidegítő kondenzátorok.

Az automatikaegység

A 21. ábrán látható fokozat adja a vezérlőjeleket a teljesítményerősítő kimeneti körének hangolásához. A teljesítményerősítőben levő összehasonlító cső működése közben az automatikaegység a motor részére vezérlőjelet ad a végfok kimeneti rezgőkörének durva behangolásához, miközben a teljesítményerősítő kimenete műterhelésre dolgozik. A durva hangolási ciklus vé-

geztével az egység a fázisadó jelei alapján vezérli a végfok kimenetének pontos behangolását a műterhelésre.

Ha a végfokban tárgyalt fázisadóról hibajel érkezik, akkor a hibajelerősítő az első két, T_4 , T_6 és T_5 , T_7 tranzisztoros fokozatban a hibajel előerősítését, míg a T_8 , T_9 , T_{10} és T_{11} egyenáramú erősítőfokozatokban a hibajel teljesítményerősítését biztosítja.

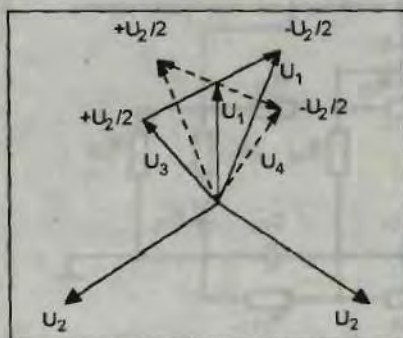
Az erősítőnek két csatornája van. Az első csatornát a T_4 , T_6 , T_8 és T_{10} tranzisztoros fokozat alkotja, és arra szolgál, hogy felerősítse a pozitív polaritású jeleket. A második T_5 , T_7 , T_9 és T_{11} tranzisztoros fokozat által alkotott csatorna a negatív polaritású jelek felerősítését végzi. A hibajelerősítő mindkét csatornája közös terhelésre, egy DPM-25-N1-02A típusú egyenáramú motorra dolgozik.

Ha az erősítő bemenetén nincs jel, akkor az első csatorna T_4 és T_6 tranzisztorja, valamint a második csatorna T_5 és T_7 tranzisztorja zárt, míg a T_8 és a T_9 tranzisztor nyitott, a T_{10} és a T_{11} tranzisztor pedig zárt, a motor nem kap feszültséget.

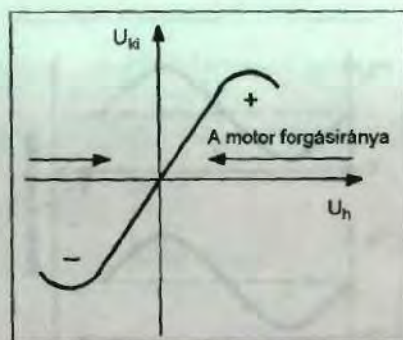
Ha az erősítő bemenetére pozitív polaritású jel érkezik, akkor a T_4 , T_6 és a T_{10} tranzisztor nyit, a T_8 zár. A 13 V feszültség az E_5 diódán és a T_{10} tranzisztoron valamint az 3a érintkezőn keresztül a végfoknál tárgyalt motorra kerül.

Ha a bemeneti jel polaritása megváltozik, a hibajel-erősítő első csatornája zár, a második csatornája pedig nyit és így a motor -13 V feszültséget kaphat.

Fentiek szerint, amikor az erősítő bemenetére váltakozó előjelű hibajel-feszültség érkezik, az erősítő csatornái felváltva működnek és a motor forgásiránya aszerint változik, hogy az erősítő bemenetén milyen polaritású feszültség van jelen.



19. ábra



20. ábra

A fokozatban levő időzítő áramkör bizonyos időközleltetést biztosít ahhoz, hogy a teljesítményerősítő kimenete pontosan behangolódjon a fázisadóról kapott jel alapján, valamint ahhoz, hogy a végfokot a behangolási időre műterhelésre kapcsolja és az időzítés időtartama alatt tápfeszültséget kapjon a hangolómotor erősítője.

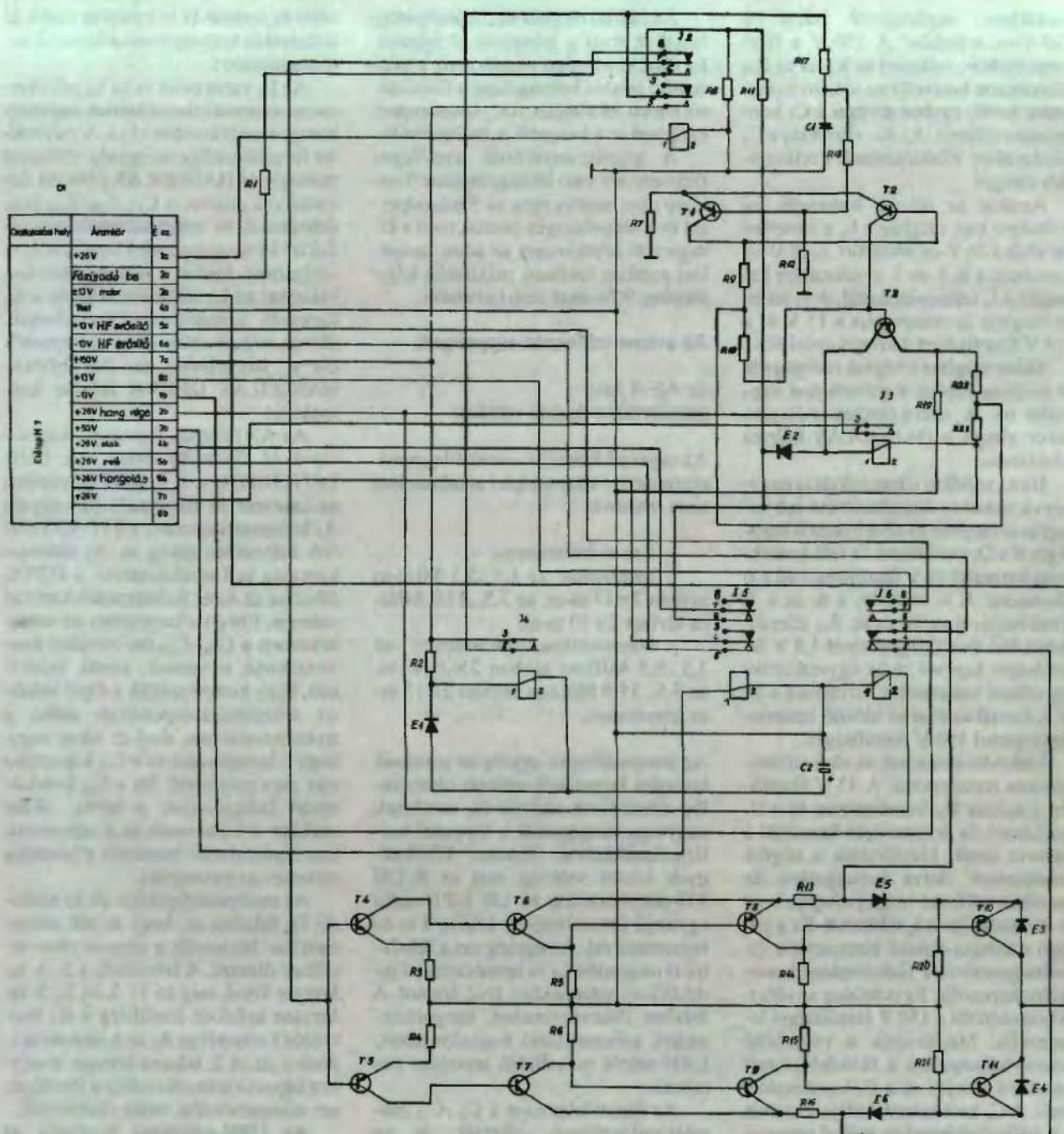
Az időzítő tulajdonképpen egy, a T_1 , T_2 tranzisztorral felépített multivibrátor, amelynek kimenőjelét a T_3 -mal felerősítjük. Az erősítő a J_3 jelfogóra dolgozik, amelynek tekercsére, az időzítőt tápláló 26 V stabilizált feszültséget a J_5 jelfogó kapcsolja. Amikor a bemeneten nincs jel, a T_1 és a T_3 tranzisztor zárt, a T_2 nyitott. Az időzítő bekapcsolásához a bemenetre 150 V feszültséget vezetünk az automatika tápegységéről, ekkor a C_1 kondenzátor feltöltődik.

Ha a multivibrátor bemenetén - T_1 bázisán - pozitív polaritású jel jelenik meg, akkor T_1 tranzisztor nyit, a T_2 zár, a T_3 ugyancsak nyit. A J_3 meghúz és érintkezői segítségével bekapcsolja az automatika-tápegységről jövő 26 V-os tápáramkört.

A durva hangolási ciklus végén 150 V kikapcsolódik és megkezdődik a C_1 kondenzátor kisülése az R_{18} és az R_{12} ellenálláson, valamint a T_1 bemeneti ellenállásán keresztül. A C_1 kisülésének időállandója 2 s, ami teljes mértékben elegendő ahhoz, hogy a teljesítményerősítő egység kimeneti köre pontosan behangolódjon a fázisadó jelére.

A kondenzátor kisülése után a T_1 zár, a T_2 nyit, a T_3 ugyancsak zár. A J_3 jelfogó tekercse árammentes állapotba kerül, érintkezői bontják a végfokban levő J_2 jelfogót, amely a kimenetet a műterhelésről az antennára kapcsolja át.

A J_3 jelfogó tekercsét söntölő E_2 dióda arra szolgál, hogy kiküszöbölje az induktív tranziens okozta túlfeszültsé-



21. ábra. Az automatikaegység

get a T_3 tranzisztor kollektorán a tranzisztor zárásának pillanatában.

Az automatikaegység működése hangolás közben

Ha a rádiókészülék előlapján levő üzemmód kapcsolót HANG. – hangolás – felirátú helyzetbe állítjuk, akkor az automatikaegység 50 V-os feszültséget kap a tápegységtől, amely a D_1 csat-

lakozó 3b jelű érintkezőjén keresztül a J_5 jelfogó tekercsére kerül. A J_5 jelfogó meghúzásakor a 26 V-os stabilizált feszültség az automatikaegység tápegységétől a D_1 csatlakozó 4b érintkezőjén és a J_5 jelfogó 6. és 7. érintkezőjén keresztül az időzítőre jut. 26 V kerül az automatika-tápegységben elhelyezett jelfogó tekercsére a J_5 jelfogó 4. és 5. kontaktusán, valamint a D_1 csatlakozó 6b érintkezőjén keresztül. Az automati-

ka-tápegységben elhelyezett jelfogó meghúz és zárja a 150 V-os feszültség áramkörét.

A 150 V az automatikaegységben levő J_2 jelfogó 5., a J_4 jelfogó 3. érintkezőjére, valamint az R_2 ellenállásra kerül. A C_2 kondenzátor elkezd töltődni az R_2 ellenálláson és a J_4 jelfogó tekercsén keresztül. A töltőáram nagysága akkora, hogy a J_4 jelfogó 1 másodpercig tartson meghúva és a 3. és 5.

kontaktusa segítségével zárja a 150 V-os áramkört. A 150 V a fenti érintkezőkön, valamint az R_{17} és az R_{18} ellenálláson keresztül az időzítő bemenetére kerül, egyben elvégzi a C_1 kondenzátor töltését. Az R_{17} ellenállás a C_1 kondenzátor töltőáramának korlátozására szolgál.

Amikor az időzítő bemenete feszültséget kap, meghúzza a J_3 , a lamelláival zárja a 26 V-os áramkört. A 26 V-os feszültség a J_3 3. és 5. érintkezőjén keresztül a J_6 tekercsére kerül. A J_6 jelfogó meghúzza és rákapcsolja a 13 V és a -13 V feszültséget a hibajel-erősítőre.

Ekkor meghúzza a végfok jelfogója és az antenna helyett a műterhelést kapcsolja be. A rádiókészülék előlapján ekkor világít a HANGOLÁS feliratú jelzőlámpa.

Ha az anódkör elhangolódása nagymértvű, akkor az összehasonlító cső jelfogója is meghúzza és az érintkezői segítségével a D_1 csatlakozó 1a jelű kontaktusán keresztül 26 V feszültséget ad a J_2 tekercsére. A J_2 meghúzza, a 6. és a 7. érintkezőjével az R_8 és az R_{11} ellenállásból álló feszültségosztóról 1,5 V feszültséget kapcsol rá az egyenfeszültség erősítő bemenetére. Továbbá a 4. és az 5. kontaktusával az időzítő bemenetére kapcsol 150 V feszültséget.

Működni kezdenek az első erősítőcsatorna tranzisztorai. A 13 V feszültség a nyitott T_{10} tranzisztoron és a D_1 csatlakozó 3a érintkezőjén keresztül a motorra kerül. Megtörténik a végfok anódkörének durva behangolása, az összehasonlító cső lezár, jelfogója bont és áramtalanítja a J_2 tekercsét. Ez a jelfogó a hibajel-erősítő bemenetét a feszültségosztóról a fázisdetektor bemenetére kapcsolja. Egyidejűleg az időzítő bemenetéről a 150 V feszültséget lekapcsolja. Megtörténik a végerősítő pontos behangolása a fázisdetektorról kapott jel alapján és a C_1 kondenzátor kisül. A C_1 kisülésének befejezése után a J_3 jelfogó elenged és ezáltal megszakad a 26 V-os áramkör. A rádiókészülék előlapján kialszik a HANGOLÁS feliratú jelzőlámpa.

Ha a hangolás üzemmód bekapcsolásakor a végerősítő rezonanciafrekvenciája a rádiófrekvenciás erősítő hangolási frekvenciáját megközelíti, akkor az összehasonlító cső jelfogója nem húzza meg, tehát nem működik a J_2 és a fázisadó az erősítő bemenetére lesz kapcsolva. A 150 V feszültség a J_4 érintkezőjén keresztül az időzítő bemenetére kerül és tölteni kezdi a C_1 kondenzátort.

Az időzítő meghúzza és 2 másodpercig lehetővé teszi a hangolás elvégzését. Ez alatt az idő alatt megtörténik a végerősítő pontos behangolása a fázisadóról kapott jel alapján. A C_1 kondenzátor kisülésekor a hangolás is befejeződik.

A teljesítményerősítő tetszőleges frekvenciára való lehangolásának összeideje nem haladja meg az 5 másodpercet és a hangolás igen pontos, mert a kisugárzott teljesítmény az adott hangolási pontban leadható maximális teljesítmény 90%-ánál nem kevesebb.

Az antennaillesztő-egységek

Az AIE-A jelű, gépjárműbe épített változat

Az egység háromféle – eredetileg rendszerezett – antennatípus alkalmazását teszi lehetővé:

- 4 m-es botantenna,
- lejtantenna: az 1,5...5,5 MHz-es sávban 2×17 m-es, az 5,5...11,0 MHz-es sávban 2×10 m-es,
- szimmetrikus dipólantenna: az 1,5...5,5 MHz-es sávban 2×25 m-es, az 5,5...11,0 MHz-es sávban 2×15 m-es hosszúságú.

Az antennaillesztő-egység az antennák komplex bemenőellenállását olyan valós ellenállással alakítja át, amelynek nagysága megegyezik a tápvonal hullámellenállásával. Katonai körülmények között szükség volt az R-130 RH-rádiókészülék és két URH-rádió egyidejű üzemeltetésére közös, 4 m-es botantennával. Az egység ezt a feladatot is megvalósítja és természetesen indikálja az antennákban levő áramot. A fokozat illesztőelemeket, hangolóelemeket, szimmetrizáló transzformátort, URH-szűrőt és indikáló áramkört tartalmaz.

Az illesztőelemeket a C_1 ... C_{12} csatlakozókondenzátorok alkotják és az ANTENNACSATOLÁS feliratú K_1 kapcsolóval válthatók (22. ábra). A csatlakozókondenzátorok az antennaillesztő antennakörében levő antennakapacitással soros kapcsolást alkotnak. Ha a K_1 segítségével bekapcsoljuk az egyik kondenzátort (vagy kondenzátorcsoportot), akkor az illesztőegység bemeneti ellenállása megközelíti, vagy azonos lesz az antennatápvonal hullámellenállásával.

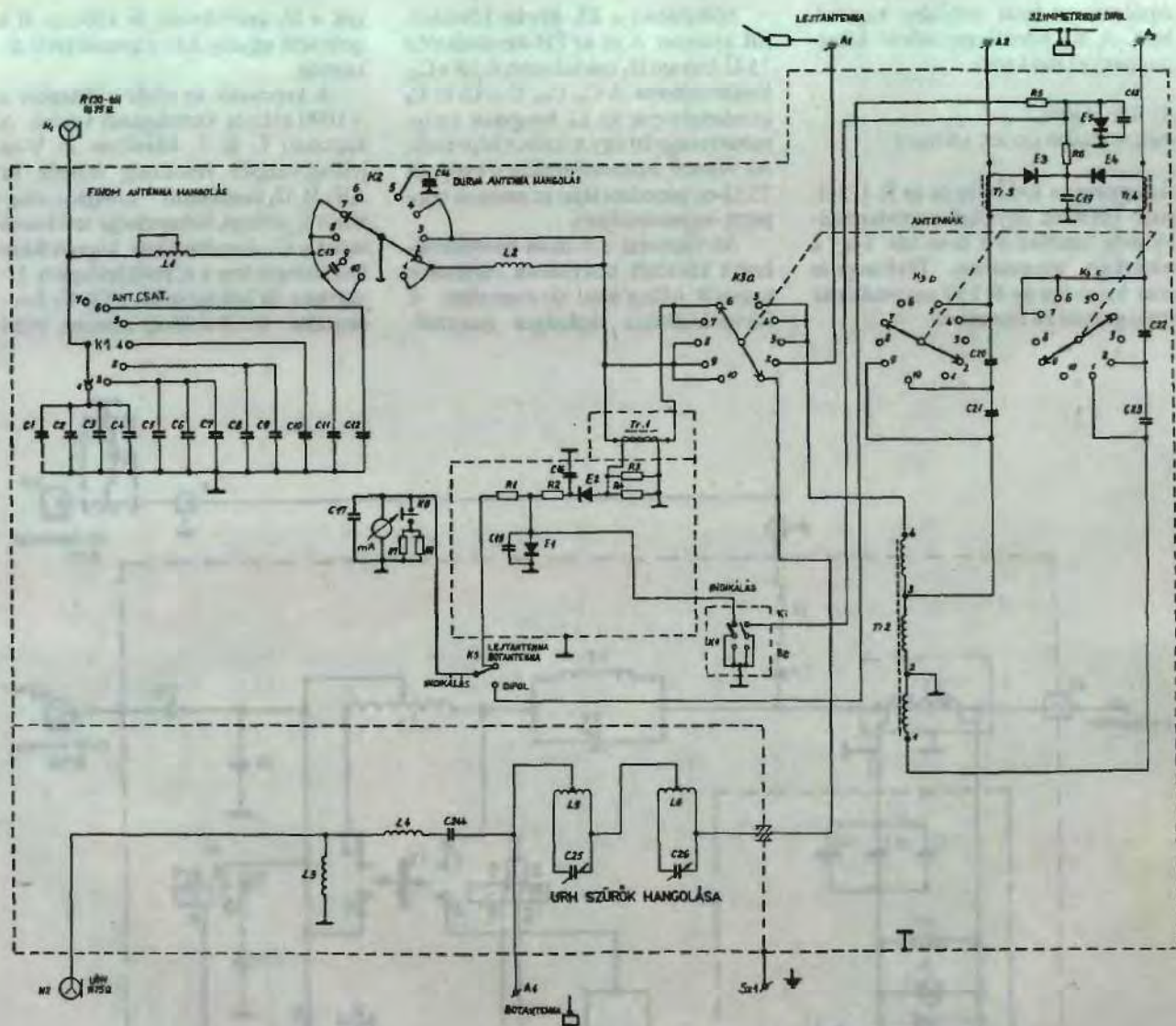
A hangolóelemek ANTENNA-HANGOLÁS DURVA-FINOM az antenna ellenállásának komplex összetevőjét egyenlítik ki és lehetővé teszik az antennakör behangolását a felsorolt antennatípusokra.

Az L_1 variométer és az L_2 póttekercse az antenna ellenállásának kapacitív komponensét kompenzálja. A variométer forgatógombja az egység előlapján található és HANGOLÁS FINOM felirattal van ellátva. A C_{13} , C_{20} ... C_{23} kondenzátorok az antennaimpedancia induktív komponensének kiegyenlítésére szolgálnak. Ezeket a kondenzátorokat, valamint az L_2 tekercset a K_2 és a K_3 kapcsoló segítségével kapcsolhatjuk, illetve végezhetjük el az antennakör durva hangolását az ANTENNA-HANGOLÁS DURVA feliratú kapcsolóval.

Az ANTENNA feliratú K_3 kapcsolónak öt különféle állása van: BOT, LEJT, DIPÓL 1, 2, 3. BOT helyzetben az antennát az antennaillesztő-egység A_4 kimeneti kapcsára, LEJT ANTENNA helyzetben pedig az A_1 antennakapcsára kell csatlakoztatni. A DIPÓL állásban az A_2 és A_3 kapcsokra kerül az antenna. Ebben a helyzetben az antennakörben a C_{20} ... C_{23} ún. rövidítő kondenzátorok is vannak, annak érdekében, hogy kompenzálják a dipól induktív ellenállás-komponensét abban a frekvenciasávban, ahol ez olyan nagy, hogy a kompenzálásra a C_{13} kapacitása már nem megfelelő. Ha a C_{14} kondenzátort bekapcsoljuk a körbe, akkor csökken a lejtantenna és a szimmetrikus dipólantenna bemeneti ellenállása rezonanciafrekvencián.

Az autotranszformátor elvén működő Tr_2 feladata az, hogy az adó aszimmetrikus kimenetét a szimmetrikus dipólhoz illessze. A feszültség a 2., 4. tekercsre kerül, míg az 1., 2. és 2., 3. tekercsen indukált feszültség a K_3 kapcsolón keresztül az A_2 és A_3 antennakapcsokra jut. A 2. tekercs közepe, amelyhez képest a transzformátor a feszültséget szimmetrizálja, testre csatlakozik.

Az URH-szűrőrész biztosítja az RH- és a két URH-rádiókészülék egyidejű működését egy közös 4 m-es botantennára. Ez az egység két, L_6 , C_{26} és L_5 , C_{25} elemet tartalmazó sávzáró szűrőből és egy L_3 , L_4 és C_{24} elemet tartalmazó szűrőből áll. Az egyik sávzáró szűrőt az egyik URH-rádiókészülék, a másik szűrőt pedig a másik URH-készülék frekvenciájára hangoljuk, az URH SZÜRŐK HANGOLÁSA feliratú forgatógombokkal, amelyek mellett az előlapon az URH-rádiókészülék frekvencia beosztásai is fel vannak tüntetve.



22. ábra

Amikor 4 m-es botantennával adunk, az antenna talprészében olyan nagy mértékű harmonikusfeszültségek keletkezhetnek, amelyek az URH-rádiókészülékek antennaköri elemeire károsak lehetnek. A C_{24} kondenzátor és az L_3 , L_4 tekercs rövidhullámú szűrőt képez. A kondenzátor kapacitása kicsinek van megválasztva, ezért a jel teljes feszültsége erre a kondenzátorra kerül, így a rövidhullámú jel nem juthat be az URH-rádiókészülék bemeneti köreibe. Az L_4 tekercs arra szolgál, hogy részben kompenzálja a C_{24} kondenzátor kapacitív ellenállását. A tekercs induktivitása akkora, hogy a C_{24} és L_4 elemet tartalmazó rezgőkör az URH-rádiókészülék sávjának közepére legyen hangolható.

Az indikáló áramkör lehetőséget nyújt arra, hogy az antennaillesztő-egységet HANGOLÁS üzemmódban az antennában levő áram maximumára hangoljuk be az egység előlapján elhelyezett műszer állása alapján. A hamis hangolások elkerülése érdekében az antennaillesztő-egységben két indikáló kapcsolást találunk. Az egyiket akkor alkalmazzuk, amikor aszimmetrikus bot- vagy lejtantennára, a másikat pedig akkor, amikor szimmetrikus dipólantennára dolgozunk.

Ha aszimmetrikus antennákkal rádiózunk, akkor a Tr_1 köré épített, a $C_{15} \dots C_{17}$ kondenzátort, az $R_1 \dots R_4$ ellenállást, az E_1 és E_2 diódát, az R_7 és R_8 ellenállást, valamint a K_6 jelű KISTELJESÍTMÉNYNÉL NYOMNI

feliratú nyomógombot magába foglaló áramkörrel indikáljuk a kimenő RF-jelét. (A nyomógombbal megszakítjuk a műszer söntölő R_7 és R_8 ellenállás körét, ezzel az indikálást érzékenyebbé tesszük.) Dipólantenna esetén a Tr_3 , Tr_4 transzformátorra épített, az R_5 , R_6 ellenállást, az $E_3 \dots E_5$ diódát és a C_{18} , C_{19} kondenzátort tartalmazó áramkört alkalmazzuk.

Amikor a Tr_1 , Tr_3 és a Tr_4 primertekercsében áram folyik, a transzformátorok szekunder tekercseiben indukált áramot az E_2 , E_3 és az E_4 dióda egyenirányítja, majd a K_5 billenőkapcsoló érintkezői a mikroampermérőre továbbítják. A K_5 billenőkapcsolóval az IP_1 jelű műszer az aszimmetrikus antennák (lejt-, bot-) vagy a szimmetrikus

dipólanterna-áram jelzésére kapcsolható. A K_4 bellenőkapcsolóval kikapcsolható az indikáció.

Az AIE-H jelű, harckocsiba épített változat

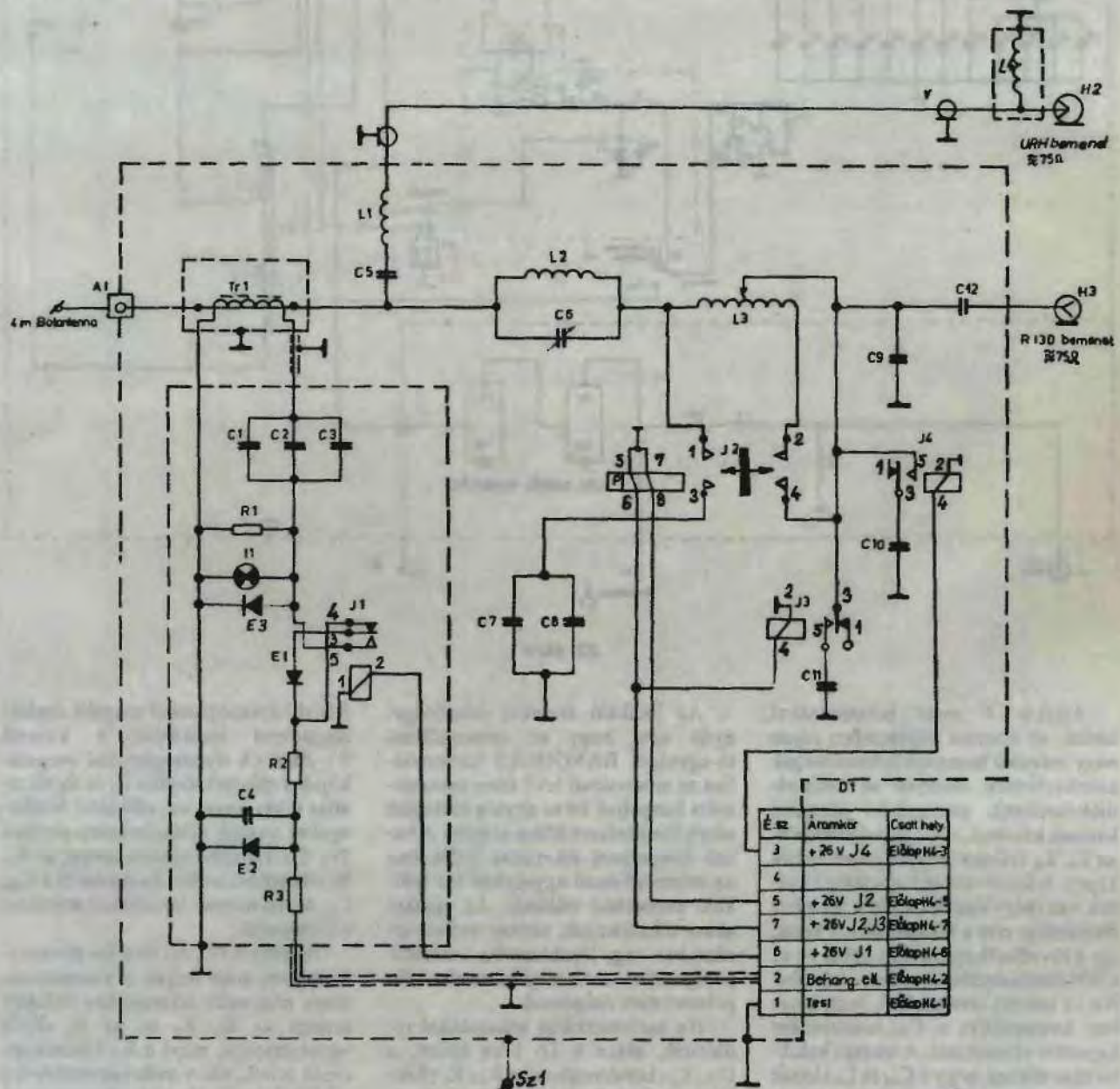
Az egység az R-130-as és az R-123 típusú készülék egyidejű csatlakoztatását tette lehetővé a 4 m-es bot- vagy a teleszkóp antennához. Távhangolás után biztosítja az R-130 antennájának kihangolását és illesztését.

Működését a 23. ábrán követhetjük nyomon. A jel az RH-készülektől a $75\ \Omega$ feliratú H_3 csatlakozón át jut a C_{12} kondenzátorra. A C_9 , C_{10} , C_{11} , C_7 és C_8 kondenzátorok az L_3 hengeres variométerrel együtt egy π -szűrőt képeznek. Az illesztő átranzformálja a bemenet $75\ \Omega$ -os impedanciáját az antenna talponti impedanciájára.

Az illesztést a 4 m-es botantennához a készülék alsóváltásakor kapcsolt jelfogókkal távvezéreljük. A távvezérléshez szükséges feszültsé-

gek a D_1 csatlakozón és kábelben át a gerjesztő egység KP_2 kapcsolójától érkeznek.

A kapcsolót az alsóv váltásakor a $\times 1000$ kHz-es kezelógomb vezérli. A kapcsoló 1. és 2. állásában 26 V-os jelfogóvezérlő feszültség érkezik az AIE-H, D_1 csatlakozó 7. pontjára, meghúzza a J_1 jelfogó, bekapcsolja az illesztő tagba a C_{11} kondenzátort. Ugyanekkor feszültséget kap a J_2 polárjelfogó 6. kivezetése és bekapcsolja a C_7 , C_8 kondenzátort az illesztőtag antenna felőli



23. ábra

oldalára. Ekkor az L_3 kiiktatott része szabadon marad.

A $\times 1000$ kHz kapcsoló 3. 4. 5. és 6. állásában feszültség van a D_1 csatlakozó 3. és 5. érintkezőjén. A J_4 jelfogó bekapcsolja a C_{10} kondenzátort. A J_2 jelfogó ekkor feszültséget kap a 7., 8. tekercsen és rövidre zárja az L_3 hangoló variométer kiiktatott részét.

A $\times 1000$ kHz kapcsoló 6, 7, 8, 9 és 10. állásában feszültség csak a D_1 csatlakozó 5. pontjára, illetve a J_2 8. kivezetésére jut, így kiegészítő kondenzátor nincs a C_9 -cel párhuzamosan kötve és az L_3 kiiktatott része rövidre van zárva. Az illesztést ekkor a C_{12} , az L_3 és az antennakapacitás adja.

Az antenna talpponti impedancia kapacitív összetevőjének kihangolását az L_3 hengeres variométerrel végezzük. A hangolás mechanikusan, a variométerdob forgatásával, vagyis a tekercs menetszámának változtatásával történik, melyet egy flexibilis tengellyel 1...2 m-es távolságból végezhetünk. Erre a megoldásra eredetileg azért volt szükség, mert az adó-vevő az antennahangolótól távolabb volt elhelyezve és kényelmetlenséget okozott volna, ha a kezelőnek helyet kellett volna változtatnia az antenna hangolásakor.

Az L_2 induktivitás és a C_6 változtatható kapacitásból álló rezgőkör alkotja az URH-szűrőkört az RH-készülék harmonikusai zavaró hatásának csökkentésére. A C_6 hangoló gombja az AIE-H antennacsatlakozás felőli részén található, URH-szűrő felirattal és frekvenciaskálával. A C_6 -ot az URH-készülék üzemi frekvenciájára kell állítani.

Az antennahangolás indikálása az egységen fény, a rádiókészüléken műszer segítségével történik. Az indikálást a Tr_1 nagyfrekvenciás áramváltón indukált feszültségből nyerjük. A C_1 , C_2 , C_3 kondenzátor az R_1 ellenállás és E_1 dióda a teljes frekvenciasávban egyenletes feszültséget biztosít az I_1 izólámpa részére.

A pontosabb hangolás érdekében egy további indikáló áramkört is alkalmazunk, amely a rádiókészülék előlapján levő műszerrel jelez. Ez az áramkör akkor üzemel, ha a készülék üzemmód kapcsolóját HANG. állásba kapcsoljuk és az ellenőrzés kapcsoló 1. állásban van. Ekkor az AIE-H D_1 csatlakozó 6. pontjára érkező feszültség vezérli a J_1 jelfogót. A J_1 3. és 5. érintkezője bekapcsolja az E_1 diódából R_2 , C_4 szűrőtagból és E_2 , R_3 -ból álló áramkört. Az áramkör kimenete a D_1 csatlakozó 2. pontja.

A C_5 kondenzátorból L_1 és L_4 induktivitásból, valamint a koaxiális kábel kapacitásából kialakított sávszűrő az URH- és az RH-készülék kimenőjének szétválasztását biztosítja.

A rádiókészülék táprendszere

A rádiókészülék táprendszere három egységet foglal magában:

- a teljesítményerősítő TE-26 típusú tápegységet,
- a gerjesztőegység tápegységet és
- az automatikaegység tápegységet.

A TE-26 a rádiókészülék alap tápegysége, táplálja a teljesítményerősítőt, valamint az automatika- és a gerjesztő-tápegységeket. A TE-26 táplálását a földelt negatív sarkú 26 V $\pm 15\%$ egyenfeszültségű akkumulátor biztosítja. A feszültségátalakítóban 800...1400 Hz-es transzverter üzemel.

A gerjesztőegység tápegysége a TE-26 stabilizátorának kimenetéről levett 20 V egyenfeszültséget a gerjesztőkörök táplálásához szükséges 150 V, 50 V, 50 V stabilizált, 3,6 V, 12 V, -4,5 V és -14 V stabilizált egyenfeszültséggé alakítja át 2400...2600 Hz-es transzverter segítségével.

Az automatikaegység tápegysége feszültséget ad az adó-vegerősítő hangoló automatika vezérlésére és szintén 2400...2600 Hz-es feszültségátalakítóval működik.

A TE-26 tápegység

A TE-26 típusú tápegységben állítjuk elő a stabilizált, valamint a nagyfrekvenciás teljesítményerősítőhöz szükséges tápfeszültségeket (24. ábra). A feszültségstabilizátor a tápfeszültség negatív (testelt) ágában üzemel.

A 20 V stabil feszültséget a T_1 , T_4 és T_5 tranzisztorból álló feszültségstabilizátor kimenetéről vesszük le. Ha a stabilizátor bemenetén a feszültség megnövekszik, akkor a kimenetén, vagyis az R_{33} és az R_{34} ellenállásból álló összehasonlító-feszültségosztón a feszültség ugyancsak növekedni igyekszik; ez ahhoz vezet, hogy a T_5 bázisán az emitterhez képest megnövekszik a negatív potenciál, ez viszont a bázis- és így a kollektoráram növekedését vonja maga után. Ennek következtében megnövekszik a feszültség az R_6 ellenálláson, ami megnöveli a T_4 tranzisztor bázisán a pozitív potenciált, így csök-

kenti a T_4 tranzisztor bázis- és kollektoráramát.

A T_4 kollektoráramának csökkenése a T_1 bázisán megnöveli a pozitív potenciált és csökkenti a bázis- és a kollektoráramot. Ez ugyanakkor növeli a T_1 tranzisztor emitter-kollektor ellenállását és a rajta eső feszültséget, aminek következtében a feszültség a stabilizátor terhelésén visszaáll az eredeti értékére, azaz gyakorlatilag változatlan marad.

A bemeneti feszültség csökkenésekor mintegy fordított folyamat megy végbe, vagyis a T_1 szabályozótranzisztor olyan változtatható ellenállás szerepét tölti be, amelynek ellenállása a bemenőfeszültség növekedésekor növekszik, csökkenésekor csökken.

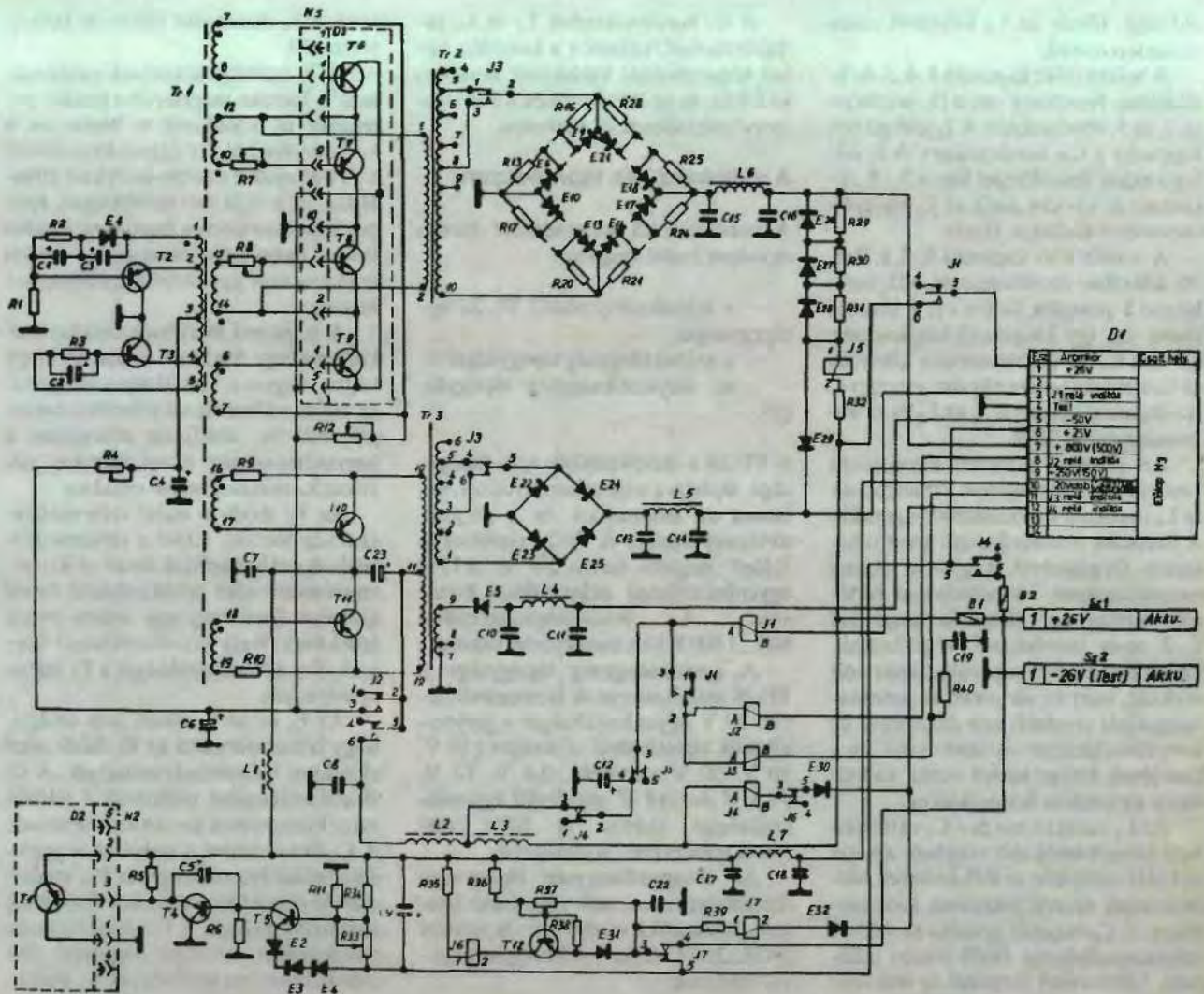
Az E_2 dióda a stabil referenciafeszültség forrása. Ezzel a referenciafeszültséggel hasonlítjuk össze az R_{33} potenciométer alsó érintkezőjéről levett kimeneti feszültség egy részét, annak érdekében, hogy hibafeszültséget kapjunk. Ezt a hibafeszültséget a T_3 bemenetére adjuk.

Az E_3 és az E_4 dióda arra szolgál, hogy hőkompenzálja az E_2 dióda által előállított referenciafeszültséget. A C_9 szűrőkondenzátor csökkenti a stabilizátor kimenetén a feszültség lüktetését. A C_5 kondenzátor a stabilizátor gerjedését akadályozza meg. Az R_{11} visszacsatoló ellenállás a kimeneti feszültség stabilitását javítja. A T_1 visszarámának csökkentését, amelyre magasabb hőmérsékleten van szükség, az R_5 végzi.

A transzverter oszcillátorkapcsolása ellenütemű, közös emitterrel és földelt kollektorral. A kapcsolás két, T_2 és T_3 tranzisztorból, továbbá egy Tr_1 transzformátorból áll. A transzformátor 2., 3. és 3., 4. számmal jelzett tekercse az ún. kollektor tekercs, az 1., 2. és 4., 5. számú a visszacsatoló tekercs, a 6., 7.; 7., 8.; 10., 12.; 14., 15.; 16., 17. és 18., 19. számú pedig a kimenőtekercs. A két kollektor tekercshez a T_2 és a T_3 emittere csatlakozik, mivel az áramkörben P217B típusú (pnp) tranzisztorokat alkalmaztak.

Az áramkörben található tranzisztorok kapcsolóelemként üzemelnek, egymás után hol az egyik, hol a másik kollektor tekercs felét kapcsolják a tápfeszültséghez. A tranzisztorok működését a pozitív visszacsatolású 1., 2. és 4., 5. tekercs vezérli.

Az oszcillátor indítása az R_1 ellenállás segítségével történik, amely a tápfeszültség ráadásának pillanatában nyitja a T_2 tranzisztor. Az E_1 dióda



24. ábra. A TE-26 tápegység

megakadályozza, hogy az R_2 ellenállás sőtölthesse a T_2 tranzisztor báziskörét. A C_3 kondenzátor a dióda záróirányú előfeszítésekor keletkező induktív tranziensek sőtölését végzi. Az R_2 és az R_3 a báziskörben a tranzisztorok munkapontját állítják be, kiegyenlítik a paraméterek szórásából adódó bázis-áram-különbséget. A C_1 és a C_2 csökkentik a tranzisztorokon az átkapcsolási tranziensek okozta hatásfokromlást.

A T_2 és a T_3 tranzisztor egymás után következő nyitása és zárása a Tr_1 tekercsein váltakozó, négyszög alakú feszültséget hoz létre. Az üzembiztonság növelése érdekében a tápfeszültség egy részét az R_4 ellenálláson ejtjük. A C_4 csökkenti a tranzisztorokon fellépő túlfeszültség-csúcsokat.

A tranzverter frekvenciája 800...1400 Hz közé esik. A 800 V kimenőfeszültségű TE-1 teljesítmény-

erősítő közös emitteres hidkapcsolású, a $T_6...T_9$ tranzisztorokat tartalmazza. A négyszög alakú feszültség a Tr_1 6., 7.; 7., 8.; 10., 12. és 14., 15. sz. tekercséről a tranzisztorok bázisköreire kerül. Ezek a tekercsek úgy vannak bekötve, hogy az oszcillátorban levő tranzisztorokat egymás utáni sorrendben hol nyitják, hol zárják, s így előidézik azt, hogy a teljesítményerősítő-híd ellentétes ágaiban levő tranzisztorok egymás utáni sorrendben zárjanak, illetve nyissanak.

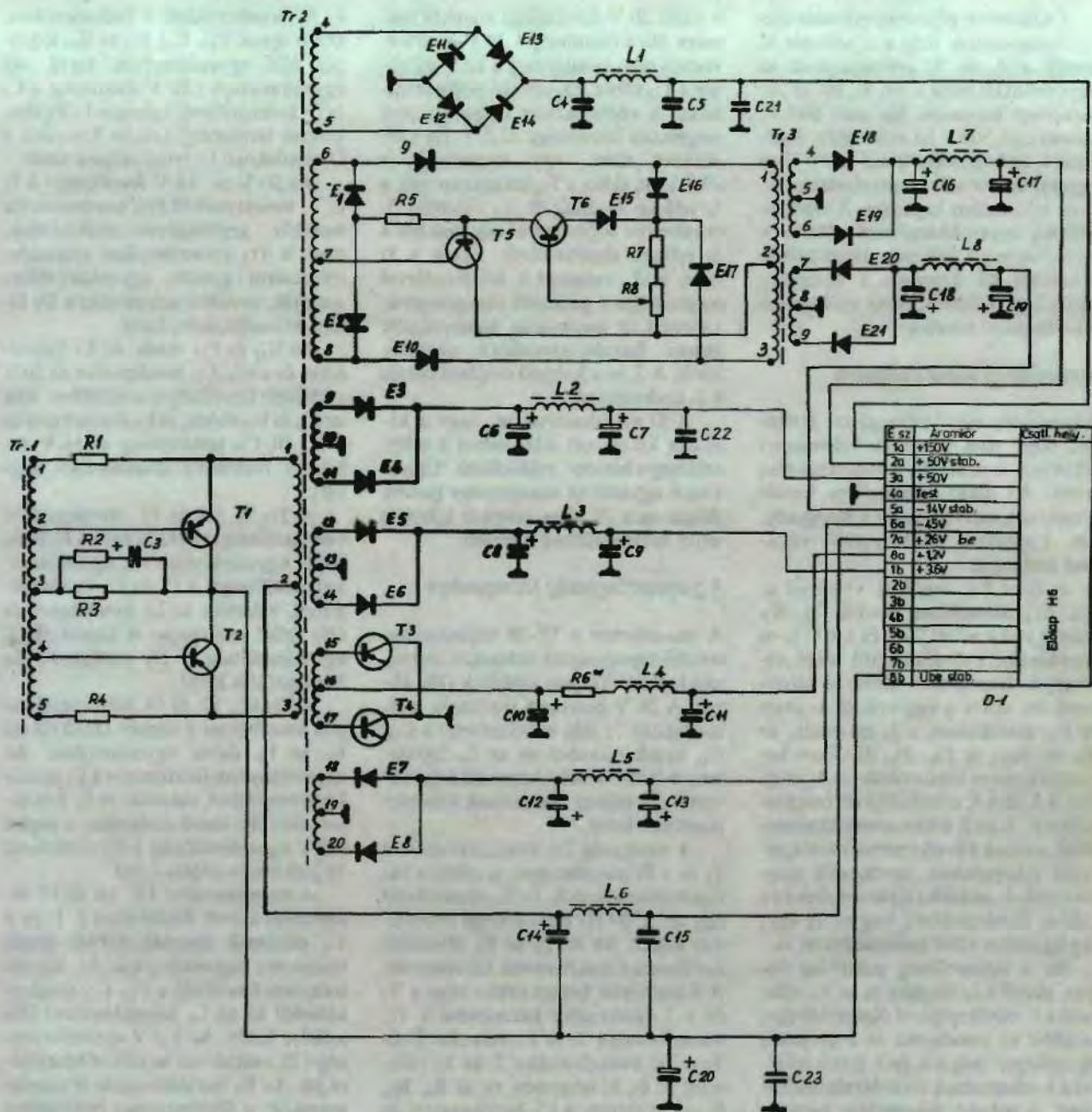
Az R_7 , R_8 és R_{12} ellenállás arra szolgál, hogy beállítsa a $T_6...T_9$ tranzisztorok munkapontját. A váltakozva vezetó tranzisztorok kis ellenállásán keresztül a tápfeszültség a Tr_2 transzformátor 1., 2. sz. primer tekercsére kerül, ezáltal a transzformátor szekunder tekercsében négyszög alakú váltakozó feszültség indukálódik, amely az $E_6...E_{21}$ diódából

álló, hidkapcsolású egyenirányítóra jut. Az egyes hidágakban négy-négy dióda van sorosan kötve, ezeken a diódákon az $R_{13}...R_{28}$ ellenállásokkal egyenlítőjük ki a záróirányú feszültséget.

A 800 V (kisteljesítményű üzemben 500 V) egyenirányított feszültség a C_{15} , C_{16} és L_6 elemet tartalmazó szűrőn keresztül a D_1 kimeneti csatlakozó 7. érintkezőjére kerül.

Hasonlóképpen működik a 250 V (150 V) és a -50 V kimenőfeszültségű TE-2 teljesítményerősítő is. A TE-2 teljesítményerősítő táplálására -20 V stabil feszültség szolgál.

A 250 V feszültséghez a Tr_3 transzformátor 5., 1. sz. tekercséről nyert váltakozó feszültség egyenirányítása után juthatunk. A 250 V (150 V) feszültségű áramkör egyenirányítója szintén hidkapcsolású, az $E_{22}...E_{25}$ diódákat tartalmazza. C_{13} , C_{14} és L_5 szűrőt alkot.



25. ábra. A gerjesztőegység tápegysége

A -50 V-os áramkör egyenirányítója egyutas kapcsolású és az E₅ diódából áll. C₁₀, C₁₁ és L₄ a kimenőfeszültség szűrését végzi. A T₁₀, T₁₁ tranzisztor munkapontját az R₉, ill. az R₁₀ ellenállással állítjuk be.

A tápegység működése különböző üzemmódokban

Az adó-vevő ügyeletes vétel üzemmódjában a tápegység Sz₁ jelű bemeneti kapcsára 26 V feszültség érkezik az

akkumulátorból (24. ábra). Az akku negatív pólusa a testre csatlakozik (Sz₂). Ekkor a D₁ kimeneti csatlakozó 6. érintkezőjére 26 V-os feszültség kerül a tápegység Sz₁ kapcsáról a B₂ biztosítékon, a J₄ zárt 6. és 5. érintkezőjén át. 20 V feszültség jut a stabilizátor kimenetéről a D₁ csatlakozó 10. érintkezőjére. Vételkor a J₁ meghúz és 5. és 6. érintkezőjével 26 V feszültséget továbbít a GU-50 csöveknek a D₁ csatlakozó 1. érintkezőjén keresztül, míg a 2. és 3. érintkezőjével tápfeszültséget kapcsol

a J₂ és J₃ tekercsére, ezzel az adó indítás reteszelését feloldja. A többi kimenőfeszültség megegyezik az ügyeletes vétel üzemmódban leírtakkal.

100%-os teljesítményű adáskor a vétel jelfogón kívül kapcsoljuk a J₂ jelfogót is, amely a 2. és a 3., valamint a 6. és az 5. érintkezőjével tápfeszültséget továbbít a feszültségátalakítóra, ahonnan a 800 V a D₁ csatlakozó 7., a 250 V a 9. a -50 V az 5. érintkezőjére kerül. A többi feszültség megegyezik a vételkor leírtakkal.

Csökkentett teljesítményű adás esetén bekapcsoljuk még a J_3 jelfogót is, amely a 2. és 3. érintkezőjével az egyenirányító hidat a Tr_2 8., 10. sz. tekercséhez kapcsolja, így nem 800 V, hanem csak 500 V jut a diódákra. A jelfogó 4. és 5. érintkezőjével a 250 V-os egyenirányítót a Tr_3 transzformátor 1., 3. sz. tekercséhez kapcsolja. A többi feszültség ugyanakkora, mint a 100%-os teljesítményű adásnál tapasztaltuk. HANGOLÁS üzemben a tápegység ugyanúgy működik, mint csökkentett teljesítményű adáskor.

Kiegészítő és segédáramkörök

A kapcsolási rajzot átböngészve feltűnhet, hogy nem érintettük valamennyi alkatrészt a működés tanulmányozása során. Az alább ismertetésre kerülő áramkörök szerves részei a tápegységnek. A stabilabb, megbízhatóbb működést szolgálják.

A J_5 az E_{29} diódával, valamint az $R_{29}...R_{31}$ ellenállással sőtölt $E_{26}...E_{28}$ diódák védik a 250 V-os és a 800 V-os áramköröket a rövidzárlattól. Ha pl. valamelyik áramkörben testzárlat következik be, akkor a tápforrástól az áram az R_{32} ellenálláson, a J_5 tekercsén, az R_{29} -en, vagy az $E_{26}...E_{28}$ diódákon keresztül a testre kapcsolódik. A J_5 meghúzza a 3. és 4. érintkezőjével megszakítja a J_1 , J_2 és J_3 tekercseinek tápáramkörét, aminek következtében ezek a jelfogók kikapcsolnak, érintkezőik megszakítják az átalakító tápáramkörét és a csövek fűtőáramkörét, vagyis az egység ügyeletel vétel üzemmódra tér át.

Ha a tápfeszültség polaritása helyes, akkor a J_4 meghúzza és az 5., valamint a 6. érintkezőjével tápfeszültséget továbbít az automatika és a gerjesztő tápegységre, míg a 2. és 3. érintkezőjével a J_1 tekercsének továbbít tápfeszültséget. A pólusok felcserélése esetén a J_4 jelfogó nem húz meg.

Az L_2 és az L_3 fojtótekercs, valamint a C_8 , a C_{12} kondenzátor az átalakító bemenetén egy kéttagú nagyfrekvenciás szűrőt képez, amelynek az a feladata, hogy csökkentse azokat a nagyfrekvenciás zavaró jeleket, amelyek a rádiókészülékből a tápforrás felé juthatnak. Az L_1 és az L_7 fojtótekercs, valamint a C_7 , C_{17} és a C_{18} kondenzátor a 20 V-os stabilizált feszültség nagyfrekvenciás szűrőjét képezi. A C_{19} kondenzátor kiszűri a nagyfrekvenciás zavaró jeleket a J_3 áramkörében.

A J_6 , a T_{12} , az E_{31} és az $R_{35}...R_{38}$ ellenállás túlfeszültségvédelmet biztosít

a stabil 20 V feszültségű áramkör számára. Ha a feszültség a 20 V-os áramkörben nem haladja meg a 22 V-ot, akkor a T_{12} zárva, a J_6 jelfogó pedig áramtalan. A védőrendszer beszabályozott meghúzási feszültsége 23,5 V. Ha a feszültség eléri vagy meghaladja a 23,5 V-ot, akkor a T_{12} tranzisztor nyit, a J_6 jelfogó meghúzza és 3., valamint 5. érintkezője segítségével megszakítja a J_4 jelfogó tápáramkörét. Ekkor a J_4 bont, és 5., valamint 6. érintkezőjével megszakítja a gerjesztő tápegységébe, valamint az automatika tápegységébe tartozó feszültségátalakítók tápáramkörét. A 2. és 3. érintkezőjével bontja a J_1 tápáramkörét.

A J_7 megakadályozza, hogy a készülék kikapcsolt állapotában a túlfeszültség-védelem működésbe lépjen. Ekkor ugyanis az akkumulátor pozitív pólusa és a 20 V-os áramkör között a teljes akkufeszültség mérhető.

A gerjesztőegység tápegysége

A transzvertert a TE-26 teljesítményerősítő tápegységtől származó stabilizált tápfeszültséggel tápláljuk (25. ábra). A 26 V bemeneti feszültség a D_1 csatlakozó 7a jelű érintkezőjétől a C_{14} , C_{15} kondenzátorból és az L_6 fojtótekercsből álló szűrőn keresztül a transzverter Tr_2 primer tekercsének középleágazására kerül.

A tápegység Tr_1 transzformátora a T_1 és a T_2 tranzisztorral, továbbá a bázikörökben levő R_1 és R_4 ellenállással egy kb. 2500 Hz frekvenciájú oszcillátort képez. Az R_1 és az R_4 ellenállás korlátozza a tranzisztorok bázisáramát. A transzverter bekapcsolása után a T_2 és a T_1 tranzisztor bázisára a Tr_2 transzformátor 2. és 1., valamint 2. és 3., a Tr_1 transzformátor 2. és 3., valamint 4. és 3. tekercsén és az R_1 , R_2 , R_4 -en át feltölti a C_3 kondenzátort és így a tranzisztorok kinyitnak. Az R_2 ellenállás késlelteti ezt a folyamatot.

A paraméterek szórása miatt a T_2 és T_1 emitter-kollektor ellenállása különböző, a kollektoráram az indítás pillanatában az egyik tranzisztoron nagyobb mint a másikon. Ezért a Tr_1 transzformátor 1., 3. vagy 5., 3. tekercsének felét az a tranzisztor, amelyiken nagyobb áram folyik át, erősebben sőtölti, vagyis az 1., 3. valamint a 3., 5. tekercsekben levő áram nem lesz azonos. Ezzel a berezgés amplitúdó- és fázisfeltétele is egyaránt teljesül.

A keletkező, négyszög alakú változó feszültség a Tr_2 transzformátor 4.

és 5. érintkezőjéről a hídkapcsolású, D226 típusú E_{11} , E_{12} , E_{13} és E_{14} diódából álló egyenirányítóra kerül. Az egyenirányított 150 V feszültség a C_4 és C_5 kondenzátort, valamint L_1 fojtótekercset tartalmazó szűrőn keresztül a D_1 csatlakozó 1a érintkezőjére kerül.

Az 50 V és -14 V feszültséget a T_5 és T_6 tranzisztorból álló kompenzációs áramkör segítségével stabilizáljuk, majd a Tr_3 transzformátor szekunder tekercséről kétutas egyenirányítókra vezetjük, továbbá szűrés után a D_1 kimeneti csatlakozóra kerül.

Az E_{18} és E_{19} dióda, az L_7 fojtótekercs és a C_{16} , C_{17} kondenzátor az 50 V stabilizált feszültség áramkörében, míg az E_{20} és E_{21} dióda, az L_8 fojtótekercs és a C_{18} , ill. C_{19} kondenzátor a -14 V stabilizált feszültség áramkörében üzemel.

A Tr_2 9., 10. és 11. érintkezőjéről vett feszültséget a D226 típusú E_3 és E_4 dióda egyenirányítja. Az egyenirányított feszültséget a C_6 és C_7 kondenzátorból, valamint az L_2 fojtótekercsből álló szűrő csillapítja. A kapott 50 V egyenfeszültség a D_1 csatlakozó 3a érintkezőjére kerül.

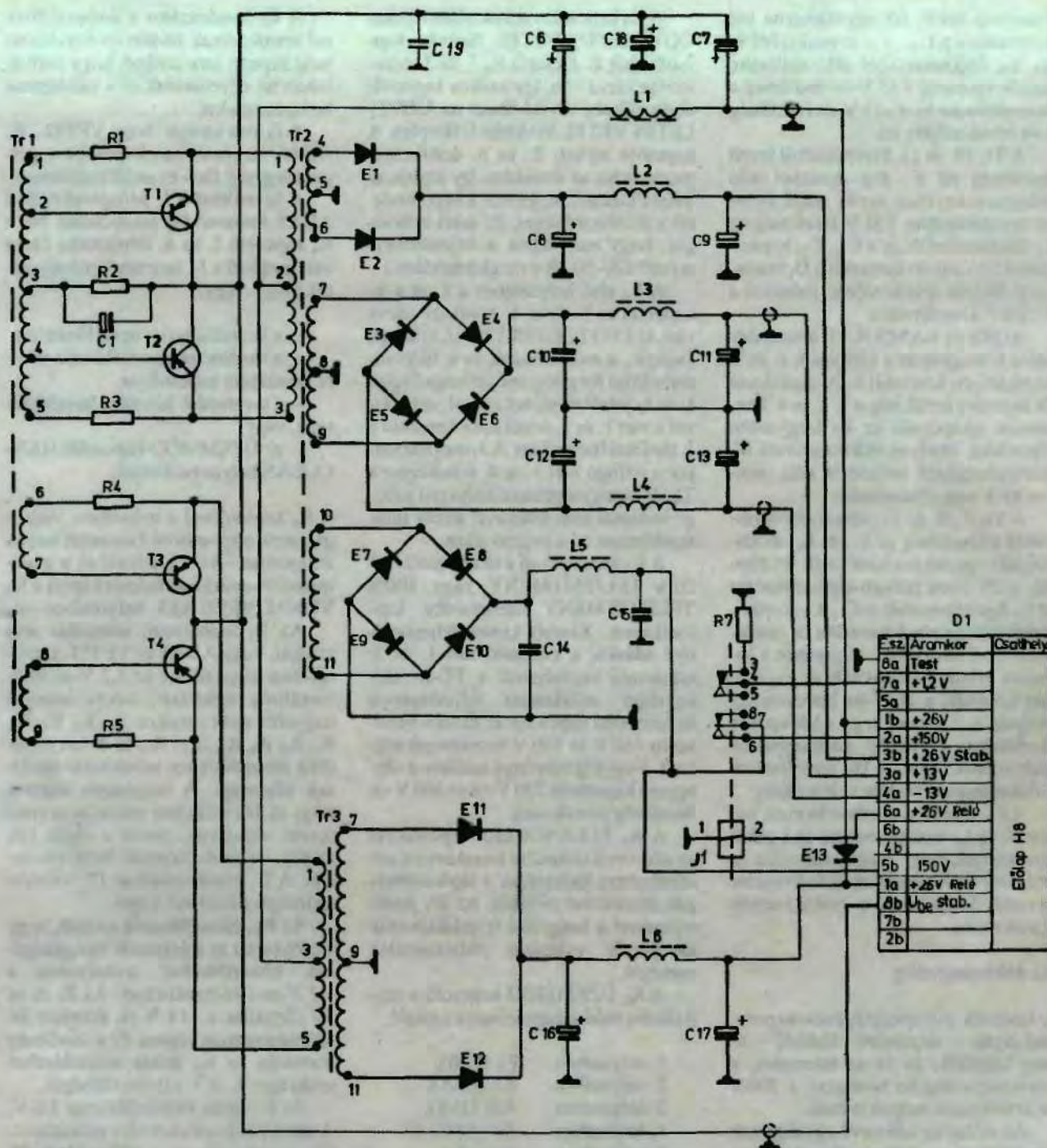
A Tr_2 12., 13. és 14. tekercséről kapott feszültséget a szintén D226 típusú E_5 és E_6 dióda egyenirányítja. Az egyenirányított feszültséget a C_8 és a C_9 kondenzátorból, valamint az L_3 fojtótekercsből álló szűrő csillapítja. A kapott 3,6 V egyenfeszültség a D_1 csatlakozó 1b jelű érintkezőjére kerül.

A transzformátor 15., 16. és 17. tekercséről kapott feszültséget a T_3 és a T_4 diódának használt MP4B típusú tranzisztor egyenirányítja. Az egyenirányított feszültség a C_{10} , C_{11} kondenzátorból és az L_4 fojtótekercsből álló szűrőre kerül. Az 1,2 V egyenfeszültség a D_1 csatlakozó 8a jelű érintkezőjére jut. Az R_6 huzalellenállás öt csapon nyugszik; a fűtőfeszültség beállítására szolgál.

A transzformátor 18., 19. és 20. tekercséről kapott feszültség a kétutas, E_7 és E_8 diódából álló egyenirányítóra kerül. Az áramkörben szintén D226-os diódákat alkalmaztak. Az egyenirányított feszültséget a C_{12} , C_{13} kondenzátorból és az L_5 fojtótekercsből álló szűrő csillapítja. A kapott -45 V egyenfeszültség a D_1 csatlakozó 6a érintkezőjére kerül.

Az automatika tápegysége

A 26. ábrán látható áramkör Tr_1 transzformátora a T_1 , T_2 tranzisztorral, tovább-



26. ábra. Az automatikaegység tápegysége

bá az $R_1...R_3$ ellenállással 2500 Hz-es oszcillátort alkot. Az R_1 és az R_3 ellenállás a tranzistorok bázisáramának korlátozására szolgál. A C_3 kondenzátorból és az R_2 ellenállásból álló lánc az oszcilláció beindulását segíti elő, mert a bekapcsolás pillanatában a C_3 kondenzátort a T_1 és a T_2 tranzistor bázisárama feltölti, s így a tranzistorok

nyitnak, a rezgés beindul és a fokozatban négyszögimpulzusok keletkeznek.

A Tr_1 transzformátor 6. és 7. valamint 8. és 9. póttekerce vezérli a T_3 és a T_4 tranzistort, amelyek felváltva kapcsolják rá a Tr_3 primer tekercsének felső, vagy alsó felét a tápforrásra. A Tr_2 és a Tr_3 szekunder tekercsében négyszög alakú váltakozó feszültség kelet-

kezik. A Tr_2 transzformátor 4., 5. és 6. tekercsétől kapott feszültség a D226 típusú E_1 és E_2 diódából álló, kétutas egyenirányítón, valamint az L_2 fojtótekercsből és C_8 , C_9 kapacitásból álló szűrőn keresztül a D_1 csatlakozó 3b jelű, 26 V-os érintkezőjére kerül.

A feszültség a Tr_2 7., 8. és 9. kivezetéséről az $E_3...E_6$ diódából álló egyen-

irányítóra kerül. Az egyenirányító híd kimenetéről a $C_{10}...C_{13}$ kapacitásból és L_3 , L_4 fojtótekerccsből álló csillapító szűrőn keresztül a 13 V-os feszültség a D_1 csatlakozó 3a, a -13 V-os feszültség a 4a érintkezőjére jut.

A Tr_2 10. és 11. kivezetéséről levett feszültség az $E_7...E_{10}$ diódából álló hidegyenirányítóra kerül, majd innen az egyenirányított 150 V feszültség az L_5 fojtótekerccsből és a C_{14} , C_{15} kapacitásból álló szűrőn keresztül a D_1 csatlakozó 5b jelű érintkezőjére, valamint a J_1 relé 7. kontaktusára.

ADÁS és HANGOLÁS üzemmódban a J_1 meghúz és a 150 V a J_1 6. és 7. érintkezőjén keresztül a D_1 csatlakozó 2a kapcsára kerül, míg a J_1 3. és 4. kontaktusa lekapcsolja az R_7 kiegyenlítő ellenállást, amely az elektroncsövek fűtőfeszültségének terhelését adja, amikor azok nem üzemelnek.

A Tr_3 7., 9. és 11. szekunder tekercséről a feszültség az E_{11} és E_{12} diódából álló egyenirányítóra kerül. Itt kapjuk a 26 V-os jelfogó-tápfeszültséget az L_6 fojtótekerccsből és C_{16} , C_{17} kapacitásból álló szűrőn keresztül a D_1 csatlakozó 1a érintkezőjén. Ugyanerre a kimeneti pontra kapcsolódik az E_{13} diódán keresztül a 26 V-os bemeneti feszültség is. Látható, hogy a két azonos feszültségű tápforrás párhuzamosan kapcsolódik. Erre a Tr_3 terhelésének csökkentése érdekében volt szükség.

A C_6 , C_7 és C_{18} kondenzátorból, valamint az L_1 fojtótekerccsből álló szűrő arra szolgál, hogy megakadályozza az átalakító által termelt rádiófrekvenciás zavarok bekerülését a rádiókészülék áramköreibe.

Az előlapegység

A készülék előlapegységének kapcsolási rajzát – területi okokból – itt nem közöljük, de az az interneten, a www.radiovilag.hu honlapon, a 2006-os évkönyvnél megtekinthető.

Az előlap az adó-vevő egységeinek mechanikai és villamos összekötésére szolgál, amely csatlakozókon keresztül valósul meg. Az előlapon helyezkednek el az adó-vevő működésének vezérlésére és ellenőrzésére szolgáló kezelőszervek. A K_3 kapcsoló a rádiókészülék be- és kikapcsolására szolgál. Be helyzetben az 1. és 3., valamint 2. és 4. érintkezők zárva vannak. A 2. és 4. érintkezőn keresztül a tápfeszültség az adó-vevőbe kerül. Az 1. és 3. érintkezőn keresztül történik a TE-26 tápegységben lévő J_4 jelfogó indítása.

A K_4 kapcsolóval a rádiókészüléket ÜGYELETES VÉTEL üzembe kapcsolhatjuk át. Ekkor a K_4 1. és 3. érintkezője zárva van, így ezeken keresztül tápfeszültség továbbítható az ÜGYELETES VÉTEL indikátor I_3 lámpára. A kapcsoló nyitott 2. és 6. érintkezője megszakítja az áramkört, így letiltja az adásra kapcsolást, leveszi a végcsövekről a fűtőfeszültséget. Ez azért szükséges, hogy megvédjük a teljesítményerősítő GU-50-cit a meghibásodástól.

A K_4 alsó helyzetében a 2. és a 6., valamint az 5. és az 1. érintkező zárva van, az ÜGYELETES VÉTEL I_3 lámpa kialszik, a műszerskálát és a frekvenciabeállító forgatógombját megvilágító I_1 és I_2 jelzőlámpa bekapcsol, ezen kívül a zárt 1. és 5. érintkezőn keresztül a J_1 tápfeszültséget kap. A J_1 meghúzásakor a jelfogó zárt 3. és 4. érintkezője a TE-26 tápegységében elhelyezett jelfogó indítást teszi lehetővé, amely fűtőfeszültséget ad a végcsövekre.

A K_5 kapcsolóval a rádiókészüléket 20% TELJESÍTMÉNY vagy 100% TELJESÍTMÉNY üzemmódba kapcsolhatjuk. Kisebb kimenőteljesítményű adáskor a kapcsoló zárt 1. és 3. érintkezői segítségével a TE-26 tápegységet csökkentett teljesítményű üzemmódba kapcsolja át, ezzel a kimenetén 150 V és 500 V feszültséget biztosít. Nagyteljesítményű adáskor a tápegység kimenetén 250 V-os és 800 V-os feszültség jelenik meg.

A K_1 ELLENŐRZÉS kapcsolóval az adó-vevő különféle áramköreit a jelzőműszerre kapcsoljuk a tápfeszültségek ellenőrzése céljából. Az IP_1 jelzőműszerrel a hangolást is indikálhatjuk harckocsi változatú rádiókészülék esetében.

A K_2 ÜZEMMÓD kapcsoló a modulációs mód átkapcsolására szolgál:

- | | |
|---------------|-------------|
| 1. helyzetben | F1 (F2B), |
| 2. helyzetben | A3 (A3A), |
| 3. helyzetben | A3a (J3A), |
| 4. helyzetben | A1 (A1A) és |
| 5. helyzetben | hangolás. |

A J_2 úgy vezérli a TE-26 tápegységet, hogy az adó-vevő hangolás közben csökkentett teljesítményű üzemmódba kapcsol át. A J_3 segítségével a rádiókészülék távbeszélővonalról történő adás üzemmódba kapcsolható át. Az R_{17} ellenállás a J_3 tekercsének tápáramkörében korlátozó ellenállás szerepét tölti be.

A VONAL felirátú kapcsolókhoz a távbeszélő-készülék kétvezetékes vonalát kötjük be.

A C_2 kondenzátor a távbeszélővonal áramkörének leválasztó kondenzátorát képezi; arra szolgál, hogy szétválassza az egyenáramú és a váltóáramú komponenseket.

A J_4 arra szolgál, hogy VÉTEL, ill. ADÁS üzemmódban kapcsolja a gerjesztőegység fűtő- és anódfeszültségét.

A készüléket a J_5 jelfogóval tudjuk ADÁS üzemmódba átkapcsolni. Ha a K_4 kapcsoló 2. és 6. érintkezője zárva van, meghúz a J_5 , amennyiben lenyomjuk (vagy-vagy):

- a beszélőkészlet beszélőváltóját,
- a harckocsi beszélőkészlet mellé akasztható kapcsolóját,
- a távbeszélő-készülék beszédváltóját, vagy
- az ÜZEMMÓD kapcsolót HANGOLÁS helyzetbe állítjuk.

A K_6 kapcsolóval a mikrofon-, vagy a gégemikrofon-erősítő kimenetét tudjuk átkapcsolni. Az R_{16} ellenállás a gégemikrofon-erősítő terhelését képezi a K_6 VONAL BESZ. KLT. helyzetében.

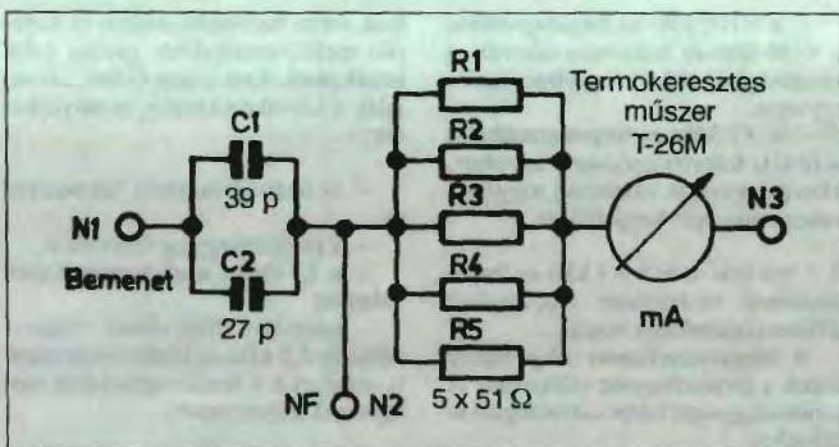
Az R_1 szabályozó ellenállás arra szolgál, hogy ADÁS és VÉTEL üzemmódban kiegyenlítse az 1,2 V-os fűtőfeszültség terhelését, amely adáskor nagyobb, mint vételkor. Az R_2 , R_3 , R_6 , R_7 , R_8 , R_9 , R_{11} , R_{12} , R_{14} és R_{15} az ellenőrző áramkörökben mérés-határ-beállítást végeznek. A nagyságuk akkora, hogy az IP_1 indikátor mutatója normál üzemi viszonyok esetén a skála két (zöld) sávjának határain belül mutasson. A C_1 kondenzátor az IP_1 váltófeszültségű söntölését végzi.

Az R_{13} ellenállás arra szolgál, hogy a csökészlet és a gerjesztő tápegységének kicserélésekor szabályozza az 1,2 V-os fűtőfeszültséget. Az R_4 és az R_5 ellenállás a -14 V-os áramkör feszültségosztóját képezi. Ez a feszültség biztosítja az E_2 dióda működéséhez szükséges 3...4 V zárófeszültséget.

Az E_3 dióda zárófeszültsége 3,6 V. A zárt E_2 és E_3 dióda védi a rádiókészülék vonalbemenetét a túlfeszültségtől. Ha a VONAL kapcsolók a feszültség szintje meghaladja a 4 V-ot, akkor a diódák nyitnak és söntölik a rádiókészülék hangfrekvenciás bemenetét.

Az R_{10} , 13 V-os áramkörhöz tartozó ellenállás 5 V-os feszültséget biztosít frekvencieltolások táviró adásmódban. Ekkor a billentyűt a G_1 F1 (F1A) csatlakozóhoz kell dugaszolni.

Amplitúdómodulációs módban az R_{18} ellenállással, SSB-módban az R_{19} ellenállással lehet a vivőszintet besza-



27. ábra. A műantenna

bályozni. Az R_{24} és az R_{25} a formálóegység kapcsolócsővének árnyékolórács-körébe kötött hőmérsékletfüggő feszítésgosztót alkot. Az R_{22} ADÁSSZINT potenciométer szabályozza a nagyfrekvenciás egység kimenetét megelőző fokozat árnyékolórács-feszültségét.

Az előlepegységen található potenciométerek feladata a következő. Az R_{27} a nagyfrekvenciás egység (8. ábra)

7. sz. keverőjének kiegyenlítésére szolgál.

Az R_{26} a formálóegység távbeszélő-alaplemez V_1 , V_2 balanszmodulátorának kiegyenlítését végzi. Az R_{28} a 8. sz. keverő V_1 , V_2 ellenütemű keverőjét egyenliti ki.

A G_4 csatlakozóba dugaszoljuk a táviróbillentyűt A1 táviró adásmódban. A HANGOLÁS feliratú I_4 jelzőlámpa a teljesítményerősítő hangolását jelzi.

Az L_1 fojtótekercs és C_3 kapacitás a -13 V-os áramkör szűrőjét képezi, az L_3 fojtótekercs és a C_4 kapacitás az $1,2$ V-os áramkör szűrője. Az L_2 fojtótekercs szintén az $1,2$ V-os áramkör szűrésére szolgál. Az L_4 és az L_5 fojtó megakadályozza a gégemikrofon erősítőjének öngerjedését páncélos fejtű használatakor. Az L_6 fojtótekercs megakadályozza az öngerjedést távbeszélő készülékről történő üzemeltetés alatt.

A frekvenciabeállító mechanizmus

A készülék frekvencia-beállítását igen precíz mechanikai szerkezettel, egy reduktorral biztosították. A szerkezet vázlatrajza – a már említett terjedelmi korlátok miatt – szintén a www.radiovilag.hu honlapon, ezen évkönyvünkben tekinthető meg.

A frekvenciabeállító reduktornak két bemeneti áttétele és négy kimeneti tengelye van. A bemeneti áttételek $\times 100$ kHz-es és $\times 1$ kHz-es előlapi beállító gombokban végződnek.

A kimeneti tengelyek a forgókon-denzátorral, a $\times 100$ kHz és a $\times 10$ kHz frekvenciakiválasztó egységgel, a

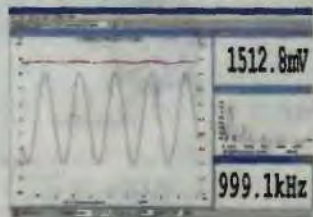


GLOBAL FOCUS KFT.

1119 Budapest, Etele út 59-61.

PICO PC alapú méréstechnika

Oscilloszkópok
Spektrumanalizátorok
Adatgyűjtők
USB csatlakozással



DICKSON hőmérséklet és páratartalom adatgyűjtők

Teljeskörű megoldások a környezetmonitorozás területén

METEX műszerek

Digitális multiméterek
Jelalakgenerátorok
Szervizműszerek
Hordozható oscilloszkópok



Műszerek és méréstechnikai eszközök forgalmazása, karbantartása

www.globalfocus.hu

Tel.: (1) 481-1233, (1) 481-1161

nagyfrekvenciás egységgel, valamint a differenciálmű tengelyén keresztül a keverő és a vezérosszillátor erősítőjével vannak összekötve. A $\times 1$ kHz-es forgatógomb és a forgótengely elforgása a felére csökken.

A kimeneti tengely $178,2^\circ$ -os szögben fordul el, a bemeneti tengelyek 324° -ot fordulnak, (a működési vázlaton $9 \times 36^\circ$), mivel a forgatógomb teljes körbefordulását 10 állásra osztották fel.

A frekvenciabeállító szerkezet, valamint a forgókondenzátor, a $\times 10$ kHz és a $\times 100$ kHz frekvenciaválasztó egység, valamint a nagyfrekvenciás egység közötti kapcsolatot tengelykapcsolók biztosítják az előlap felől. A forgókondi, a keverőegység és a vezérosszillátor-erősítő (nagyfrekvenciás egység), valamint a frekvenciabeállító szerkezet között – az előlappal ellentétes oldalon – kivezetett tengely biztosítja a kapcsolatot két pár íves függvény-fogaskerék segítségével.

A gerjesztő frekvenciasávjainak átkapcsolására a $\times 1000$ kHz-es forgatógomb szolgál. A $\times 1000$ kHz-es forgatógomb a nagyfrekvenciás egység forgódobos sávkapcsolójának tengelyén helyezkedik el és a nagyfrekvenciás rezgőköröket kapcsolja át.

A $\times 1000$ kHz-es forgatógomb ezen kívül mechanikai kapcsolatban áll a teljesítményerősítő sávkapcsolójával, valamint a formálóegységbe tartozó frekvenciaszorzó és keverőcsövek fűtés-kapcsolójával is.

A $\times 100$ kHz-es és a $\times 1$ kHz-es frekvenciasávban a hangolószerkezet forgatógombjai segítségével állítjuk be az üzemi frekvenciát:

– a $\times 100$ kHz-es forgatógombbal a $\times 100$ kHz-es frekvenciaválasztót, a keverőegységet és a nagyfrekvenciás egységet,

– a $\times 1$ kHz-es forgatógombbal a $\times 10$ kHz frekvenciaválasztó-egységet, a keverőegységet, valamint a nagyfrekvenciás egységet hangoljuk át.

A $\times 100$ kHz-es és a $\times 1$ kHz-es forgatógombok mozgásának összegezését differenciálszerkezet végzi.

A hangolószerkezetet négy csavar rögzíti a gerjesztőegység előlapjához. A gerjesztőegységet kilenc csavar rögzíti az előlaphoz.

A gerjesztő- és a többi egység közötti villamos kapcsolatot a három, RP-3 típusú csatlakozó biztosítja.

A parazita sugárzásokról

Az R-130 rádiókészülék ismertetésének végén essék néhány szó az üzemeltetés során, a működésből adódó nem kívánt rádiófrekvencia-kibocsátásról, ami az adó közvetlen környezetében levő vevőkészüléken zajló munkát vagy a saját vételt nehezíti meg.

A rádiókészülék az üzemi frekvencián kívül több káros frekvenciát is kisugároz annak ellenére, hogy a konstruktőrök törekedtek ezek elnyomására, jelentős gyengítésére. A nem kívánt sugárzások keletkezésének fő oka az, hogy a rádiókészülékekben nemlineáris elemeket (keverőket, sokszorozókat, osztókat stb.) is alkalmazunk. A rádiókészülék minden egyes üzemi frekvenciája kristály stabilitású, ezt osztásokkal és keverésekkel érjük el, ame-

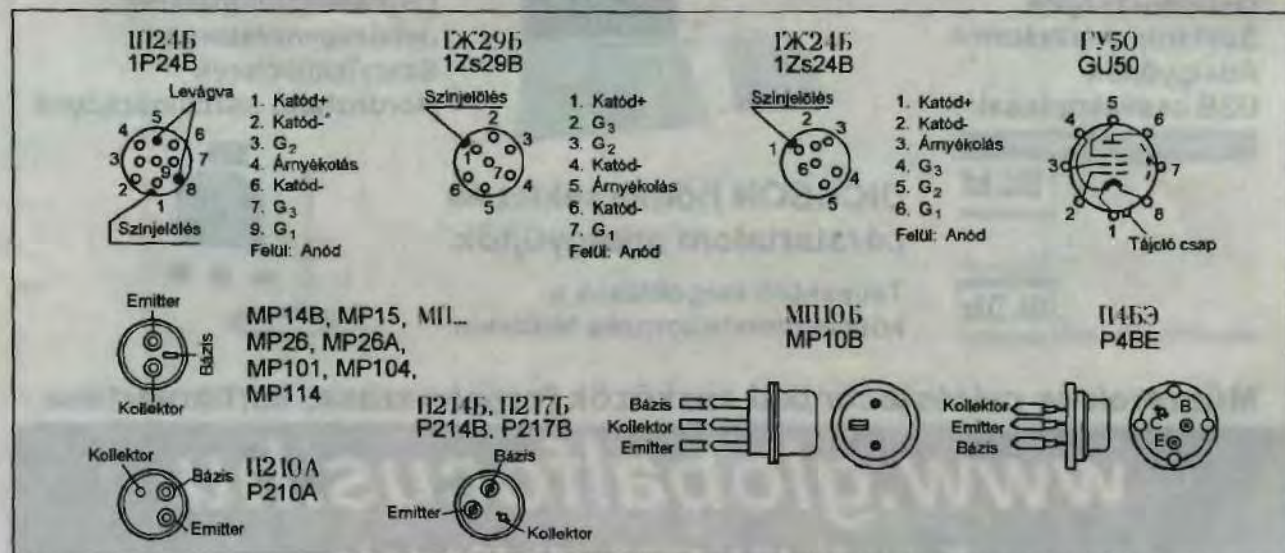
lyek során harmonikusokban és keverési melléktermékekben gazdag jelek keletkeznek. Ezek a nem kívánt, zavaró jelek a következőképpen osztályozhatók:

- az üzemi frekvencia harmonikusai,
- a gerjesztőegység frekvenciái,
- a KF-ek és azok harmonikusai, valamint
- kombinált frekvenciák (tapaszthatók 2,5 kHz-es melléksugárzások is, amelyeket a feszültségátalakító tápegységek gerjesztenek).

A fentiekén kívül az egyes üzemi frekvenciákra még saját specifikus nem kívánt sugárzások is jellemzőek, amelyek a kimeneti keverőben keletkeznek. Ezek a kombinált frekvenciák a legveszélyesebbek, mert a kiszűrésükre csupán a nagyfrekvenciás fokozat szolgál. A legerősebb melléksugárzások az első, a második, a harmadik és az ötödik alsávban lépnek fel. A legnagyobb amplitúdójú nem kívánt sugárzások szerencsére nem esnek az amatőrsávokba.

Befejezésül a 27. ábrán kommentár nélkül megadom a készülék eredeti műantennájának kapcsolási rajzát, amelyhez való köszörületlen, 51 Ω -os ellenállások a szerkesztőségi HAMBÁZÁRban megvásárolhatók.

A szervizmunkák megkönnyítésére a 28. ábra a tranzisztorok és a szubminiatur elektroncsövek lábkiosztását szemlélteti.



28. ábra. A tranzisztorok és a szubminiatur elektroncsövek lábkiosztása

CQ de HA... CQ de HG... 2006

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ

A hazai rádióamatőrök számára eseménydús volt 2006-nak már az 1. féléve is. Március 18-án a Magyar Rádióamatőr Szövetség küldöttközgyűlése az elkövetkezendő négy évre új vezetőséget választott. Március 29-ével hatályba lépett az 59/2006. (III. 21.) Korm. rendelet és a 2/2006. (III. 21.) IHM rendelet, melyek értelmében hazánkban is megnyílt az adóamatőrök részére a 7100–7200 kHz-es sávszegmens, valamint az 50–52 MHz-es sáv használata. Ez utóbbiban az RB, UB, RC, UC (ma már CEPT) fokozatú adóengedélyesek max. 10 W_{ERP} teljesítménnyel forgalmazhatnak. Május 25-én lépett érvénybe az informatikai és hírközlési miniszter 6/2006. (V. 17.) IHM rendelete a rádióamatőr szolgálatról, amely felváltotta a 8/2002. (XII. 25.) IHM és több más, későbbi IHM-rendeletet. A számos, kedvező újdonság közül csak néhány: a morzevizsga általánosságban már nem feltétele az RH-sávok használatának, a HA hívójelprefix kijelölhetősége pedig nincs morzevizsgálathoz kötve. Megszűnt a hívójelek földrajzi körzetekhez kötöttsége. Egyszerűsödött néhány esetben a logvezetés szabálya. Egyéni engedélyek esetén, a 60 éven felülieknek, az adóengedélyek érvényessége öt év...

És egy újabb perspektíva: az illetékes hatóság 55 amatőr adóállomásnak ideiglenesen engedélyezte, hogy június 15. és szeptember 15. közötti a 6 m-es sávban 150 W_{ERP} teljesítménnyel kísérletezzen. Amennyiben nem zavarták a tévé-műsorvétel, reménykedhetünk a 10 W_{ERP} helyett 150 W_{ERP} adóteljesítmény használatában!

Házunk tájékról

– 2005. december 3-án, a magyar műsorszóró rádiózás 80. évfordulóját ünnepelve, több esemény is sorra került. Különbuszok vitték a látogatókat a diósdai Rádió és Televízió Múzeumba, a lakihegyi antennaparkba, majd a Pusztas Tivadar Távközlési Technikumba, a bútorszállító kocsikhoz – a hajdani stúdióhoz, a záróünnepségre. A látnivalókat megemlékezések és díjátadások egészítették ki. (Az évfordulóra írásos pályamunkákat lehetett készíteni a rádiós élmények témaköréből – Lendvai

Klára HA5BA díjat is nyert.) A lakihegyi „zarándoklat” hivatalos ceremóniája után igazi fesztiválhangulat alakult ki: gulyásparty forralt borral, mobiltelefon-hajító verseny kicsiknek, nagyoknak... A 314 m-es „szivarantenna” tövében működött (később máshol, több napig is) a HA80MR (MR = Magyar Rádió) amatőr adóállomás.

– 2006. február 6-án a BMGE-OMIKK Aulában megemlékezés és ki-



Lendvai Klára, HA5BA

állítás volt Bay Zoltán és csoportja sikeres holdradar-kísérleteinek 60 éves évfordulója alkalmából. A kiállításrendező és az ünnepi megemlékezést tartó Mészáros Sándor HG5CV, a Tungstram Rt. ny. főmérnöke volt. A kiállítás nem csak az évforduló napján volt megtekinthető; a Könyvtár aulájában Mészáros úr keddi és csütörtöki napokon megismertette a bemutatókat és válaszolt az érdeklődők kérdéseire.

– 20 éves a Hajdú QTC, manapság hazánkban az egyetlen – rádióamatőrök által készített és sugárzott –, rádióamatőrökhöz szóló hírműsor. Ez alkalomból a debreceni Civis rádió áprilisban egy „emlékműsor”-ral mutatta be a QTC-t és persze egy kicsit az amatőrök tevékenységét is. A mintegy 20 perces adást stúdióbeszélgetésből és 20 év archív anyagából állították össze. A beszélgetés résztvevői az alapítók, szerkesztők voltak: Rózsa Dezső HG0EK „főszerkesztő”, Makrai Gyula HA0HA rovatvezető és technikai menedzser, valamint Szabó László HA0HW, a DX-rovat vezetője.

A 20 éves évforduló kapcsán a MRASZ 2006. évi közgyűlésén Rózsa OM „Arany mikrofon” elismerésben részesült.

– HA7PW szösszeneteiből:

Egy meglepő QSO (2005. IX. 4., 07.37 z, 21195 kHz):

– „Általános hívás, itt az EA7PW, vétel!

– EA7PW, a HA7PW hív téged.

– 58-as a riport, a nevem *Gabriel*. Érdekes, hogy csak egy betűvel tér el a hívójelünk. Hány éves vagy?

– 59-es a riport, a nevem *Laci*. Praktikus a dolog: ha elfogy a QSL-ed, majd küldök néhányat, csupán a H-betűt kell E-re javítanod. Egyébként 63 éves vagyok. Mi a foglalkozásod?

– Jaj, de érdekes! Én is 1942-ben születtem. Tanár vagyok.

– Na ne mondd! Én is tanár vagyok. Van gyereked?

– Ez hihetetlen, hogy ennyi dolog egyezzen! Két lányom van.

– Ez már vice! Nekem is két lányom van! ...

Az elküldött QSL-emen megkérdeztem, hogy hány unokája van Gabrielnek. Ha az lesz a válasz, hogy két fiú, akkor ugrok egy helyből-hátra-duplacsavaros szaltót!”

Más:

„2006. április 22-én találkoztam 14 MHz-en RW9YE *Gennagyij*-jal, aki éppen Penzában volt a tanítványaival egy országos rádiós versenyen. Rend szerint dobogós helyezettek, de most a rendezvény előtt jöttünk össze, így nem volt még ismeretes az eredmény. Két nappal később szerettem volna informálódni, ám Gena az 501. QSO-nk létrehozására nem tudott megjelenni. 1987 óta ismerjük egymást, Varsóban vállaltuk el az ILERA (az eszperantista rádióamatőrök éterszervezete – *a szerk.*) vezetését –, ő mint elnök, én mint főtitkár. 1990-ben egy *hetes* látogatásra megkerestem őt Szibériában – és egy hónap múlva már haza is engedtek, HI! Azóta is van egymásnak mondanivalónk...”

HA7PW – *Laci* barátunk – úgy látszik, mostanában az 500-as számok büvöletében él. A nyár kezdetéig legutóbb ilyen diplomák futottak be hozzá: pl. Jules Verne (80 nap alatt a Fogg által érintett 10 ország naplózása). Council of Europe Award, a P-75-P legmagasabb fokozata, Maple Leaf Award (10/15/20/25/30 VE prefix, ami 38-ra sikeredett, HI!), Diploma Prefixes of



HA5MA diplomája, a QRP-DXCC

France (19 F hívójelkézből QSL-ek), több skandináv és a DTC Award, így összesen már **512 (!) diplomája** van. Sajnos, a HA, U, 4X, 9K országok után feliratkoztak a „Kérelmet és dollárt elfogadunk, de válasza ne várj” listára a CT, LU és SV körzetek is –, mondta Laci.

– **Világutazóink** 2006 első felében (a felsorolás nem teljes egyrészt a korai lapzárta miatt, másrészt azért, mert nem szerezhettünk mindenről tudomást):

– **Dominika: HA7TM/HI9 Tibi** + az xyl január 18. és február 2. között HI9CF QTH-járól 100 W-tal és igen komoly antennaparkkal működött.

– **Anglia: M/HA0HW Laci** január 29-től február 9-ig.

– **Polinézia: HA9RE Eli** január 29. – február 18. között a Marquesas-szk. Nuku Hiva-szigetéről (OC-027) mint FO/HA9G, utána Tahiti, Ahe-sz. (OC-131) következett február 20-tól 28-ig.

– **Brazília, Fortaleza: PT7/HA9RT Jóska**, február 6–20.

– **Madeira-szigetek: CT3/HA5X Krisztián** február végén–március elején a család és egy FT897 + GP, LW társaságában.

– **Írország: EI/HA0HW** február 26-tól 1 hétig.

– **Malajzia: HA5TAA Anikó** március elején Kuala Lumpurból és a Tioman-szigetről (AS-046).

– **HA3AUI Péter** március 31-ig 6W/HA3AUI-ként Szenegálból, aztán június 10-ig JSUAP-ként a Bis-sau-guineai Köztársaságból is.



A japán QTC SSTV-verseny díja HA1ZH 2. helyezéseért: oklevél, valamint Thermo- és Hygrometer

– **Chile, Pupuya-sz. (SA-095?)**: április 7–8. között XR4PI, melynek operátorai CE6TBN és HA1AG lettek volna.

Sajnos, a rossz időjárás miatt Zoli OM „csak” a szárazföldről CE4/HA1AG-ként rádiózhatott.

– **HA7TM** + az xyl május 9-én indult Szenegálba (6W/HA7TM) és terrepjáróval átmertek Gambiába (C5/HA7TM), továbbá Bissau-Guineába (JSUTM).

– **Thászosz-sz. (EU-174): HA4DX, HA0HW** és a társaságukban LZ1PJ május 27. és június 5. között J48-as prefixű hívőjelekkel innen QSO-zott.

– **9A8XA (op HA5XA)** június 7–20. között Dubrovnik mellől + néhány horvát szigetről is.

– **Szkopje: HA1RS** június 24-től július 14-ig mint Z38C.

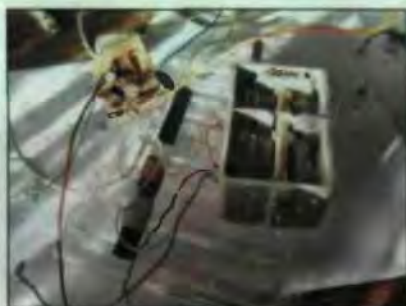
– **Thászosz-sz.: HA0NAR Laci** mint J48NAR július 22-től augusztus 3-ig.

– A július végi IOTA-verseny apropójából további HA-állomások is megszállták a Thászosz-sz.-et: HA6NL (J48NL), HA6PS (J48PS), HA7JJS (J48JJ), HA7PL (J48PL), HA8RM (J48RM) és HA0IM (J48IM).

– **Ausztrália: HA3LN Csaba** júliusig VK4ADF adóállomásáról, főleg a



Egy kép 2005-ből: VE3NE Lali és a rig mellett VE/HA0HW Laci



A „Réka vevő”

nagyobb versenyekben és azok előtt, valamint után jelentkezett.

– **HG2ECZ** levele: »Csak okulás végett közlöm, hogyan jártam! Bejön a feleségem – Réka – a szobába és megszólal: „Forrasztani akarok! Nehéz egy egyszerű rádióvevőt összerakni?” Megdöbbenem, de fél perc múltán már skicceltem egy LC-kört, amit ferritrudra szántam, egy földelt emitteres előerősítőt, egy germániumdiódás csúcs-egyenirányítót és egy földelt emitteres audioerősítőt –, csak hogy szemléletes és moduláris legyen és megértse a feleségem a működést is.

Az alkatrészek számítását néhány ökölszabály ismertetése után rábíztam. Megcsinálta! (Újabb döbbenet.) Igaz, hamar leredukálta a hangerősítőt, mert soknak tűnt a beforrasztanivaló. Mondtam, hogy végül is menni fog a vevő, legfeljebb halkabban. Eredmény: a maradvékot összerakta és fél nap múlva megszólalt a Kossuth rádió + 4 másik középhullámú adó. (A hangszóró a PC-khez kapható aktívhangszóró volt.)

Erre varrjatok gombot! Én csodálkoztam a történeten. A nagyobb hangerő érdekében még egy tekercs került a készülékbe.

– **HA0NAR** írta május 10-én: „Hosszú, DX-es pályafutásom alatt (épp 20 éves a hívójelem) ma reggel fordult elő velem először, hogy másfél órán belül 6 különböző KH6-os került a logba (20 m-en). Közben mellettük csak hab a tortán a néhány KL7-es és ZL. Minden DX-vadásznak hasonló kellemes élményeket!”

„Rövidhullámok 1924-34 Magyar rádióamatőr történelem”

...címmel talán már megjelent, vagy a közeljövőben fog megjelenni *Wlassits Nándor* (HA8QC) könyve. Bizonyára érdekes élményekkel, hasznos tapasztalatokkal gazdagítja az olvasókat.

Amatőr társunk több, mint két évtizedes kutató- és gyűjtőmunkát folytatott. Érsek János könyvéhez képest más, új megközelítésekkel, újabb és bővebb adatokkal tárja elénk a hazai rádiózás történetét, történelmét, esetenként a nemzetközi helyzetekbe ágyazva. Tételeket közöl, azokat elemzi és szintetizálja.

A jól szerkesztett és gazdagon illusztrált könyv „olvastatja magát” –, méltó emléket állít a hazai rádiózás úttörőinek. Köszönet illeti a megjelentetés itt felsorolt támogatóit: Békei Ferenc HA5KU, Kiss Gábor HA8LWU, Magyar Rádióamatőr Szövetség, Rádióvilág Kft., Reményi István Rádióamatőr Alapítvány, Szabó István (op ex HA8KWE, op HA5KFV) és UNIMED Kft.

Egy s más

– Az OPDX Bulletin 737. számában szerepelt a következő hír VU2UR-től. Néhány indiai amatőr 2005. november 30. előtt és után, rövid ideig, különleges hívójelet (AT0JCB, AT2JCB, AT5JCB stb.) használhatott. Az alkalmat a nagy indiai tudós, *Acharya Jagadees Chandra Bose* (JCB) születésnapjának évfordulója szolgáltatta. Ő volt, aki „a drótnélküli kommunikációt G. Marconinál sokkal előbb demonstrálta!”

– 80 éves az orosz rádióamatőr mozgalom: 1926-ban alapították meg az első szervezetet az akkori Szovjetunióban. Az első adóengedélyt azonban már 1925. VI. 22-én kiadták 01RA hívójellel a Nyizsnij Novgorod-i *Ljubov Fjodor Alekszejevicsnek*. A „Ragyio Vszem” folyóirat egyik 1927-es száma már 13 adóengedélyest sorolt fel a 01RA-13RA hívójeltartományban. Még abban az évben EU-kezdetűre változtak a hívójeleik.

– A walesi Barry Rádióamatőr Szövetség 2006 áprilisában GB0MPA speciális jelzéssel működtette az adóállomását. Az RMS Carpathia hajóra emlékeztetett, amelynek legénysége 1912. április 4-én 705 túlélőt mentett meg a Titanic hajótöröttjei közül. MPA volt az azonosítójele a Carpathia hajórádiójának.

– A saratovi „Remo” rádióklub 2006. április 1-től 20-ig R4G-ként rádiózott *Jurij A. Gagarin* –, az első űrhajós – sikeres, 1961. április 12-i űrbeli útjának 45. évfordulója emlékére. Az űrhajó a „Vosztok” volt. Ugyancsak egy alkalmi állomás – R45G – is üze-

QSL Detail	
Station	Call Sign: HA5PT DXCC: CHINA ITU Zone: 49 QTH: CHINA
Worked Station	Worked: HA5PT DXCC: CHINA (170)
QSO Zone	49
ITU Zone	49
Date/Time	2005-04-11 17:54:00
Mode	QW (CW)
Band	80
CR	2005-04-11 17:54:00
Record ID: 7558171 Received: 2005-04-11 17:54:00	

HA5PT LoTW QSL-je

melt április 10–16. között. A QTH-ja a kozmonauták kiképzőközpontjában, a Csillagvárosban volt. Egyébként innen hallható az RK3DZB klubállomás is.

– 2006. április 20-tól 28 napig dolgozott a GB80QE, II. Erzsébet királynő 80. születésnapja tiszteletére. Az összeköttetések nyugtalapjait GW0ANA kezeli.

– Az itt felsorolt DXCC-országoknak nincs QSL-irodája. Ezért az ezekből forgalmazó állomások részére vagy „direkt” postai címre, vagy ha van, menedzser útján kell a nyugtalapokat továbbítani:

A2, A3, A5, A6, A7, A9, C2, C5, C9, D2, D4, D6, E3, E4, EL, ET, FG, FH, FK, FM, FO, FP, FR, FS, FT, FW, FY, H4, HH, HI, HR, HV, J2, J3, J5, J7, J8, JY, KG4, KH0, P5, PY, S2, S7, S9, S0, ST, SU, T2, T3, T5, T8, TG, TJ, TL, TN, TR, TT, TU, TY, TZ, V2, V3, V4, V6, V7, V8, VP2E, VP2M, VP2V, VP5, VP8, VQ9, XT, XU, XW, XZ, YA, YJ, YK, YS, Z2, ZA, ZD7, ZD8, ZD9, ZF, ZK, 1A, 1S, 3C, 3D, 3W, 3X, 3Y, 4S, 4W, 5A, 5H, 5R, 5T, 5U, 5V, 5W, 6W, 7Q, 8P, 8Q, 8R, 9G, 9J, 9L, 9N, 9Q, 9U és 9X.

Egyre többen észrevételezik, hogy csökken a QSL-irodák forgalma. A VE-büro például 2005-ben 60 kg-mal kevesebb lapot dolgozott fel, mint az előző évben és 300 kg-mal kevesebbet, mint 2001-ben! (1 kg kb. 333 db szabványos méretű QSL-kártyát tartalmaz.) Vajon mi lehet a visszaesés oka: a „Nyugodt Nap” évei (napfoltszám-csökkenés = gyengébb hullámterjedés), vagy az egyre növekvő postaköltségek, vagy az elektronikus QSL-küldés alternatívája, ...?

– Ez évben érte el a 23. napfoltciklus a minimumát, a következő maximum 2010–2011-ben várható. A profi



A SuitSat-1

kutatók szerint a 24. ciklus sokkal nagyobb napfoltszámokat fog produkálni, mint a sokak számára emlékezetes, 1958-ban. Más megvilágításban: a Nap aktivitása 30...50%-kal fogja meghaladni a 23. ciklusét! Megjegyzendő, hogy a National Center for Atmospheric Research (NCAR) becslése alapján 2012-ben számíthatunk a maximumra.

– 2006. február 3-án rendkívül érdekes, a médiában is nagy visszhangot kiváltó kísérlet indult a Nemzetközi Űrállomásról. *Valerij Tokarjev* egy kísérletvezető Orlan típusú szkafandert szerelt fel rádióamatőr rendeltetésű eszközökkel. Az így komplettírozott űrruhát azután *Bill McArthur* egy űrséta keretében eldobta a kozmoszban. Az új űrobjektum neve **SuitSat-1** (AO-54)

lett. A működését 1 hétre tervezték. Az adóberendezése 144,990 MHz-en részben távirón, részben FM-módú fónián **RS0SS** azonosítót sugárzott több nyelven is, továbbá SSTV-képet és telemetriát. A jelei nagyon gyengék voltak, mert a tápegység valószínűleg nem bírta az űrbeli hideget; a tervezett 500 mW helyett csupán 1...10 mW volt a teljesítmény. A kétórnyi értékelhető működését többen is megfigyelték, ám még a szegény AO-54 február 20-ig „zihált, majd kilehelte a lelkét”. Mintegy másfél hónap után került a Föld légkörébe, ahol azután elégett. A kísérlet így is nagy sikerűnek minősíthető és a szerzett tapasztalatok révén bizonyára lesz folytatás.

– **RN6BN Alexander** – „Sam” –, számos hazai állomásunknak is QSO-partnere, rohamléptekkel követi a világon eddig az EME-összeköttetések „pápájának” tekintett W5UN nyomait. Nem kell különösebb jóstehetségnek lenni, hogy megjövendöljük, nemsoká utoléri és leghyja! A QTH-ja Krasznodar (KN95LC). Nemrégiben duplázta meg a 2 m-es sávra korábban épített antennarendszer elemeinek számát. A „nagyágyú” most 64×15 elemes, azaz 960 elemes! Sam barátunk nemcsak a Föld–Hold–Föld kapcsolatokat ápolja; 2 m-en garmadával létesíti a troposzférikus, a szórt E-rétegű és a rádió-aurora DX-összeköttetéseket is. Érdemes az interneten a www.73.ru címzésű honlapját meglátogatni!

– **IO8VAT** a tavaszkor, 1 hónapig, a Vatikán Rádió 75. „születésnapj” évfordulóját hirdette. A QSL-ek ügyintézője **IZ8AJQ**.

– **Világrekord?** **EB4DKA** egy Alinco DJ-C5 kézi adó-vevővel és annak saját antennájával QSO-zott az



W5UN „papír-QSL”-je

AO-50 szatellita útján ON5NY-nal. A hitelkártya méretű készülék FM üzemmódban csupán 300 mW-ot produkál és mindössze 85 gr-os.

– **EA4DO Isidoro Ruiz-Ramos** a madridi Universidas Complutense-n doktorált. A tézise, melyhez 15 éves gyűjtötte és kutatta az anyagot, a 100 éves spanyol amatörrádiózás volt.

– Nem lehet eléggé korán kezdeni! Az angliai Burnley Rádióklubban 14 hetes tanfolyamot tartottak, melynek eredményeként sikeres alapfokú vizsgát tett a 6 év 4 hónapos *Morgan Roe*, a 9 éves *Lauren Dixon* és mások...

– Június 14-én – az isztanbuli magyar főkonzul jelenlétével – magyar napot tartottak Rodostóban. A Rákóczi Múzeumból forgalmazott az **YMIRM** állomás, keresve a HA-kapcsolatokat is.



RN6BN terminálja



RN6BN antennarendszere

A rádió és az űrhajózás

Horváth Lajos rádióbemondó, HG5TZ

Miközben több száz kilométer magasban kering felettünk egy-egy űrhajó, vagy éppen a Nemzetközi Űrállomás, a fedélzetről egyidejűleg sok tucatnyi rádiócsatornán jönnek a Földre, az irányítóközpontba, s a földi kísérőállomásokra az üzenetek: tévéképek, az emberi hangok, fontos adatok a légnyomásról, a hőmérsékletről, az űrhajósok fizikai állapotáról stb. Nincs még egy olyan alkotása az embernek, amely a modern tudomány, a korszerű technika, az elektronika vívmányait olyan mértékben használná, mint az űrhajózás.

Természetesen az űrkutatásban az elektronika, a távközlés, a rádiózás kiemelkedő szerepet játszik. Igen bátornak tűnik az a vállalkozás, amely célul tűzi az űrhajózás és a rádiók kapcsolatának áttekintését. Erre természetesen én sem vállalkozhatok. Az alábbiakban csupán szemezgetek abból a tengernyi anyagból, ami az elmúlt évtizedekben napvilágra került; attól a pillanattól kezdve, hogy 1957. október 4-én föld körüli pályára indult a Szputnyik-1, a Szovjetunió által felbocsátott első mesterséges hold, amely rádióan sugározta a földre „bip-bip” jelzéseit.

Erre az időszakra persze nem az volt a jellemző, hogy bármilyen adatot is siettek volna az érdeklődők rendelkezésére bocsátani. Ennek oka mindenképpen abban keresendő, hogy – ellentétben az erősen deklarált céllal, azzal, hogy a világűr tudományos felderítése a cél – akkor az űr katonai célú felhasználása volt az elsődleges feladat.

Az első űreszközök felbocsátása természetesen az elméletben már akkor is jól ismert űrmechanika szabályainak gyakorlati kipróbálását jelentette. A valóságban is ki kellett próbálni, hogy Kepler és Newton törvényei érvényesek-e a gyakorlatban, s hogy például a 11,2 km/s sebesség valóban elégséges-e ahhoz, hogy a Föld gravitációját az űrhajó legyőzze, s eljusson például a Holdra?

A gyorsan fejlődő űrkutatás azonban hamar szakosodni kezdett, s ekkor már világossá vált, hogy a területek legnagyobb része katonai célokat szolgál, egy kisebb része a legjobb esetben is határeset. Ugyanakkor az űrkutatás a kezdetektől rendkívüli módon vonzotta

a megfigyelőket, az amatőröket, akik – mint minden más területen – itt is rendkívüli szorgalommal, morzsánként képesek összegyűjteni a számukra szükséges információkat.

Így azután az idők folyamán sok minden ismertté vált az űrkutatás különböző területeiről, az űrtávközlés, az űrfelderítés és az emberes kísérletek területéről egyaránt, annak ellenére, hogy az űrkutató nagyhatalmak egy cseppet sem siették el az érdeklődők tájékoztatását...

Távközlés

Napjainkban már szinte megszámlálhatatlan a távközlési műholdak száma (de például a nagyközönség számára tévé- és rádióműsorokat sugárzó műholdakról most nem célunk szólni).

Az csak természetes, hogy a különböző országok hadseregei távközlési célokra, katonai üzenetek továbbítására is felhasználják a műholdakat, így például az amerikai hadsereg híradásának bő 80%-a ma már műholdakon keresztül bonyolódik le. Az USA-ban ezt a feladatot komplex rendszerekbe szervezve bonyolítják le. Ezek közül a legfontosabb a Védelmi Mesterséges Holdas Távközlési Rendszer (DSCS), a Légierő, valamint a Flotta két Mesterséges Holdas Távközlési Rendszere (AFSATCOM és FLTSATCOM), de létezik egy kizárólag adattovábbító Mesterséges Hold Rendszer is, az SDS.

A DSCS a Nemzetvédelmi Minisztérium elsődleges távközlési rendszere, amelyen keresztül az egymástól nagy távolságra levő vezetési pontokkal és hírközpontokkal képesek óriási tömegű hírváltás lebonyolítására. Ennek a rendszernek a ma is működő legmodernebb változata zavarás elleni védelemmel és helyváltoztatási képességgel is rendelkezik.

Az orosz katonai űrtávközlésről némileg kevesebbet tudni, de az nyilvánvaló, hogy egy kb. 1500 km magasan keringő, több tucat műholdból álló rendszert üzemeltetnek, amelynek zavarvédelmét megoldották.

Természetesen Nagy-Britannia, Franciaország, Kína és esetleg más országok is működtetnek műholdas táv-

közlési rendszereket. A NATO egy külön rendszert használ.

A felderítő műholdak

Számtalan műhold kering a Föld körül azzal a feladattal, hogy mindent szemmel tartson és mindent meghalljon. A katonai hatalmak figyelik egymást! Az optikai, infravörös- és lokátor technikát alkalmazva, elképesztően finom részletek birtokába jutnak a fáradszátlanul keringő holdak.

Az amerikaiak Big-Bird holdja alkalmas a széles földsvívek és a rendkívül részletes, szűkebb terület felderítésére is. A műhold által készített felvételeket, a fedélzeten történő előhívás után, rádióan is sugározhatják a Földre, de ha különleges részletek is szükségesek, akkor a műhold egy kapszulában kiveti a filmet, s az ejtőernyőn ereszkedő tartályt elképesztően ügyes manőverrel egy HC-130 Hercules repülőgép a levegőben fogja el. A fotók feldolgozása földi laboratóriumban történik.

Az Egyesült Államok másik fényképező műholdja a KH betűjelet és egy számot visel (KH: Key Hole, Kulcslyuk). Ez a műhold típusa a még feldolgozatlan filmet küldi vissza a Földre.

A volt szovjet felderítő mesterséges holdak a Kozmosz-sorozat részei. Kezdetben ezek is egy kapszulában vetették ki a filmet. A korszerűbb berendezések a digitális technika alkalmazásával, egy a geoszinkron pályán levő távközlési műholdon keresztül juttatják a Földre a képeket. A fellövés hajlásszögének, s a műhold manőverező képességének köszönhetően, egy kívánt terület alaposan megfigyelhető. Így például a nagyhatalmak figyelemmel kísérhették a falklandi háborút, az oroszok pedig rendszeresen szemmel tartották mindkét öbölháborút, az afganisztáni és az Irak elleni hadműveleteket is. Mivel a fényképező mesterséges holdak alacsony pályákról végzik megfigyeléseiket, így élettartamuk is rövid, a legtöbbjük néhány hónapi használat után a Föld légkörébe merül, s itt megsemmisül. Így gyakran kerül sor a cseréjükre.

A műholdakat már a korai időkben is használták elektronikus felderítésre.

Az ellenérdekelte országok területe felett haladva képesek a földi rádió-adó-állomások lehallgatására, pontos földrajzi helyzetük bemérésére, a távközlési eszközök adásainak megfigyelésére és rögzítésére, a földi rádiólokátor-állomások széleskörű ellenőrzésére, működési frekvenciájának, modulációjának ellenőrzésére, a mikrohullámú rádióhullámok lehallgatására.

Egyik-másik műhold (pl. az amerikai Rhyolite) a végleges pozíciójának elfoglalása után, 500...1500 km magasságban 20 m-nél is nagyobb átmérőjű parabolaantennát nyit szét, mint egy esernyőt, amelynek segítségével még a legapróbb elektromágneses morzsákat is képes begyűjteni, akárcsak egy elektronikus „porszívó”.

Az oroszok a biztonságuk érdekében mindig is megkülönböztetett módon figyelték a tengereket. Erre a célra sorozatban működő műholdakat használnak, amelyek keringési magassága általában 600...700 km. A korszerű holdjaiknak mind a magasságát, mind a hajlásszögét módosítani lehet. Az óceánfelderítő műholdak a távközlési adások, valamint rádiólokátorok felderítését végzik. A tartós üzemeltetés érdekében ezeken a műholdakon az energiaforrást egy különleges atomreaktor szolgáltatja. Az atomeszköz Földre való visszavezérlése közben, több esztendővel ezelőtti hibák történtek, mivel nem a kijelölt területre érkeztek vissza. Ez egy időre visszavetette az atomreaktorral működő műholdak alkalmazását. Ma már ismét ilyen energiaforrásokat használnak.

Embereket szállító űrhajók

1961. április 12-én a Voszток-1, Jurij Gagarinnal a fedélzetén egyszer megkerülte a Földet, majd sikeresen visszatért a kilövés helyére. Ezzel az utazással egy gigászi verseny vette kezdetét az akkori két szuperhatalom között.

A verseny állomásai voltak – hogy csupán a legnagyobbakat említsem – Alexej Leonov első űrsétája 1965-ben, Neil Armstrong és Edwin Aldrin Holdra lépése 1969. július 21-én, majd később a Szojuz űrhajók fellövése, s az ember tartós űrrepülésének megvalósítása, a Skylab-ok felbocsátása. Napjainkban pedig a Nemzetközi Űrállomás szerelése folyik, amely már nem annyira a versenyt, mint inkább az űrhatalmak együttműködését jelképezi.

Az emberes űrkísérletek súlyos áldozatokat is követeltek. Komarov és

társai a Földre való visszatérésekor, az űrhajó dehermetizálódása következtében vesztették életüket. 1986-ban a Challenger nevű űrrepülőgép, röviddel az indítás után felrobbant, így a héttagú személyzete életét veszítette. 2003-ban a Columbia űrrepülőgép is, missziója befejezéséről visszatérőben szenvedett katasztrófát, személyzetének valamennyi tagja szörnyet halt, úgy, hogy mi a televízióban élő, helyszíni közvetítésben nézhettük a pompás alkotás darabokra hullását.

Bevallom, mint vérbeli megfigyelő, az elmúlt évtizedekben sokszor vágytam arra, hogy az antennáimat az ég felé fordítva, tanúja lehessen az űrhajósok beszélgetésének. A szükséges berendezések és a megfelelő ismeretek hiánya azonban ezt nem tette lehetővé. A remény akkor csillant fel először, amikor az űrállomásokon rádióamatőr-vizsgálattal rendelkező űrhajósok jelentek meg, amatőr berendezéseiket magukkal vitték és szívesen rádióztak a „földi” amatőrökkel.

Az űrhajós rádióamatőrök által használt frekvencia többnyire a 145,8 MHz, valamint a közvetlenül e feletti csatornák.

A rádióamatőr-berkekben olyan hírek is keringenek, hogy kézi adó-vevővel, botantennával sikerült már az összeköttetés. De valójában mégis csak egy szerelt külső antenna (természetesen irány sugárzó) és minimum 5 W teljesítmény szükséges ahhoz, hogy rádióösszeköttetést létesíthessünk egy űrhajóssal.

A gyakorlatban azonban ennél sokkal bonyolultabb a helyzet, egy tényleges összeköttetéshez nagy szerencse kell! Először is az elsődleges adásmód, amit az űrhajósok használnak, a paketrádió, tehát digitális.

Az is gyakori, hogy a berendezés automata üzemből dolgozik, de az amatőr számíthat arra, hogy az összeköttetést rögzítik, s így a QSL-lapot megkapja.

A tényleges „real-time” összeköttetéshez az szükséges, hogy előre bejelentkezzen a rádióamatőr. Ezt a munkát az ARIS (Amateur Radio on the International Space Station) koordinálja. Alkalom adtán részt vesz a koordinációban a NASA és más szervezetek is, így az orosz űrugynökség, az „RSC Energia” is. Angliában az előjegyzések kezelője egy rádióamatőr, Carlos Eavis G0AKI. Az azonban igen lehangoló lehet, hogy az előjegyzés után is kb. más-

fél év a várakozási idő, amire valaki sorra kerül.

A sikeres összeköttetés érdekében rendkívül fontos az űrállomás helyzetének ismerete. Régebben valóságos művészet volt a pozíciók kiszámítása, napjainkban azonban sokkal egyszerűbbé vált a helyzet, csupán egy számítógép szükséges hozzá. Az interneten az AMSAT rendelkezik olyan előrejelző weblappal, ahonnan a pontos adatok egyszerűen leolvashatók.

A Monitoring Times (az amerikai rádióhobbisták folyóirata) is rendelkezik olyan honlappal, ahonnan az adatok könnyen megszerezhetők:

www.monitoringtimes.com/nasa

Érdemes az amerikai emberes űrkutatások helyzetét áttekinteni, a már említett Columbia tragédiája után.

A két évig tartó, s mindenre kiterjedő vizsgálat megállapította: a balesetet az okozta, hogy az űrkomp külső üzemanyagtartályáról a felbocsátáskor levált a szigetelőanyag egy jelentős darabja, és nagy sebességgel a Columbia bal szárnyának vágódott, így a belépőél hőszigetelését jelentős mértékben megromlalt.

A Columbia a küldetéséből visszatérőben a légkörbe lépve a hibás résznél hőszigeteléssel nem rendelkezett, s a súrlódástól óriási mértékben felhevült, majd nagy részen feltűzsedve végül is robbanás következett be. Következményét láthattuk a televízió képernyőjén is.

A tragédia az egész világot megrázta, ismételten felhívta a figyelmet arra, hogy az űrhajózás – a technikai fejlettség és a rendkívüli körülmények előkészületek ellenére is – még mindig ropant veszélyes üzem.

A NASA két esztendeig tartó vizsgálatot rendelt el, s erre az időszakra az űrkompok használatát felfüggesztette. A hasonló szerencsétlenségek elkerülése érdekében számtalan változtatást hajtottak végre a soron következő, a Discovery űrrepülőgépen. A tervezők tucatnyi változtatást eszközöltek elsősorban a külső üzemanyagtartályon. Ennek része volt az, hogy számos különleges kamerát helyeztek el, amelyek a felbocsátás és a repülés ideje alatt a Discovery külső felületét figyelték.

Az indítóhelyek körül is számos közepes és nagy távolságú megfigyelésre alkalmas kamerát állítottak fel. Az újfélé digitális kamerák különösen jó képeket adtak legfőképpen a külső üzemanyagtartályról, s ezeket folyamatosan

sugározták az irányítóközpont számára.

A vizuális megfigyelés céljából a robottechnikát is alkalmazták. Az STS-114 esetében (ez volt a Discovery „üzemi” jelölése) egy kanadai rendszert, az Orbiter Boom Sensor System-et vitték magukkal, amely egyrészt lézervezérléssel mozgatta a kameráját, másrészt, az űrhajósok egy hosszú robotkar segítségével maguk is a kívánt helyre irányíthatták a megfigyelő eszközt.

A korábbi utazások alkalmával az űrrepülőgép mindkét szárnyán 22-22 hőérzékelő szenzort helyeztek el. A Discoveryn 66-66 érzékeny eszköz mérte a szárnyak hőmérsékletét. Ezek a szenzorok képesek voltak arra, hogy másodpercenként 20 ezer leolvasást végezzenek.

Az érzékeny elektronikus idegrendszert a Földre irányította jelzéseit, így a mérnökök a repülés minden pillanatában rendelkeztek adatokkal a száguldó űrrepülőgép állapotáról.

A Discovery felületét infra kamerák is állandó megfigyelés alatt tartották. Segítségükkel azonnal észlelhetők let-

tek volna még a legapróbb hajszálrepedések is.

Az űrhajók felbocsátása

A Kennedy Űrközpont az Egyesült Államok keleti partján, Florida egy keskeny félszigetén fekszik, s az USA, de talán állíthatjuk, hogy a világ legkorszerűbb űreszköz-felbocsátó állomása. A Kennedy Űrközpont koordinálja a NASA valamennyi űreszközének felbocsátását, történjék az innen a Cape Canaveralról, a Californiában levő Vandenberg támaszpontonról, vagy az Egyesült Államok más felbocsátó helyéről. Innen, a Kennedy Űrközpontból történik az irányítása – a felbocsátástól a visszatérésig – a Nemzetközi Űrállomásra való szállításoknak és az űrben folyó munkálatoknak is.

A rendkívül szerteágazó és bonyolult munka összehangolása, egyáltalán megvalósítása, a vezeték nélküli kommunikáció valami elképesztően bonyolult és tökéletes rendszere nélkül teljességgel elképzelhetetlen. De talán még ennél is elképzelhetetlenebb az, hogy a felbocsátással-visszaérkezéssel kap-

csolatos rádióforgalmazásokat, itt Európában hallgatni tudjuk. De mégis csak jó tudni, hogy hol hallgathatnánk ezeket az eseményeket, ha lehetőségünk lenne rá.

A Kennedy Űrközpont Integrált Kommunikációs Rendszere (KICS)

Ha egy űreszköz felbocsátásának idején a Cape Canaveral félszigeten tartózkodnánk, akkor is szükségünk lenne egy digitális, trunk-vételre is alkalmas szkennerre. Az itt alkalmazott rendszer: Motorola Smartzone ASTRO 3600 baud (APCO 25 kevert mód). A bázis frekvencia 406 MHz, a csatornaosztás 12,5 kHz-es.

– Kennedy Space Center Main. Itt két szimultán dolgozó helyszín van: a 150 m magas Meteorológiai torony és a Kommunikációs Üzemi torony. A frekvenciák (12 csatorna): 406,2375, 406,375, 406,4375, 406,6375, 406,8375, 407,0375, 407,2375, 407,8375, 408,0375, 408,4375, 408,6875 és 409,025 MHz,

www.Optitech.hu

műszaki webáruház

VÁSÁRLÁS
FŐMENÜ
ÁRUK
PARTNEREK
KAPCSOLAT
TÁJÉKOZTATÁS

TERMÉKEK

[Irodatechnika](#)

[Számítástechnika](#)

[Multimédia](#)

[Szórakoztató elektronika](#)



Lenovo MES-210
12/230V dvd-monitor szerel



MyGuide 3000 PNA
navigációs rendszer



Typhoon 84230
filmképrépítő lejárás



Sangean DPR-25
DAB-FM-RDS rádió

KERESÉS

GO

WWW.NAVIGATION.HU

MP3

DAB/FM RADIÓK

e-mail: info@optitech.hu • internet: www.optitech.hu
 Cím: 1161 Budapest, Rakosi út 131. • Tel.: (1) 402-1373, Fax: (1) 402-1374

– Northern Kennedy Space Center, Shiloh torony. Frekvenciák: 406,175, 409,425 és 409,6375 MHz,

– Cape Canaveral AFS, Timing torony. Frekvenciák (10 csatorna): 406,5625, 406,9625, 407,7625, 408,1625, 408,5625, 408,9625, 409,3625, 409,7625, 410,1625 és 410,5625 MHz,

– Patrick AFB, Mikrohullámú torony. Frekvenciák (8 csatorna): 407,9625, 408,3625, 408,7625, 409,1625, 409,5625, 409,9625, 410,3625 és 410,7625 MHz,

– Malabar Annex. Frekvenciák: 406,3625, 406,7625 és 407,1625 MHz.

Az adatokat helyi DX-erek gyűjtő-ték össze, s vélhetően ezideig ez a legteljesebb nyilvános lista. Megjegyzendő, hogy az üreszközök felbocsátásának idején a Kennedy Space Center és Cape Canaveral elsődleges frekvencia-használati joggal rendelkeznek.

A jobb megértés érdekében most felsorolok néhány alállomást, amelyek a frekvenciákat hálóbá szervezve használják. A felsorolásban használt rövidítések jelentése a következő: KSC = Kennedy Space Center, CCAFS = Cape Canaveral Air Force Station, PAFB = Patrick Air Force Base.

- Merritt-szigeti hálózat,
- KSC operatív hálózat,
- KSC/CCAFS Biztonsági szolgálat,
- KSC Tűzoltó és mentőszolgálat,
- KSC Tűzoltók technikai riasztó-rendszere,
- KSC Tűzoltók kiképzési csatornája,
- KSC Vészhelyzeti csoport,
- KSC Orvosi szolgálat,
- KSC 39-es felbocsátóhely,
- KSC Pályán levő üreszköz operációs rendszere,
- KSC Pályán levő üreszköz másodlagos biztonsági rendszere,
- CCAFS Biztonsági „Whiskey Control”,
- CCAFS Biztonsági rendőrség,
- KSC Biztonsági rendőrség (gépkocsik között),
- KSC Biztonsági rendőrség parancsnoka,
- KSC Convoy Levegő-Föld,
- KSC Convoy Parancsnokság,
- KSC Alap Kommunikáció,
- CCAFS Környezetvédelmi csatorna,
- CCAFS Foto-kamera csatornája,
- KSC Telemetrikus hálózat,

– KSC A felbocsátás elektronikus zavaraihoz használt hálózat,

– KSC Sajtófőnök rádiója,- KSC Szállítási feladatok hálózata,
- KSC Vasúti szállítások hálózata,
- KSC Űrkomp leszállását biztosító torony,

– KSC A leszálláskor használt telemetrikus csatorna,

– KSC Szállítási bázis csatornája,- KSC Televíziós elsődleges és másodlagos csatorna,

– KSC Mérnökök csatornája, karbantartás,

– CCAFS Kikötői ellenőrző csatorna,

– CCAFS Optikai-mérési hálózat,

– CCAFS Indítási-ellenőrzési központ,

– CCAFS Meteorológiai hálózat,

– CCAFS Riasztó hálózat,

– CCAFS Készenléti csatorna,

– PAFB Engedélyezési és biztonsági csatorna,

– PAFB Üzemanyag-ellenőrző csatorna,

– PAFB Ellenőrző torony,

– PAFB Speciális események alkalmazásával használt csatorna,

– PAFB Orvosi ellenőrző állomás,

– PAFB Parancsnoki ellenőrző hálózat,

– PAFB A bázis szállítási csatornája.

A felsoroltakon kívül közel száz, nem ismert rendeltetésű alállomás is használja a csatornákat.

A Cape Canaveral kikötő néhány rövidhullámú frekvencián hálózatot működtet. Ezek USB-módban dolgoznak: 2716, 3041, 5211 és 5246 kHz.

Ezen kívül hatalmas rövidhullámú hálózat áll készenlétben, amely átfogja az amerikai kontinenst és világteengereket. E frekvenciáknak felsorolása a következő (telephelyek, rendeltetés, adás-mód és frekvencia):

– AFE 71 Cape Canaveral, AFÁ (Aeronautikai Földi Állomás), USB 13600 és 14558 kHz,

– AFE 71 Cape Canaveral, AFÁ, USB 12107 kHz,

– AFE 71 Cape Canaveral, AFÁ, ISB (Independent Sideband) 8981 kHz,

– AFE 71 Cape Canaveral, AFÁ, USB 2622, 2678, 2716, 2760, 2820, 4900, 5180, 5190, 5290, 5246, 5710, 6530, 6550, 6693, 6723, 6740, 6753, 6837, 7675, 7765, 7830, 8822, 8993, 9001, 9132, 9315, 9975, 10045, 11407, 11615, 13213, 13218, 13312, 13430,

13878, 13986, 14397, 17480, 14985,5, 15021, 16246, 19640, 19990, 19995, 20390, 20475 és 22760 kHz,

– AFE 71 Cape Canaveral, Föld-Föld állomás, USB 6727 kHz,

– AFE 71 Cape Canaveral, fix földi állomások, ISB 3187, 5350, 10305, 11252, 11414, 13492, 14937 és 23413 kHz,

– AFS 71 Cape Canaveral, fix földi állomások, USB 3120, 4855, 4992, 5810, 5882, 6708, 6896, 6937, 7461, 9006, 9043, 10310, 10780, 11104, 11205, 11548, 13858, 14455, 14615, 14896, 19303, 21198 és 21393 kHz,

– AGD Vandenberg, AFÁ, USB 5733, 6746, 8822, 13900 és 22760 kHz,

– AGD Vandenberg, fix földi állomás, USB 7706,5 és 10273,5 kHz,

– AGD Vandenberg, fix földi állomás, LSB 15792 kHz.

Az amerikai űrkutatási szervezet, a NASA tervei általában ismertek. Tudjuk például, hogy az űrkompokat kb. 2010-ig üzemeltetik, ezután fokozatosan kivonják a forgalomból. Az is ismert, hogy továbbra is eleget tesznek vállalt kötelezettségüknek a Nemzetközi Űrállomás üzemeltetését illetően, de az is nyilvánvaló, hogy ez a feladat nem elégséges az amerikai űrkutatás számára. Úgy tűnik, hogy a tervezők egy rendkívüli, további nagyszabású feladat tervein dolgoznak. A hatalmas vállalkozás első lépése ismét a Hold elérése lenne, s ezt bázisként használva, az űrhajósok tovább indulnának a Mars felé. Jelenleg már nem létezik az amerikaiak óriás rakétája, a Saturn-V, amelynek segítségével az Apolló-expedíciókat lebonyolították. Azonban arra lehet számítani, hogy kb. 8-10 esztendő múltán elkészül az az űrhajó, amely alkalmas lesz a hatalmas űrvállalkozás megvalósítására. De, hogy mikor indul útnak, azt ma még nem tudhatjuk. Addig is tanúi lehetünk annak, hogy a különböző országok működtetik a Nemzetközi Űrállomást. Ha szerencsénk van, s a szükséges, bonyolult berendezésekkel is rendelkezünk, akkor fültenni lehetünk egy-egy emelkedett pillanatnak, az űrhajósok beszélgetésének.



Áramellátás saját „mini” erőművekkel 2.

Ferenczi Ödön és Zavaczki Andrea, Windenergy Megújuló Energia

Ez a cikk a tavalyi évkönyvünkben megjelent, hasonló című írásunk folytatása. A könnyebb azonosíthatóság miatt az ábraszámozást nem kezdtük újra, hanem folytatálagosan vittük tovább.

Napelemes- és szélgenerátoros rendszerek telepítési irányelvei

Nagyteljesítményű napelem-modulok telepítési irányelvei

Általános megállapítások, tudnivalók:

- A napelem modulok nem érzékenyek a rövidzárra (áramgenerátoros jelleg). Ezért is alkalmaznak kisebb teljesítmények esetében töltésszabályozóként söntszabályozót. A rövidzárat elviselik ugyan, de kívülről feszültséget nem szabad rájuk kapcsolni (a párhuzamosan kötött további modult kivéve), mert az károsodáshoz vezethet,

- visszatáplálás ellen könnyen védhetők Schottky-diódával,

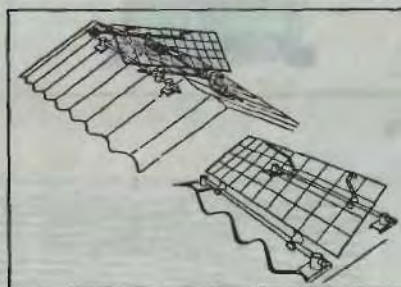
- a felületükre rakódó hó, jég, mivel diffúz réteg, még javíthatja is a téli üzem határfokát,

- a téli hidegben kb. 15%-kal jobb határfokkal dolgoznak, mint a 35 °C-os nyári melegben,

- a napelem modulok sorosan és párhuzamosan is összeköthetők. Az azonos üresjárási feszültségű modulok párhuzamosan köthetők, de sorba csak azonos típusokat szabad kötni. Soros kapcsolással a feszültség, párhuzamos kapcsolással pedig az áram növelhető tetszés szerint. Több modul párhuzamos kapcsolásánál vegyük figyelembe, hogy a közös ágakban nagyobb áram fog folyni, tehát nagyobb keresztmetszetű vezetékeket kell alkalmazni. Soros kapcsolásnál pedig a feszültség növekedése miatt az érintésvédelmi problémák kerülnek előtérbe,

- a napelem táblák a szelet, havat, jeget és a kisebb jégverést elviselik, de nagyobb kövel megrongálhatók,

- a napelem modulokat a vandalizmus kivédése céljából lehetőleg védett helyre telepítsük. Amennyiben a tájolás és az épület tetőfelülete alkalmas rá, azok a tetőfelületen helyezhetők el. Ott nincs útban, lopásbiztos, dőlésszöge



52. ábra

hazai viszonylatban többnyire megfelel a kívánalmaknak. Bizonyos esetekben (a kisebb teljesítményű moduloknál) a jó irányban álló erkély, a pusztai földön, lapostetűn álló állványzat is megfelel.

Kaphatók tetőszerkezetekre változtatható dőlésszögre beállítható tartószerkezetek is (lásd 52. ábra),

- a napelemmodulok és a csatlakozó elektronikus egységek között a lehető legrövidebb és megfelelő keresztmetszetű vezetékeket használjunk.

Mono- és polikristályos napelemek telepítési irányelvei:

- mono- és polikristályos napelemmoduloknál, a kívánt energiatermelés időpontjában a benapozottságnak teljes

mértékűnek kell lennie. Ameddig a modulok láthatják a napot, semminek sem szabad arra (még részlegesen sem) árnyékot vetnie! Még egy közepes méretű falevél árnyéka is képes az egész rendszert leblokkolni! Ha ugyanis egy soros cellából álló napelemtábla valamelyik cellájára árnyék vetődik, nemcsak hogy leromlik a modul teljesítménye, hanem az teljesen megszűnhet, vagyis nullára csökkenhet. Megoldást jelenthet ez esetben (több modul esetén) a mono- és polikristályos modulok áthidalása, a bypass-dióda.

Ekkor a „kikapcsolódott” modul bypass-diódáján keresztül tud a többi modul még áramot adni.

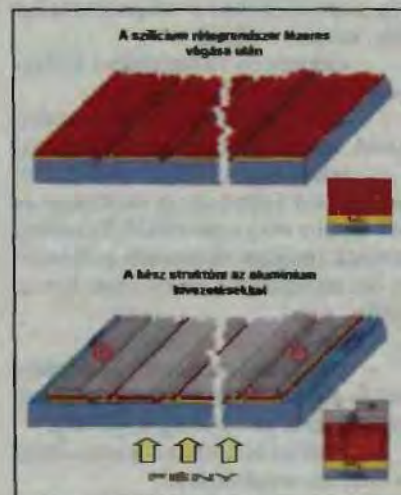
Amorf szilícium napelem modulok telepítési irányelvei:

- e napelemmodulok nem annyira érzékenyek a fentiekben említett beárnyékolási jelenségre. Itt csak a letakart felület arányában csökken az energia-termelés. Természetesen igyekezni kell úgy elhelyezni a modulokat, hogy azok ne kerüljenek részlegesen sem árnyékba. Ha ez nem oldható meg, akkor az árnyék bármelyik modulon mindig merőleges legyen a vágásokra, azaz a napelem modulon látható csíkok egyformán legyenek árnyékban, mint az az 53. ábrán szemléltetett 40 W-os típus kész struktúráján is látható. Sorba kötött moduloknál, azok azonos része lehet árnyékban, ha az nem kerülhető el,

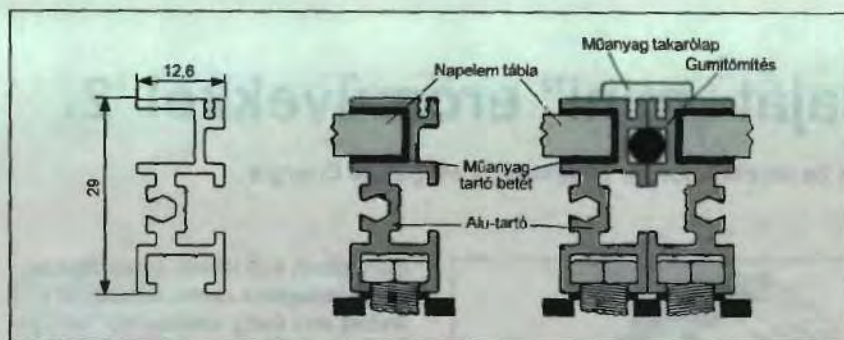
- a nagyteljesítményű amorf szilícium napelemtáblák felszerelésénél vegyük figyelembe, hogy fő alapanyaguk szinte kivétel nélkül üveg! Ezért ugyanúgy kell bánni velük, mint bármilyen más, vastag üveglappal,

- a napelemtáblákat rugalmasan kell felszerelni. A gyártók megfelelő felerősítő profil-idomot tartozékként szállítanak. A felszereléshez mindenképpen a mellékelt speciális profilkialakítású, univerzálisan alkalmazható alumínium tartó használata javasolt (lásd 54. ábrát),

- a felerősítő pontoknak egy síkba kell esniük, így nem alakulhat ki az üvegben olyan káros mechanikai fe-



53. ábra

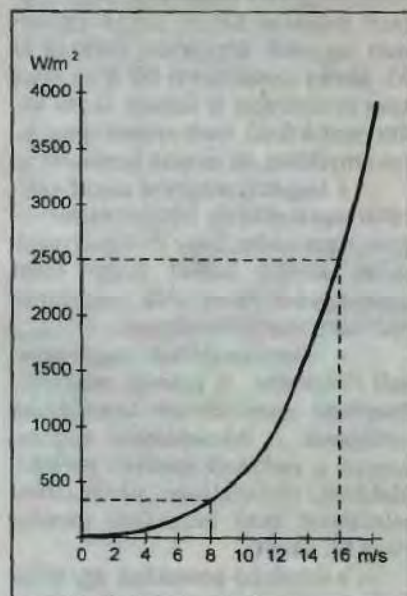


54. ábra

szükség, ami idővel repedéshez vezethet,

– feltétlenül figyelembe kell vennünk, hogy 2,5...3-szor nagyobb telepítési felület szükséges és 2,7...3-szor nagyobb súlyterheléssel kell számolnunk, mint a mono- és polikristályos napelemtáblák esetében. Háztetőre szerelésnél arra nemcsak a többlet súlyterhelés nehezedik, hanem a szélterhelés is megváltozhat, így a statikai számítás is indokoltá válhat. Példaként említjük, hogy 3,2 kW DC-oldali energiatermelés eléréséhez 65 m², ill. 25 m² telepítési felülettel és 1080 kg, ill. 400 kg súlyterheléssel kell számolnunk az amorf, ill. a mono- és polikristályos napelemtáblák használatakor.

– amennyiben rendelkezünk a napelemek elhelyezéséhez megfelelően nagy telepítési hellyel, úgy meggondolandó az amorf szilícium napelemtáblák használata.



55. ábra



56. ábra

Szélgenerátoros rendszerek telepítési irányelvei

A gyártók többsége a kisteljesítményű szélgenerátorokat és az ahhoz tartozó kiegészítő készleteket egységcsomagokban, szerelési kellékekkel együtt szállítja.

Ebbe tartozik többek között:

- a szélgenerátor egységcsomag,
- tartóoszlop szerelési egységcsomag (acél oszlopcső-rögzítő szerelési készlettel, a kipányvázashoz kihorgonyzókkal, tartóoszlop nélkül),
- beépítési készlet (ellenőrző-egység, kapcsolódoboz a szélgenerátorhoz stb., kábelek nélkül),
- elektromos vezeték(ek) a szélgenerátortól a szabályozóig stb.),
- akkumulátorbank, töltésszabályozó, inverter (külön megrendelésre),
- telepítéshez, beüzemeléshez előmunkálatok (alapozás az oszlophoz és állványhoz stb.) saját erőből. Telepítési leírások (minden mozzanata a többnyire beszerezhető CD-n nyomon követhető).

Opcióként:

- szolgarúd (emelőrúd) a telepítéshez és a tartóoszlop leengedéséhez, továbbá csörlő pl. 1600 kg terhelésig,
- földfűrészkészlet az alapozáshoz (a talajnak megfelelően).

Ne feledkezzünk meg a kiegészítő hibrid rendszer esetén a:

- napelem modul(ok),
- állványok, ill. a modulokhoz szükséges felszerelési készlet,
- modul összekötő kábelkészlet, modulsor-bekötő kábelkészlet (a kapcsolódobozba), stb. megrendeléséről, ill. beszerzéséről.

A telepítés megfelelő helyének kiválasztásakor ne feledjük, hogy kétszeres szélsősebesség 7...8-szoros fajlagos energiatermelés növekménynek felel meg (55. ábra)! Vegyük figyelembe továbbá az 1. táblázatban levőket is (I. RT-ÉK 2006). A szél áramlásának útjá-

ban levő akadályokról se feledkezzünk meg! Az akadályok mögött a kiegyenlítő csak nagy távolságokban következik be (lásd 56. ábrát). A szélgenerátor elhelyezésére a nagyobb akadályoktól minél messzebb és minél magasabbra kerüljön sor.

A kisteljesítményű, pl. AIR X Wind 403, 12 V/400 W-os, akkumulátor töltésszabályozóval egybeépített egyenfe-



57. ábra



58. ábra

szűlségű szélgenerátor egyszerűen a tetőre szerelhető (lásd 57. ábrát). A gyártó a mellékelt készletben („A” jelzésű készlet) minden szükséges alkatrészt biztosít a telepítéshez (esőelvezető szigetelő gyűrű a tetőre szereléshez, rozsdamentes kötőelemek és egyéb alkatrészek, kivéve a 47,5...48 mm átmérőjű tűzihorganyzott tartóoszlop acélcsövet.). Külön megrendelhető a falhoz vagy kerítéshez használható szerelési készlet is.

Az 58. ábrán falhoz erősített tartóoszlopos megoldás látható (B típusjelű változat). Ezen hibrid megoldás 400 W névleges teljesítményű szélgenerátorból és két darab 160 W csúcsteljesítményű napelem táblából épült fel.

Hasonló módon falhoz erősített tartóoszlopos, 5 db. 400 W-os szélgenerátorból és napelemtábla mezőből kialakított hibrid energiaellátó rendszer látható az 59. ábrán.



59. ábra



60. ábra

Kapható 14 m magas kipányvázott tartóoszlophoz való egységcsomag (földfűrők és a tartóoszlopként szereplő 48 mm átmérőjű melegen hengerelt, varrat nélküli tűzihorganyzott acélcső nélkül), generátor kapcsolóval, DC-ol-dali automata kismegszakítókkal stb.

Helyben javasolt beszerezni:

- 21,4 m tűzihorganyzott, 48 mm átmérőjű, 138 km/h szélsősebességig 2,3 mm, 150 km/h felett 3,6 mm csőfal-vastagsággal rendelkező csövet (7,2+6,3 m hosszú darab az oszlophoz, 1,8 m hossz az oszlop alapzatához, 6,3 m hosszú a szolgarúdhoz vagyis az emelőrúdhöz,

- kb. 15 m hosszú réz vezeték a villámvédelemre,



61. ábra



62. ábra



63. ábra

– 4 mm² keresztmetszetű kábel a szélgenerátortól a felhasználóig,

Javasolt továbbá időben megrendelni az egyéb szükséges egységeket pl. 12 V-os 400 Ah-ás akkumulátortelepet, töltésszabályozót, DC/AC invertert, s az olyan fogyasztókat, melyekről elmondható, hogy azok energiatakarékosak.

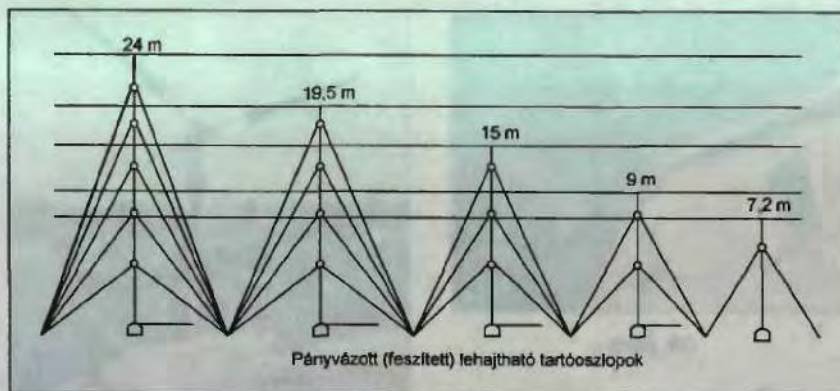
A 60. ábrán egy H 80 típusú, 1000 W-os szélgenerátornak a ház oldalfalához való rögzítési módját láthatjuk (Óbuda). A 61. ábra a tartóoszlop szerelési előkészületeit mutatja. A 62. ábrán láthatók a gyártó által biztosított, szereléshez szükséges kellékek.

A 63. ábrán egy Whisper H 80 típusú, 1000 W-os szélgenerátor tetőre történő szerelése látható (Csepel). A képen a szélgenerátor egységcsomagjának doboza is látható!

A 64. ábrán néhány kelléket szemléltetünk (fűrők, tartóoszlop oldal-



64. ábra



65. ábra

fal-felerősítő bilincs, kipányvázáshoz alkalmas csőbilincs stb.).

Mint láthatjuk, a szélgenerátor felszerelése a tetőre vagy az építményhez bilincsel, tűzihorganyzott (ill. rozsdamentes) acélcsőre is megoldható. Természetesen minél magasabbra tesszük a szélgenerátort, annak energiaszolgáltatása a harmadik hatvány szerint nő.

Tartóoszlopként (lásd 65. ábrát) alkalmazhatunk daru nélkül felemelhető 24; 19,5; 15; 9; és 7,2 m-es összeszerelhető, lehajtható oszlopokat. A saját, hazai beszerzésű oszlophoz vásárolhatunk oszlopszerelési egységcsomagot.

A 66. ábrán egy ilyen kipányvázott, lehajtható tartóoszlopon levő H 80 típusú, 1 kW-os névleges teljesítményű szélgenerátort láthatunk. A telepítéshez szükséges a hozzá megfelelő szerszámkészlet, oszlopszerelési egységcsomag és csörlő. Nagyobb teljesítményű, nagyobb magasságra történő felemeléshez acélcső szolgarúd (emelőrúd) is szükségessé válhat.

A 67. ábrán az előző ábrán látható, már felállított szélgenerátor csörlőzései előmunkálatai láthatók. Végezetül a



66. ábra



67. ábra



68. ábra

68. ábrán egy szélgenerátor szolgarúddal történő beemelési munkálatait láthatjuk.

A nagyobb (10 kW feletti) teljesítményű szélgenerátorok telepítésénél a további egyéb elvégzendő munkálatok az alábbiak:

- engedélyek, minősítések,
- helyi statikusi tervezés vagy ellenjegyzés,
- tereprendezés,
- tervrajz szerinti alapozás (az oszlop talapzatához),
- az installáláshoz szolgarúd, csörlő, vagy daru-bérlés,
- az esetleges hálózatra csatlakozás feltételcinek egyeztetése (a hálózatra visszatápláló rendszereknél) stb.

Aggregátoros vésztartalék áramfejlesztők

A csak közüzemi elektromos hálózattal rendelkező fogyasztóknál felmerülhet a kérdés: Ha az áram kimarad, akkor mi marad? Gyakorlatilag semmi, az elektromos fogyasztók működésképtelenné válnak. Ilyenkor segíthetnek a benzin- vagy dízelmotorral meghajtott generátorok.

Az ilyen, belsőégésű motorral meghajtott áramfejlesztők igen sokoldalúan felhasználhatók. Alkalmazásukkal hálózatra csatlakozás nélkül áll rendelkezésünkre áram. Az ilyen mobil áramfejlesztő nemcsak a háztartási célú alkalmazásoknál használható tartalék áramforrásként, hanem bárhol, ahol más energiavételezési lehetőség nincs.

Továbbá a napelemmodulos és a szélgenerátoros hibrid áramtermelő rendszerek kialakításánál a szünetmentes áramellátás céljából a nap- és szél-szegény időszakok minimális energia termelésének áthidalására szükség, vagyis vésztartalék áramforrásként aggregátorokat használhatunk.



69. ábra



70. ábra



72. ábra

A megbízható folyamatos, szünetmentes áramellátás céljából tehát a vésztartalékok az aggregátoros áramfejlesztő biztosítja, mely gyakorlatilag nincs aktív használatban.

Aggregátor-jellemzők, típusválaszték

Az aggregátorok többségét mobil üzemre tervezik. A kisebb teljesítményű kategóriában azok kézi fogantyúval vagy kerékkel vannak felszerelve a könnyű mozgathatóság érdekében. A nagyobb teljesítményűek kerete biztosítja a nagyobb mobilitást.

A 69. ábrán ESE 900 (ill. 950) típusjelű, tömör felépítésű, kétütemű benzinmotoros áramfejlesztő (ENDRESS gyártmány, amelynek már igen sok utángyártója van) 230 V/50 Hz-es kimeneti váltakozó feszültséget szolgáltat. Névleges, ill. leadott max. teljesítménye 650 W, ill. 780 W. Egyes típusváltozatai, a 950-es típus 12 V/8,3 A-es egyenfeszültségű kimenettel is rendelkezik.

A 230 V-os váltakozó feszültségű kimenetről megfelelő töltőberendezéssel értékes szolár tároló akkumulátorainkat utántölthetjük. Így megvédhetjük azokat a káros mélykisütéstől, amikor a napból és a szélből nem tudunk elegendő elektromos energiát nyerni azok feltöltésére.

Természetesen az akkumulátorban-kunk töltésének időtartama alatt további elektromos, elektronikus fogyasztóinkat is használhatjuk, a névleges kivethető tartós üzemű teljesítményhatárig (650 W).

A generátort meghajtó benzinmotor egyhengeres, szinkron léghűtéses kétütemű motor. Max. teljesítménye a gyártó által beépített hajtó motortól függően 1...1,5 kW/1,36...2 LE. Motor fordulatszáma: 3000 ford/min.

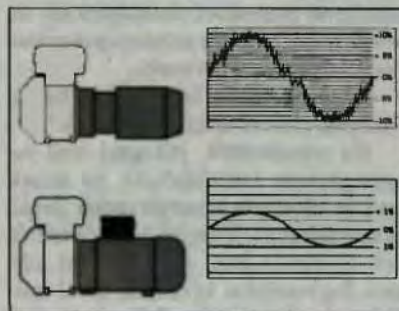
Üzemidő egy tanktöltéssel (4,1 liter) kb. 6...8 óra. A fogyasztás 3/4 terheléssel 0,4...0,5 liter/óra. Üzemanyag: kétütemű keverék 1:50 (2%). Védetség foka. IP 23. Az egység beépített AC (ill. DC) túlterhelés elleni védelemmel is rendelkezik. Max. kimeneti generátor áram 2,8, ill. 3,1 A 230 V esetén, a 900, ill. a 950-es típus változatnál. Működési zajszint, LWA: 85 dB(A). Hangnyomásszint 7 m-es távolságból, LPA: 60 dB(A). Súly: kb. 20 kg.

Nagyobb teljesítményigények esetén célszerűbb az ESE 1900, ill. ESE 2000 hordozható aggregátor típusváltozatok (lásd 69. ábra) használata. Tartós terhelhetőségük 1,5, ill. 1,8 kVA.

Új technikák az aggregátorok fejlesztése terén

Az elmúlt években egyre jobban elektronizálódtak az aggregátorok is.

A 70. ábrán a HONDA cég EU 10i és EU 30i típusjelölésű 1 kVA-es, ill. 3 kVA-es max. teljesítményű, 230 V feszültségű, hordozható benzinmotoros áramfejlesztőit láthatjuk. Jellemzőjük a mikroszámítógép által vezérelt szinuszos kimeneti feszültség és -frekvencia.



71. ábra

E típusok előnye a viszonylag kedvező fogyasztás és az alacsony zajszint (52, ill. 49 dB). Viszonylag könnyűek (1 kVA: 14 kg, 3 kVA: 61 kg önindítóval). Rendelkeznek elektronikus olajszint-ellenőrzővel és túlterhelés elleni védelemmel. Két azonos típusú áramfejlesztő összekapcsolásával (miután szinkronozzák egymást) kétszeres kimeneti teljesítmény érhető el.

Mint látható a korszerű típusok elektronikus feszültségszabályozóval (AVR), ill. elektronikus feszültség- és frekvenciaszabályozóval (INVERTER) vannak ellátva. A hagyományos technológiájú aggregátoros áramfejlesztők kimeneti feszültsége a terheléssel arányosan változik. Értéke a 71. ábra felső szinuszgörbéjén láthatóan $\pm 10\%$ -os ingadozást is elérhet, és a kimeneti feszültség időbeni lefutása sem tiszta szinuszos jelalakot mutat. Az elektronikus szabályozóval ellátott egység stabilitása $\pm 1\%$ -on belül tartható és a kimeneti feszültség időbeni lefutása tiszta szinuszos jelalakú (lásd a 71. ábrán az alsó jobb oldali képet.).

Az ENDRESS duplex G4/G5 generátorok kefe nélküli, teljesen elektronikus szabályozású szinkrongépek (lásd 72. ábrát). Itt a generátor „megtanulja”, hogy milyen motor hajtja meg és ennek megfelelően működik. Így hihetetlen teljesítménytartalék szabadul fel és a generátor a legnagyobb indulási teljesítmény igényt is tolerálja, valamint védi az érzékeny elektromos berendezéseket a károsodástól. A kimeneti kapcsain megjelenő szinuszgörbe lefutású feszültség mindig tiszta marad.

Ezek a generátorok elviselik az egyoldali túlterhelést, 100%-osan zárlatmentesek, kefe nélküliek és ezáltal teljesen szikrázásmentesek.

A 73. ábrán a hagyományos és az ENDRESS szinkrongenerátor (IP 54)



73. ábra



74. ábra

torzítási tényezőjét láthatjuk a kimeneti terhelőáram függvényében. A 74. ábra bal oldalán az elektronikus szabályozóegység, a jobb oldalon pedig a hagyományos és a duplex generátor forgórésének a képe látható.

Ma már a múltbéli technikát elfelejthetjük. Az állandó mágnesű áramfejlesztőknél a forgórészen nincs csúszó, szikrázó szénkefés kommutátor, ill. csúszógyűrű. Az állandó mágnesű forgórész esetleges mágneses térerejének korosodással együtt járó időbeni csökkenésére is gondoltak. A forgórész igen nagy keresztmetszetű, néhány menetű tekercsének kimeneteire kötött, azzal együtt forgó dióda, ill. diódák gondoskodnak az állandó mágneses térerő megfelelő értéken való tartásáról.

Napjainkban VKS-technológia felhasználásával és duplex G4/G5 generátorral 6, 8 és 11 kVA-es aggregátoros áramfejlesztőket is gyártanak (75. ábra).

Családi házukba vésztartalékként pl. szuper csendes elektromos erőművet (benzin-, ill. dízelmotoros áramfejlesztőt) is beépíthetünk (4...10 kVA-es típusok), melyek készenléti elektronikával is rendelkeznek (lásd 76. ábrát). Ezek a tároló akkumulátorbank lemerülésekor (vagy hálózat kimaradásakor) automatikusan indulnak, s 14 óránál is hosszabb folyamatos üzemidőt tesznek lehetővé (pl. ENDRESS ESE 4000 típus).

Hogyan válasszunk benzin-, ill. dízelmotoros áramfejlesztőt?

Igen fontos, hogy az összes felhasználási körülményt mérlegeljünk, mielőtt típuskiválasztásról és vásárlásról döntünk. A megfelelő terhelhetőségű és elrendezésű áramfejlesztő kiválasztása



75. ábra

nemcsak műszaki, hanem árkérdés is. Kérdés, hogy milyen célra kell az áramfejlesztő? Az elektromos fogyasztókat három fő csoportba sorolhatjuk:

- ohmos jellegű fogyasztók (izzólámpák, fűtőtestek, hőszugárzók, főzőlapok, sütők stb.),
- induktív jellegű fogyasztók (nagyobb teljesítményű akkutöltő, motoros barkácsológépek és egyéb elektromotorral hajtott gépek, pl. fűnyírók, mosógépek stb.),
- különleges fogyasztók (szivattyúk, kompresszorok, betonkeverők stb.).

Ha csak ohmos fogyasztókat üzemeltetünk vagy csak kis teljesítményű barkácsológépeket, akkor választhatunk aszinkron generátorú áramfejlesztőt is. Minden más esetben szinkrongenerátoros áramfejlesztő javasolt.

Kérdés továbbá, hogy milyen hajtómotorral ellátott típust válasszunk?

Ha vésztartalék jelleggel kell az aggregátoros áramfejlesztő, ha annak csak az időnként lemerült szolár tároló akkumulátorok kisegítő utántöltéséről kell gondoskodnia, továbbá csak ohmos fogyasztókat kívánunk arról működtetni, akkor választhatunk úgynevezett „hobby motoros áramfejlesztőt”



76. ábra

is, amelyeknél a hajtómotor élettartama néhány száz üzemóra. (Ilyen motorok pl. a Briggs-Stretton consumer típusok, úgynevezett „fekete” motorok, vagy a Tecumseh függőleges tengelyű típusai, mint a PISMA, CENTURA és egyes távol keleti utángyártott típusok stb.).

Ha az áramfejlesztőt nemcsak időszakos, vészstartalék jellegű, hanem tartós üzemeltetésre kívánjuk használni, akkor csak profi, ipari motorral ellátott aggregátort válasszunk! Az ilyen motorok élettartama ugyanis több ezer üzemóra lehet. Ezek már perselyezett, golyóscsapágyazott, igen könnyen szétszerelhető, felújítható motorral rendelkeznek. (Ilyen motorok az európai gyártmányok közül az ACME, LOMBARDINI, RUGGERINI, ENDRESS stb., a japán motorok közül pl. a HONDA, ROBIN, stb., az amerikai típusok közül a Briggs-Stretton IC és VANGUARD-, TECUMSEH GEO-TEC típusok.)

Mekkora teljesítményű áramfejlesztőt vásároljunk?

Amennyiben több fogyasztót kívánunk egyidejűleg használni, amikor a szolár akkumulátorainkat feltétlenül töltenünk szükséges (pl. az akkumulátortöltőn túlmenően, mosógép, fűnyíró stb.), akkor a fogyasztók teljesítményfelvételét differenciáltan kell figyelembe vennünk.

Az ökol szabály szerint az egyes fogyasztói csoportok teljesítményfelvételét az úgynevezett teljesítménytényezővel korrigálnunk kell. Ezek az oh-

mos, induktív és a különleges fogyasztók esetében 1, 2, ill. 3-szoros teljesítményigény növekményt jelentenek (lásd előbb a három fogyasztói főcsoportot!).

Az elektromotorok és motoros készülékek a bekapcsolásánál nagy indítási áramlökés lép fel, s ezért az indítási teljesítményszükséglet is többszöröse ezen fogyasztók névleges teljesítményének.

Gyakorlati példa az aggregátor beszerzéséhez

Tegyük fel, hogy az aggregátoros áramfejlesztőt pl. a hétféle házunkban elsősorban a nap- és szélszegény időszakban lemerült tároló akkumulátoraink feltöltésére használjuk! Azonban ezen időszakokban célszerűségebből egyidejűleg működtetünk pl.:

– 1000 W-os villanyrezszt:

$1000 \times 1 = 1000 \text{ VA}$

– 600 VA-es 12 V/40 A töltőáramú akkutöltő: $600 \times 2 = 1200 \text{ VA}$

– 900 VA-es fűnyírógépet:

$900 \times 2 = 1800 \text{ VA}$

– 500 VA-es házi vízellátó szivattyúegységet: $500 \times 3 = 1500 \text{ VA}$

Ez összesen 5500 VA teljesítményigényt jelent. Ennek a feltételnek tehát egy 5500 VA névleges teljesítményű benzinmotoros áramfejlesztő felel meg. Egy ilyen egyfázisú, szinkron generátoros áramfejlesztő beszerzési költsége nagyságrendileg elérheti a bruttó 180...260 E Ft-ot.

Természetesen, ha lemondunk arról, hogy az összes fogyasztót egyide-

jűleg működtessük és megelégszünk a legfontosabbnak ítélt akkumulátortöltő, max. egy további fogyasztó tápfeszültség ellátásával, akkor ezek közül a legnagyobb teljesítményfelvételű fogyasztó és az akkutöltő teljesítményfelvételének összege határozza meg döntésünket ($1800 + 1200 \text{ VA}$). Vagyis ekkor megfelelő lesz egy 3000 VA névleges teljesítményű áramfejlesztő is, melynek beszerzési költsége is lényegesen kisebb, kb. 90...130 E Ft.

Ebből a példából is látható, nem mindegy hogyan döntünk. Ezért, ha az előzőeknek megfelelően választunk generátort és hajtómotort, vagyis komplett áramfejlesztő aggregátort, akkor biztosan nem csalódunk.

Megjegyezzük, hogy a berántókötés indítás, egyszerű, olcsó, felügyeletet igénylő gépeket nem szabad csapadéknak (eső, hó) kitenni, de nem szabad zárt térben sem használni azokat, mert ez esetben nem tud távozni sem a felmelegedett hűtőlevegő, sem a kipufogógáz.

Megjegyezzük továbbá, hogy egyes tanyákon egyre jobban terjednek a 20 kVA feletti teljesítményű biogáz üzemű, BHKW (Blockheizkraftwerk) megnevezésű erőműblokkok.

Ezek olyan biogázmotoros áramfejlesztők, amelyek elektromos- és hőenergia együttes leadására szolgálnak. Az áramfejlesztő generátort meghajtó motor hulladék hőjével gőz és forróvíz készül pl. a helyi üzemi igényekhez, ill. egy külső felhasználónak (fűtés, ill. használati melegvíz céljára).

Gigatechnika
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

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
omegakft@omegakft.hu

**1 Segítsen
% Ön is!**

**Reményi István
Rádióamatőr
Alapítvány**

18226429-1-43

Az alapítványt támogatja a

RÁDIÓTECHNIKA
Elektronika

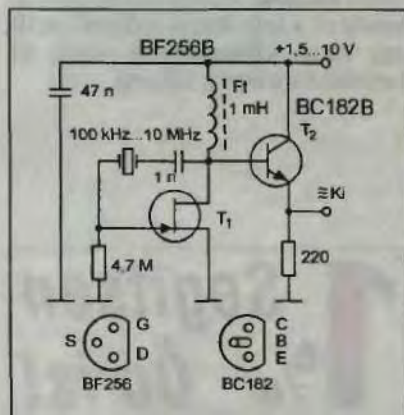
Sok kis kapcsolás

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 újszülöttnak minden vicc új! – elektronikai variánsa is igaz.

Évkönyvünkben most továbbfolytatjuk a régebbi Hobby Elektronika évfolyamok skk-tallózását.

Alacsony tápfeszültségű kristályoszillátor

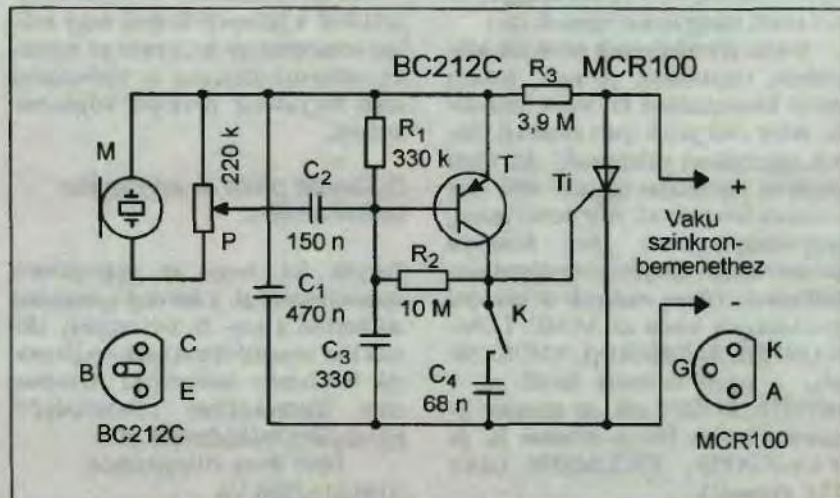
Az 1. ábrán bemutatott FET-es oszcillátor a 100 kHz...10 MHz-es frekvenciatartományban alkalmas kvarcok bevezetésére, minimálisan 1,5 V tápfeszültség mellett. A T_1 -es jFET drainje és gate-je közé kötött kristály a párhuzamos rezonanciafrekvenciáján rezeg. A folyamatos rezgést létrehozó 180 fokos fázisfordítást a FET drain-gate kapacitása hozza létre. Az oszcillátor munkacellenállását az Ft fojtó képezi. A nagyfrekvenciás jel T_2 emitterkövető kimenetéről vezethető el.



1. ábra

Vakuindítás hangjelzéssel

A 2. ábra kapcsolása egy erőteljes, csattanásszerű hangeffektus (taps, csetintés) hatására villantja el a vakut. A hangot az M kristálymikrofon érzékeli – amely, lévén nem HIFI-átvitelről szó – akár egy kvarcórában használatos kerámia hangsugárzóval is kiváltható.



2. ábra

A P érzékenységszabályozó potenciométer csúszkájáról kapacitív csatolással jut a jel a T tranzisztor bázisára.

Egy kellően intenzív hangnyomás-impulzus hatására a tranzisztor rövid időre telítésbe vezérelődik és begyűjtja a tirisztort, amely a szinkronbemenet rövidre zárásával elvillantja a vakut.

A C_3 szerepe a kívülről érkező, igen keskeny, impulzusszerű zavaró jelek eliminálása, megelőzve a véletlen elvillantást. Ha a környezeti zaj olyan szintű, hogy ez a védelem nem elegendő, az áramkör a K által beiktatott C_4 -gyel „lelassítható”, azaz csak relatíve hosszabb időtartamú hangeffektusra reagál.

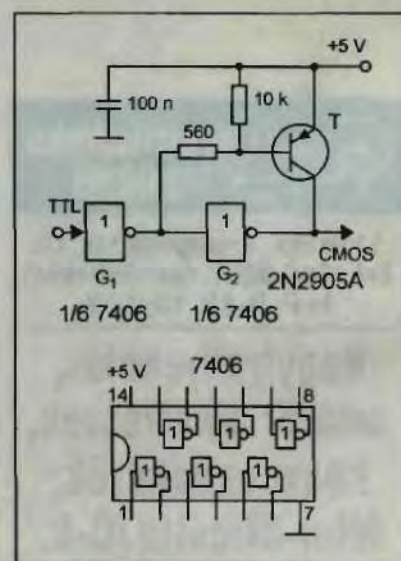
Tirisztor gyanánt bármilyen, legalább 500 V-os, kisáramú típus használható. (Pl. a hasonló bekötésű MCR22-8 a HAM-bazár kínálatából.)

TTL-CMOS illesztőfokozat

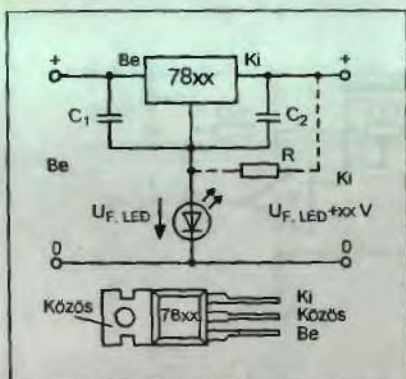
Az integrált áramkörös digitális technikában gyakran adódik az a feladat, hogy TTL rendszerről érkező jelet kell egy CMOS áramkörökből felépített egységbe vezetni. Bár erre a célra ma már sokféle integrált illesztőáramkört gyártanak, amatőr körülmények között többnyire a meglevő alkatrészek felhasználásával kényeszerűnk megoldani az ilyen problémákat.

A 3. ábrán látható kapcsolás akkor használható, ha a CMOS rendszer táp-

feszültsége is +5 V-os. A jel kétszeres invertálás után – azaz ponáltan – érkezik a G_2 nyitott kollektoros inverter kimenetére. A T kapcsolótranzisztor elmentés fázisban dolgozik az IC kimeneti tranzisztorával, amellyel lényegében komplementer kapcsolófokozatot alkot. Ha tehát az egyik tranzisztor zárt állapotú, a másik telítésben van, biztosítva ezzel nagy kapacitív terhelés esetén is a kis kimeneti impedanciát, vele a gyors működést.



3. ábra



4. ábra

Stabkockadopping U_{ki} -re

Elterjedt megoldás az, hogy egy stabkockát (3 lábú stabilizátor IC-t) „megfejeznek” a nagyobb áramterhelhetőség érdekében. Ezúttal a kimeneti feszültségét kívánjuk némileg megnövelni.

A módszer egyszerű, mondhatnánk primitív: a stabkocka nullponti („közös”) potenciálját egy vagy több, nyitóirányba kapcsolt diódával megemeljük. Itt LED is alkalmazható, amely a bekapcsolt állapotot is kijelzi (4. ábra). A LED további előnye a „majdnem Z-diódaszerű”, meredek U-I karakterisztika.

A stabilizált eredő kimeneti feszültséget a LED nyitófeszültsége és az IC névleges feszültsége összegeként számíthatjuk. A bemeneti feszültség minimuma – bármely pillanatban – ezt kb. 3 V-tal meg kell, hogy haladja.

Egy piros LED nyitófeszültsége kb. 1,6 V, így ha a kapcsolási rajz stab. IC-jének típusjelzésében levő $xx = 05$, akkor pl. egy zsebrádióhoz szükséges kb. 6,6 V-ot nyerünk. Ha az $xx = 12$, akkor pl. egy mobil CB-rádiót tudunk táplálni.

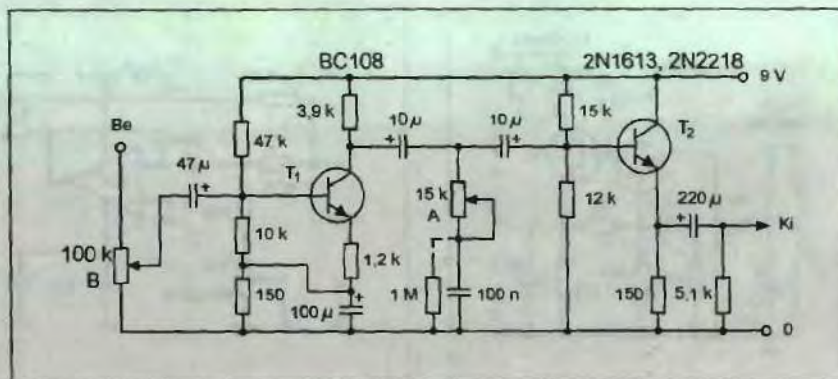
A kondenzátorok (100 nF kerámia vagy 1 μ F tantál) szerepe a gerjedésgátlás. Ezeket az IC kivezetéseihez a lehető legközelebb forrasztjuk be.

A 78xx és a 79xx típuscsoportú stabilizátor IC-k közös ágában kb. 5 mA áram folyik, így a LED fényereje esetleg kicsi lehet. A szaggatottan ábrázolt R alkalmazásával a fényerő (némileg U_{ki} stabilítása is) megnövelhető:

$R = xx \text{ V} / 10 \text{ mA} = xx \cdot 100 \Omega$, így a LED-en át kb. $5 + 10 = 15 \text{ mA}$ folyik.

Erősítő fejhallgatóhoz

Egy kifejezetten egyszerű fejhallgató-erősítő kapcsolása látható az 5. ábrán.



5. ábra

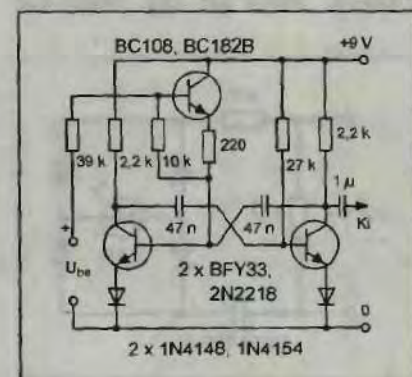
rán. Az első tranzisztor erősíti a bemeneti jel feszültségét, a második, mint emitterkövető kis kimeneti ellenállást, tehát végül is teljesítményerősítést biztosít. A két fokozat között egy potenciométerrel változtatható magasvágó tag működik, amely pl. a szcregős hanglémezek, beajósodott magnófelvételek lejátszásakor lehet hasznos.

A kimenethez 32 Ω -os vagy annál nagyobb impedanciájú fejhallgató csatlakoztatható. A kimeneti kondenzátor az 5,1 k Ω -os ellenálláson át feltöltődik, így a fejhallgató utólagos csatlakoztatásakor abban nem keletkezik kellemetlen koppanás. A T_2 -re húzzunk egy kis hűtőcsillagot.

A megépítést követően ellenőrizzük T_1 munkapontját! A kollektorán (az áramköri nullához képest) a tápfeszültség felénél kb. másfél voltal többet kell mérnünk. Durvább eltérés esetén a 47 k Ω -os bázisellenállást változtassuk meg.

Feszültségvezérelt multivibrátor

A 6. ábrán vázolt multivibrátor rezgési frekvenciája az U_{be} kapcsokra kötött egyenfeszültséggel széles határok között változtatható. Ennek magyarázata,



6. ábra

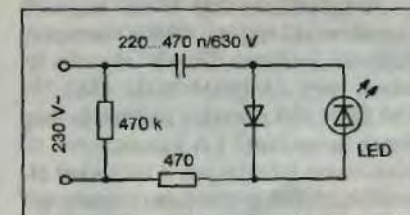
hogy a frekvenciát alapvetően befolyásoló elemek egyike, itt a BC108 típusú tranzisztor U_{be} függvényében nyit, illetve zár.

Az elmondottak értelmében valamely egyenfeszültség akusztikus indikációját valósíthatjuk meg. Például maximum, illetve minimum jelzéséhez használható az áramkör. (Tapasztalhatjuk, hogy a tapintó-mérőcsúcsot tartó kezeink is elbizonytalanodnak, ha viházzó szemünk nem reájuk figyel.)

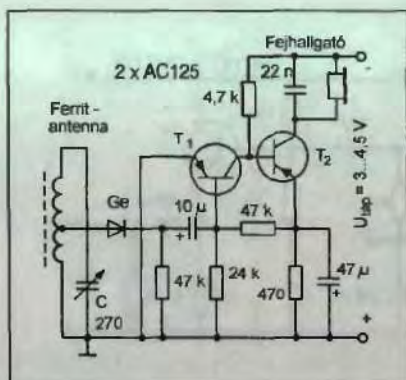
Hálózatjelző LED-del

A 230 V-os hálózatról üzemelő készülékek bekapcsolt állapotának jelzésére vagy pl. szobákban éjszakai irányfényhez, lámpakapcsolóhoz alkalmazhatunk LED-et is. Egy lehetséges megoldást a 7. ábra szemléltet.

A kör áramát dominánsan a kondenzátor korlátozza, lévén ez kapacitív reaktáns elem, valós teljesítményvesztés nélkül. A 470 Ω -os ellenállás csupán a bekapcsolási áramlökés csökkentésére szolgál. Általában a LED-ek megengedett záróirányú feszültsége mindössze kb. 5 V, ezért azt egy antiparalel kapcsolt, szinte tetszőleges típusú szilíciumdiódával védjük. A bemenetre kötött 470 k Ω -os ellenállás csak akkor szükséges, ha a kikapcsolást követően a kondenzátornak nincs más kisülési útja. Ez az ellenállás legalább 0,5 W-os legyen (U_{max})!



7. ábra



8. ábra

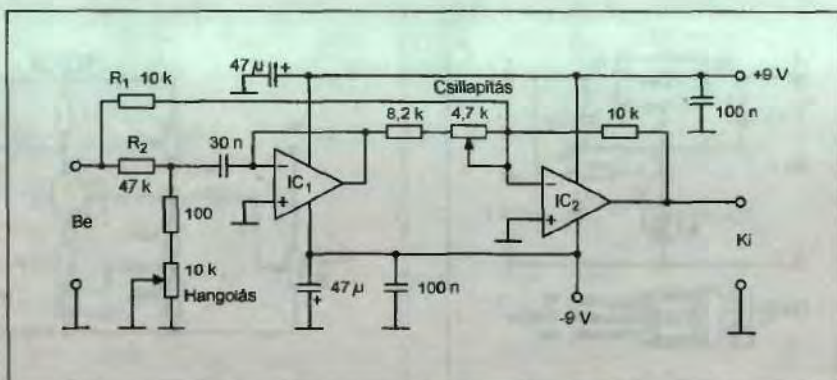
Az ábrából szintén következik, a LED félhullámú üzemben működik, észrevehetően villog, ami esetleg zavaró lehet.

Detektoros vevő

Középhullámú műsorszóró adó közelében kielégítő vételt nyújt a 8. ábra alapján felépített egyszerű rádiókészülék. A tekercs litzezhuzalból készül: 60 menet egy 8 mm átmérőjű, kb. 10 cm hosszú ferritrudra. A leágazást a testponttól számított kb. 20. menetről készítsük el. Fontos, hogy a litze minden szálát, mind a két végén beforrasszuk. Litze hiányában egyszerűen, zománczott rézhuzal is megfelel, de számítsunk a vételi érzékenység és a szelektivitás némi csökkenésére. A ferritrud vízszintes helyezkedjen el.

A germánium diódával (OA1161, D9B) detektált jel, a hangfrekvencia, a 10 µF-os kondenzátoron át jut a T₁ bázisára. Utóbbi a T₂-vel együtt ún. tandemfokozatot alkot. A két tranzisztort már egyenáramúlag csatoljuk egymáshoz, s a munkapontjaikat ellencsatolással stabilizáljuk. Az első tranzistor nyugalmi kollektorárama kb. 0,2 mA, ami a 24 kΩ-os ellenállással állítható be. A második tranzistor kb. 2 mA-e a 470 Ω-mal pontosítható. Ezt követően újra ellenőrizzük az első beállítást, hiszen az áramkör felépítéséből eredően mindkét változtatás a másikra is visszahat.

A fejhallgató 200 Ω-nál nagyobb impedanciájú legyen, tehát a manapság kapható „walkman fülesek” ide nem felelnek meg. (A HAM-bazár TM2-2M 180 Ω-os fülkengyeles hallgatója még éppen javasolható.) A tranzisztorok típusa szinte tetszőleges, a megadott ellenállásértékek germánium alapanyagú példányokra (AC..., AF...) vonatkoznak.



9. ábra

Hangolható lyukszűrő

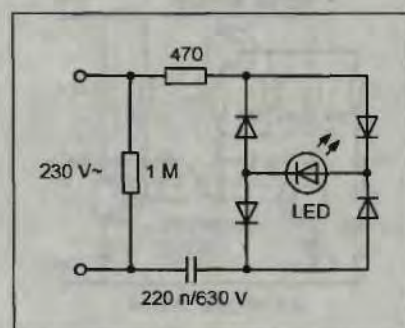
Gyakorlati feladat lehet, hogy a hangfrekvenciás sávból valamely diszkrét frekvenciájú rezgést kell kiszűrni. Példa erre a torzításmérés vagy egy vevőkészülék kimenetén a zavaró interferenciás fűty megszüntetése, de legalább is csökkentése. E célokra úgynevezett lyukszűrőt használhatunk.

A 9. ábra erre mutat egy aktív kapcsolást, amely a bemenet melletti potenciométerrel frekvenciában hangolható is. A másik potenciométerrel a jelcsillapítás mértéke, az átviteli jelleggörbét nézve a „lyuk” mélysége változtatható.

A műveleti erősítők típusa szinte tetszőleges lehet. A kapcsolás bemeneti ellenállását – durván számolva – az R₁ és az R₂ párhuzamos eredője határozza meg, ami kb. 8 kΩ. A kiemeneti ellenállás nagyságrendje száz ohm.

Hálózatjelző LED-del

Egy korábban ismertetett áramkörben csak az egyik félhullám táplálta a LED-et, így annak villogása esetleg zavaró lehetett. A 10. ábra megoldásában már mindkét félhullám árama átfolyik a LED-en, mivel azt egy Graetz-hid



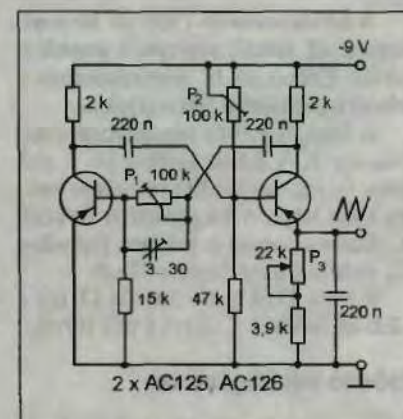
10. ábra

egyenágába kötöttük. Az észlelhető villogás megszűnik, pontosabban szólva, szemünk mintegy kiátlagolja a megmaradt lüktetést.

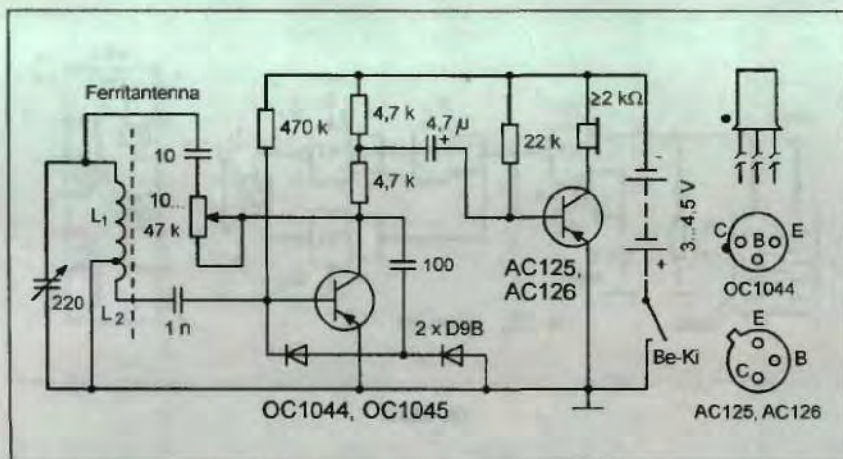
Szintén a másik félhullámnak köszönhetően, azonos fényerőhöz a kisebb kapacitású kondenzátor is elegendő. Az 1 MΩ-os ellenállás – a köszörült csavarvonalak közötti átvitelés megakadályozása érdekében – legalább 0,5 W-os példány legyen. A diódákra nincs különösebb megkötés, csak a LED áramát, itt kb. 15 mA-t kell kibírniuk.

Fűrészgenerátor

A kb. 1–5 kHz közötti frekvenciatartományban fűrészes alakú rezgés előállítására használható a 11. ábra kapcsolása. Ezt az eredetileg aszimmetrikus négyszögfeszültséget előállító astabil multivibrátor kibővítésével értük el. A fűrészfeszültség amplitúdója csúcsról csúcsig kb. 250 mV, a nagyságrenddel magasabb tápfeszültségnek köszönhetően az élek – szemmel, oszcilloszkópon vizsgálva – egyenesek.



11. ábra



12. ábra

Kéttranszistoros reflexvevő

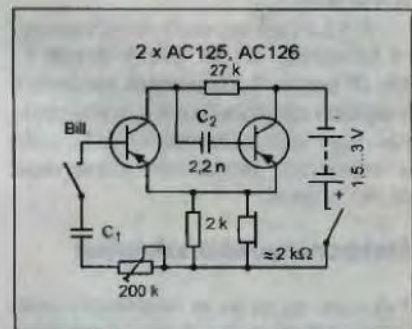
kapcsolását szemlélteti a 12. ábra. A működésre utaló reflex megnevezés azt jelenti, hogy az első tranzisztor kétszeresen van kihasználva. A vett rádiófrekvenciás jelet, valamint a két diódával történt demodulálás után nyert hangfrekvenciás jelet egyaránt erősíti.

A potenciométert, melynek fémházát célszerű „földelni”, a visszacsatolás, s így az erősítés változtatására használjuk.

A bemeneti rezgőkör 8–10 mm átmérőjű, legalább 6 cm hosszú ferritrúdra, lehetőleg litzvezetékkel készüljön. Középhullámú vételhez L_1 , menetszáma 80, L_2 -é pedig 10 lehet, mely értékek csak irányadók, azok a felhasznált ferrit anyagától függenek.

Morzegyakorló

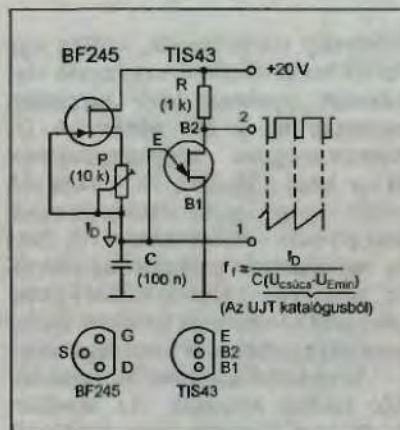
Kaskád kapcsolású oszcillátor (jelgenerátor) áramköre látható a 13. ábrán. Érdekessége, hogy mind a két tranzisztor előfeszítő egyenáram nélkül dolgozik. A C_1 értéke néhányszor tíz nanofarad, a tranzisztorok áramerősítésétől,



13. ábra

valamint a kívánt hangmagasságtól függően.

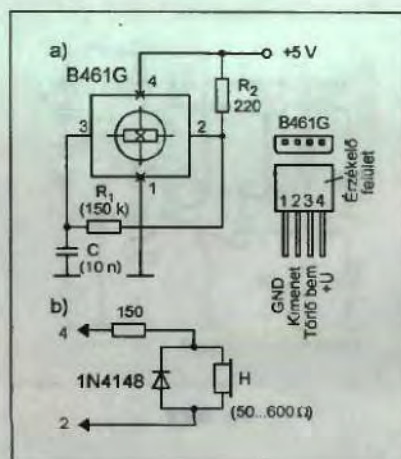
A berezgést az emitterkörök összekötése teszi lehetővé. Az áramkör egy meglehetősen szokatlan multivibrátor-kapcsolás, a frekvenciastabilitása ugyan rossz, de a címben jelzett célra megfelelő.



14. ábra

Fűrészgenerátor UJT-vel

A 14. ábra szerinti UJT-s fűrészgenerátor – a FET-es áramgenerátornak köszönhetően – lineáris fűrészjelet szolgáltat, ezen kívül a kétbázisú dióda B_2 elektródájáról rövid triggerimpulzusok is levezethetők. Az áramgenerátor konstans árammal tölti a C kondenzátort, tehát az 1. kimenet feszültsége az idő függvényében lineárisan emelkedik. Mihelyt eléri az UJT billenési feszültségét, az E- B_1 szakasz hirtelen vezetővé válik és a kondenzátort a nagyon kis belső ellenállásán át kisüti, közben B_2 -ben is rövid ideig áram folyik, en-



15. ábra

nek hatására keletkeznek az R ellenálláson a negatív tüimpulzusok.

A fűrészrezgés frekvenciája az ábrán feltüntetett közelítő összefüggéssel számítható. Az ábrán zárójelben megadott értékű kapcsolási elemek esetében a frekvencia 100 Hz...1 kHz között a P -vel beállítható.

Hall-generátoros síp

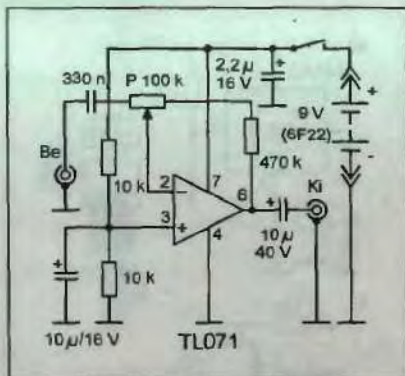
A 15. ábrán a volt NDK-ban gyártott B461G típusú Hall-generátor egy rendhagyó alkalmazását láthatjuk. Az eszközben magát a mágneses teret érzékelő Hall-elemet Schmitt-trigger követi a (szokásos RC-taggal) – és lévén a kimenet open kollektoros, egy munkaelenállással – kiegészítve az IC-t az négyszögjelet generál, ha a tokra ható mágneses gerjesztés meghalad egy küszöbértéket.

Ha az R_2 -t a b) ábrarészlet szerinti telefonhallgató-betétet tartalmazó terhelőkörrel helyettesítjük, a mágneses térerő növekedésére növekvő frekvenciájú hangjelzéssel figyelmeztető készüléket kapunk. $+U$ névleges értéke 5 V, de az áramkör egy 4,5 V-os laposelemmel is megfelelően működik.

Előerősítő dinamikus mikrofonhoz

A 16. ábrán látható egyszerű áramkör egyetlen, viszonylag alacsony zajú műveleti erősítővel üzemel, táplálása egy 9 V-os rádióelemről (6F22) történik. Az erősítés P -vel a kívánt értékre állítható (Ez az alkalmazott mikrofon, illetve a végerősítő érzékenységtől függ).

Az erősítőt az elemmel együtt egy kisméretű fémdobozban célszerű elhelyezni, amelyhez mind a mikrofon, mind a végerősítő bemenete árnyékolat



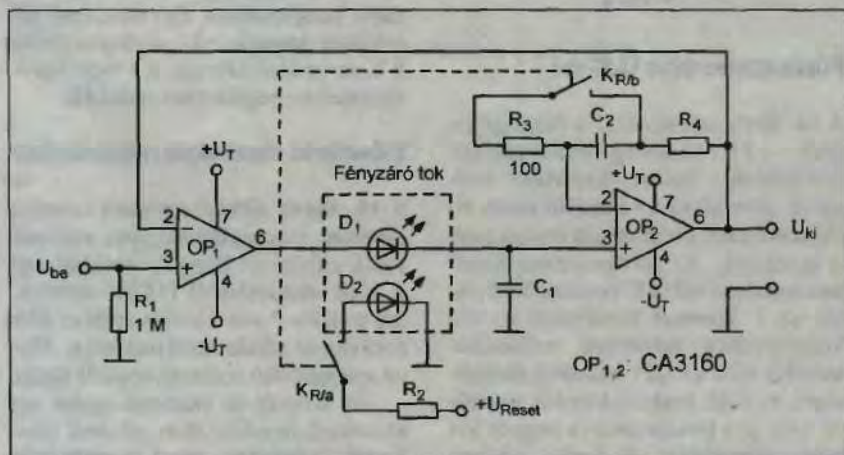
16. ábra

kábelrel (pl. Tuchel, RCA, jack csatlakozópáron keresztül) csatlakozik.

Csúcsértéktároló

A különféle, mintavételezésen alapuló analóg mérőműszerek kritikus eleme a nagy pontosságú analóg tartóáramkör, amely a mintavételezett feszültséget a leolvasás idejére észrevehető feszültségesés nélkül képes tárolni. Ez csak akkor sikerülhet, ha a jó minőségű tárolókondenzátorral igen kis szivárgási áramú eszközök kapcsolódnak párhuzamosan.

A 17. ábra egy ilyen megoldást mutat be. A C_1 mérő/tároló kondenzátor áttöltését C_2 egyidejű áttöltése kompenzálja (OP_2 integrátorként üzemel). Az igazán nagy trükk azonban az OP_1 bemeneti erősítő és az OP_2 közötti elválasztást biztosító dióda (D_1) megválasztásában rejlik: ez egy fényzáró tokban elhelyezett piros LED! A LED szivárgási árama ugyanis pikoamper nagyságrendű, ellentétben a szokásos Si-diódák nanoamperes záróáramával. A D_1 -et a D_2 , a fényzáró tokban elhe-



17. ábra

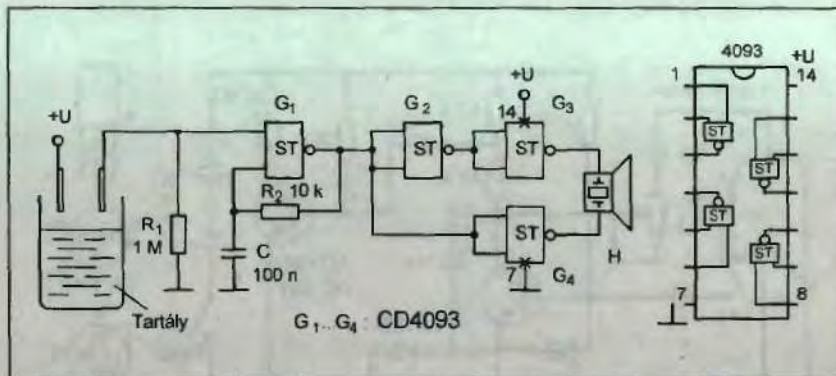
lyezett, azzal azonos típusú LED-del megvilágítva ($K_{R/a}$ zárásával) a mérőkondenzátor kisülhet, miközben C_2 -t $K_{R/b}$ sűti ki.

A kondenzátor, valamint az R_2 , R_4 értékét a konkrét alkalmazási körülmények szabják meg. OP_2 helyett más MOS-bemenetű műveleti erősítőt is használhatunk. OP_1 pedig szinte bármilyen korszerű OPA lehet.

Akusztikus vízszintjelző

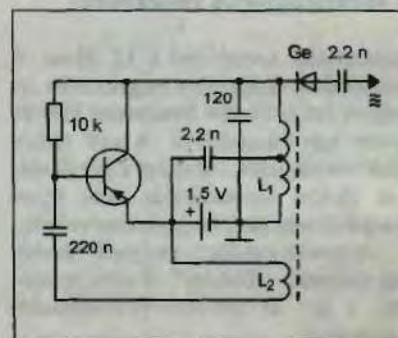
Víztartály túlcsoordulását, esetleg egy felület benedvesedését vagy egyéb vízkiömlést sípolással jelző kapcsolást mutatunk be a 18. ábrán. A G_1 Schmitt-triggeres négyszöggenerátor akkor kezd működni, ha a tartályba nyúló – vagy egyéb alkalmazásoknál más kivitelű – elektrodákat a víz, illetve más elektrolit gyakorlatilag „rövidre” zárja. A kb. 1 kHz-en működő generátor jelét a többi kapu ponálatlan, illetve invertálva juttatja a H piezosugárzóra.

Az elektrodákat lehetőleg korrózióálló acélból készítsük. Az áramkört 3...15 V-ot biztosító (nem feltétlenül



18. ábra

stabilizált) hálózati tápegységről vagy akár egy 9 V-os rádiótelepről is üzemeltethetjük.



19. ábra

Vizsgálógenerátor

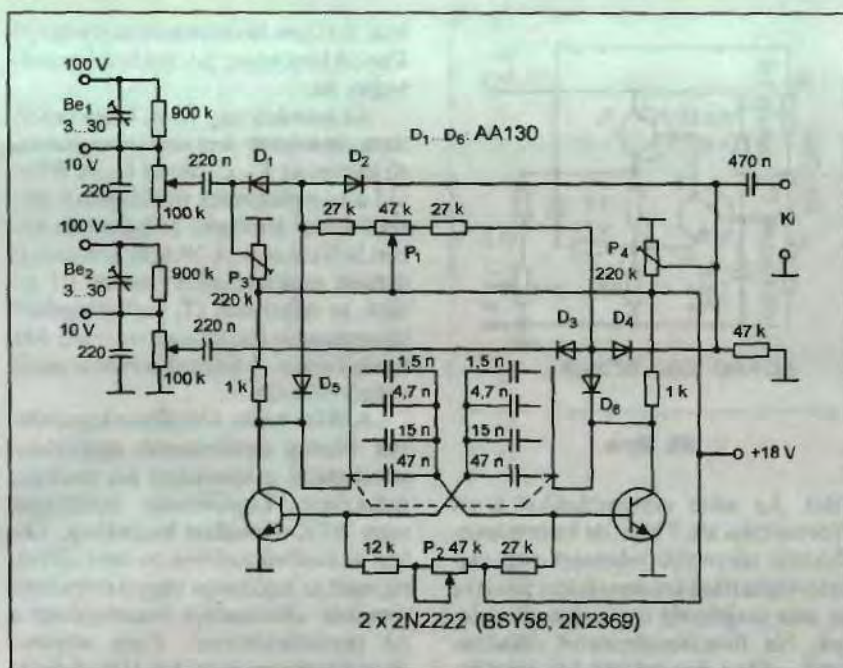
Harmonikusokban gazdag, „kombinált” frekvenciájú jelet szolgáltat a 19. ábra szerint megépített kapcsolás. Segítségével pl. egy rádió-vevőkészülék alamműködése vizsgálható az antennabemenettől kezdve a KF-fokozatokon át a HF-erősítővel bezárólag.

A kb. 100 kHz alapfrekvenciájú RF-jelet egy kb. 100 Hz nagyságrendű jel szaggatja, azaz végül is modulálja. A dióda nemlinearitásának is köszönhetően a rezgés még az URH-sávban is érzékelhető.

A tekercsek miniatűr fazékvasmag-ra készülnek: L_1 kb. 2×35 menet, L_2 kb. 20 menet. A kis méretek érdekében a táplálás egy mindössze 1,5 V-os mikro-, vagy ceruzaelemlről történik, ezért a tranzistor germánium alapanyagú, pl. AF... típus.

Elektronkapcsoló szkóphoz

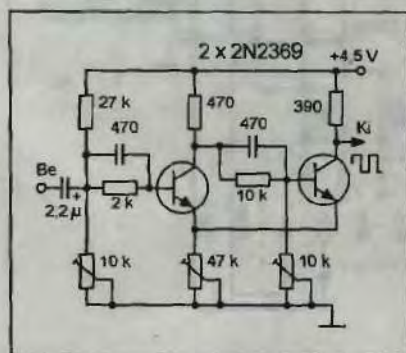
Egyszerű egysugaras oszcilloszkóppal is vizsgálhatunk egyidejűleg két különböző jelet, ha ún. elektronkapcsolót al-



20. ábra

kalmazunk. Utóbbi felváltva juttatja a két jelet a szkóp bemenetére. Ha az átkapcsolás kellően gyors, akkor a szemünk tehetetlensége miatt két önálló görbét látunk az ernyőn. A 20. ábra erre mutat egy egyszerű, igaz korlátozott minőséget produkáló kapcsolást.

Az egyik, illetve a másik csatorna diódás kapcsolóját (D_1 , D_2 , D_5 , ill. D_3 , D_4 , D_6) a két tranzisztorral felépített astabil multivibrátor kimeneti négy-szögjele vezérli. Ennek szimmetriája, így a két görbe egymáshoz képest értendő fényereje az ernyőn a P_2 -vel változtatható. A négyállású kétáramkörös kapcsolóval a multivibrátor frekvenciája állítható, célunk, hogy a görbék már ne villogjanak, de ne is legyenek szaggatottak. A P_1 a két görbe közötti távolság változtatására szolgál.



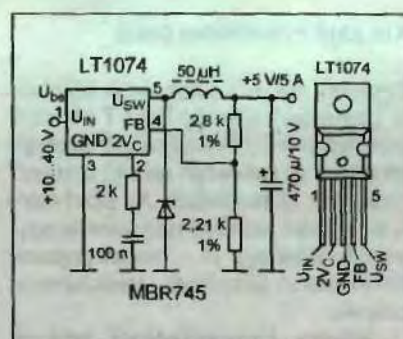
21. ábra

A feltüntetett „kapcsoló típusú” tranzisztorok helyett például a BC-, BF-sorozat npn kis teljesítményű példányait is beépíthetjük.

Schmitt-trigger

Különböző alakú (időbeli lefolyású) feszültségeket ún. Schmitt-trigger fokozattal, a bemeneti szinttől függően „ide-oda” billenő áramkör segítségével alakíthatunk át négy-szögjellé. Erre mutat egy példát a 21. ábra.

Itt célszerű „kapcsoló típusú” (pl. 2N2369, 2N2222) tranzisztorokat használni, hogy a négy-szög oldalai merede-



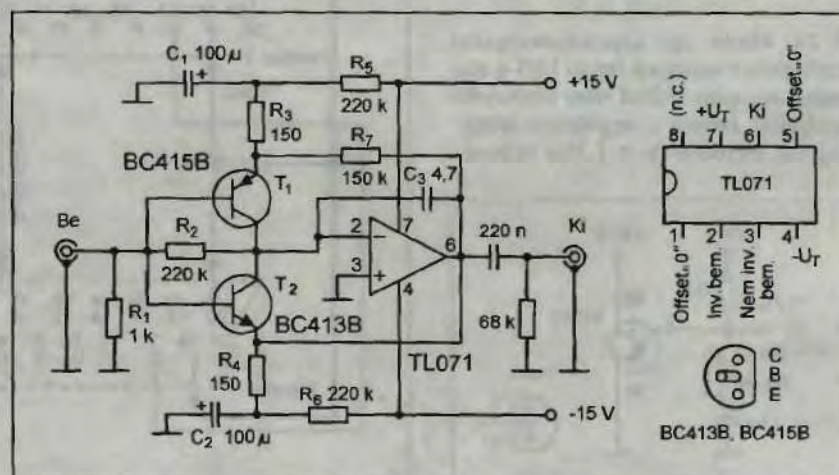
22. ábra

kek legyenek. A báziskori trimmerekkel a munkapontok, így a bemeneti négy-szögjel szimmetriája állítható be. A közös emitterellenállást úgy változtassuk, hogy a kapcsolás még éppen ne kezdjen önálló rezgésekre.

Az áramkör működéséből értelem-szerűen következik, hogy a kimeneti jel frekvenciája megegyezik a bemenetiével. A kapcsolás megemlíthető tulajdonsága az ún. hiszterézis, az átbillenés eltérő jelszintnél következik be, mint a visszabillenés.

Kapcsoló üzemi tápegység

A 22. ábrán látható, minden különösebb bemérést mellőzve utánépíthető (persze jó, ha rendelkezésre áll az IC!) stabilizált tápegység áramkört egyszerűsége az igen komplex, korszerű kapcsolástechnikájú LT1074 típusú toknak köszönheti. A bemutatott áramkör 200 kHz-es kapcsolófrekvenciával üzemel. Terhelhetősége 5 V-on 5 A, így előnyösen használható nagyobb logikai áramkört rendszer vagy egy személyi számítógép tápellátására.



23. ábra

Kis zajú mikrofonerősítő

Egyetlen, ma már a hobbisták körében is „korosnak” számító BiFET kis zajú műveleti erősítő felhasználásával meglehetősen jó minőségű erősítő építhető dinamikus mikrofonhoz. Az ezzel elérhető zajszint azonban még mindig magasabb, mint egy jó – bár lényegesen bonyolultabb felépítésű – tranzisztoros erősítőé.

Néhány kiskereskedőnél kapható ugyan tényleg kiváló zajparaméterekkel bíró, speciális HF-alkalmazásokhoz kifejlesztett OPA is (pl. OP27), de sajnos igen drágán. A 23. ábrán látható kapcsolás a hagyományos, diszkrét elemekből álló erősítővel elérhető kis zajt ötvözi az OPA-s áramkörök egyszerűségével, alacsony költségfordítás mellett.

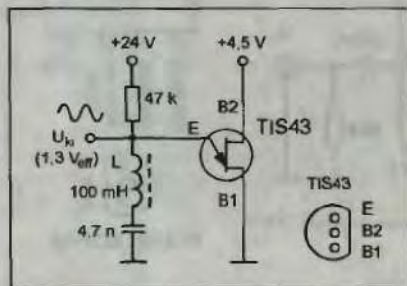
A kis zaj és kis torzítás érdekében a szokásos műveleti erősítő invertáló bemenete elé a T_1 – T_2 , különlegesen kis zajú tranzisztorokon alapuló komplementer-szimmetrikus bemeneti fokozatot kapcsoljuk. A tranzisztorok a zajtényező szempontjából optimálisan kis áramú munkapontban üzemelnek, alacsony U_{CE} mellett.

Bár a fokozatra a teljes erősítőláncot átfogó, erős negatív visszacsatolás hat, a tranzisztoros fokozatot egy további negatív visszacsatolással (R_2) külön is linearizáljuk. A frekvenciamevetet felülről C_3 határozza, amelynek értékét szükség esetén – egyedi bemérés alapján – módosíthatjuk.

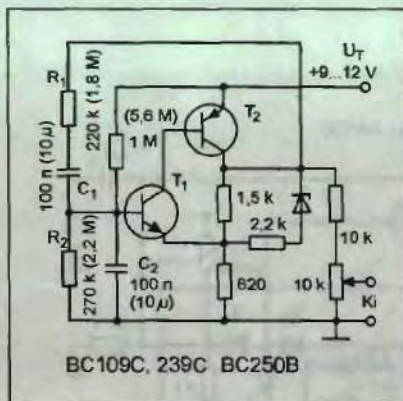
Az erősítő legfontosabb paramétereit: $U_{be} = 0,2$ mV, $f_{min} = 20$ kHz, $A_u = 60$ dB (1000-szeres), $k_{max} = 0,05\%$, zaj ($R_{be} = 1$ k Ω mellett) = 63 dB.

Színuszgenerátor UJT-vel

A 24. ábrán egy kapcsolástechnikai kuriózumot mutatunk be: az UJT-n alapuló kapcsolás ezúttal nem fűrészelet szolgáltat, hanem a rezgőkörön aránylag kis torzítású ($k = 1,3\%$) színusz-



24. ábra



25. ábra

jelet. Az adott elemértékekkel a jel frekvenciája kb. 7 kHz, de kisebb önindukciós tényezőjű tekercset vagy kisebb kapacitású kondenzátort választva ez akár megahertz nagyságrendű is lehet. Ha forgókondenzátort alkalmazunk, akkor hangolható LC-oscillátorhoz jutunk.

Alacsonyfrekvenciás oszcillátor

A 25. ábrán szinuszos jelet szolgáltató oszcillátor kapcsolási rajza látható. Az oszcillátor frekvenciája a megadott alkatrészértékekkel kb. 6,5 Hz. Jól használható pl. elektronikus hangszerek vibráló-oszcillátoraként. Ha áramkörünket a zárójelben levő alkatrészértékekkel építjük meg, akkor a rezgési frekvencia igen alacsony, kb. 0,01 Hz

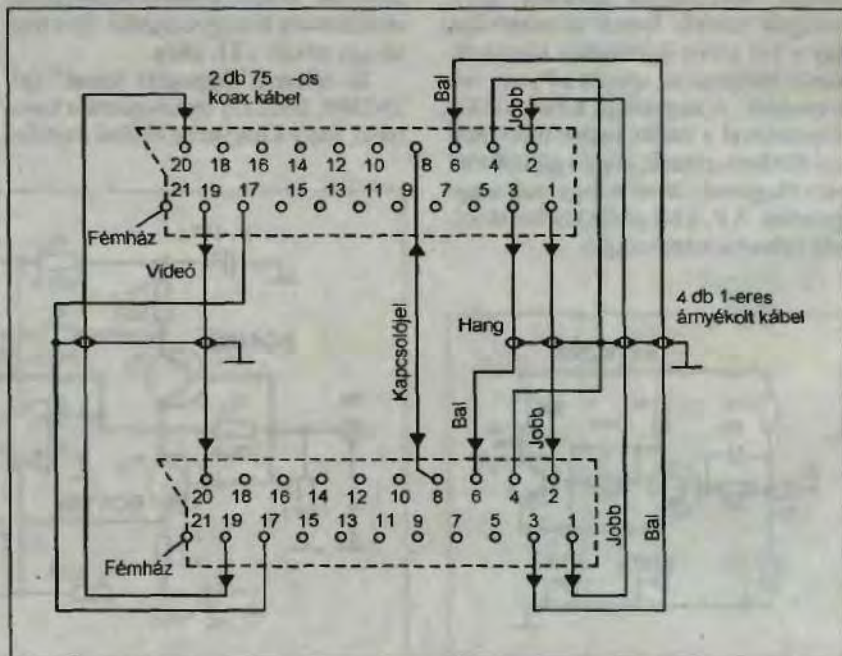
lesz. Az ilyen lassú változású jeleket pl. fényreklámokhoz, játékokhoz használhatjuk fel.

Az áramkör egy Wien-hidas oszcillátor, amelynek frekvenciameghatározó elemei az R_1 , C_1 , R_2 és C_2 . A Wien-híd a komplementer tranzisztoros erősítőfokozat kimenete és bemenete között helyezkedik el. Miután a Wien-híd osztása rezonanciafrekvencián 3:1 értékű, az erősítőnek (T_1 és T_2) legalább háromszoros feszültség erősítéssel kell rendelkeznie. A fokozat erősítése ennél valamivel több.

A Wien-hidas oszcillátor-kapcsolások mindig tartalmaznak amplitúdó-stabilizátort a kimenőjel kis torzítása érdekében. Legtöbbször izzólámpát vagy NTK-ellenállást használnak. Ebben az esetben azonban ez nem célszerű, mert az izzólámpa vagy a termisztor termikus időállandója összemérhető a jel periódusidejével. Ezért amplitúdó-stabilizálásra itt az 5,6 V-os Z-dióda szolgál. E megoldás némi torzítást eredményez, a szinuszt teteje „ellaposodik”. A kapcsolás áramfelvétele kb. 3 mA.

SCART-csatlakozók 1.

A modern audiovizuális technikában széles körben elterjedt az ún. SCART típusú csatlakozó. Ez a 20+1 kivezetésű elem a különböző jellegű villamos jelek egyidejű, komplex csatlakoztatására szolgál. A számunkra legfontosabb, pl. egy sztereó hangú tévévevő-



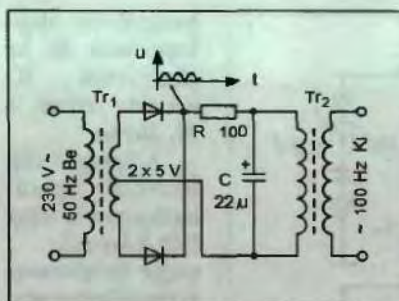
26. ábra

ben használatos kivezetések sorszáma és szerepe a következő:

1. Hang kimenet, jobb
2. Hang bemenet, jobb
3. Hang kimenet, bal
4. Hang közös (test)
6. Hang bemenet, bal
8. Kapcsolófeszültség be/ki
17. Videó kimenet test
18. Videó bemenet test
19. Videó kimenet
20. Videó bemenet

A 26. ábrán egy olyan kábel huzalozása látható, amelyet SCART-csatlakozóval szerelt készülékek (pl. két videomagnó, vagy pl. tv és videomagnó) összekötéséhez használhatunk (nézet a dugaszok forrasztási oldala, ill. az aljzat külső oldala felől). Mint látható, itt – a korábbi csatlakozótípusoktól eltérően – a hang- és a videokivezetéseket a számozásukat tekintve „keresztbe” kötjük.

A videomagnóból a 8. kivezetésen lejátszáskor megjelenő kapcsolójel (kb. +12 V) a monitorként használt tv-vevőkészüléket automatikusan átkapcsolja AV-üzembe, azaz a magnó jelének fogadására. A 21. kivezetés tulajdonképpen csak árnyékolás.



27. ábra

Frekvenciakétszerező

Egyszerű felépítésű, közel szinuszalakú kimenőjelet szolgáltató frekvenciaduplázó kapcsolás rajzát szemlélteti a 27. ábra. A hálózati 50 Hz-et a diódák kétoldalas egyenirányítják. Az eredmény a jól ismert periodikus „fél-szusz”, amelynek frekvenciája már 100 Hz, s harmonikus szinuszrezgések sorozatára bontható. Az alapharmonikust az R és a C tagokból álló aluláteresztő szűrővel, továbbá a Tr₂ transzformátorral választjuk ki.

A trafó kb. 1,5 cm² keresztmetszetű vasra készül, kb. 300 primermenettel, Ø0,15 mm-es CuZ (zománcozott réz-)

huzalból. A szekunder menetszáma a szükséges kimeneti feszültségtől függően széles határok között változhat.

Egyszerű fémkereső

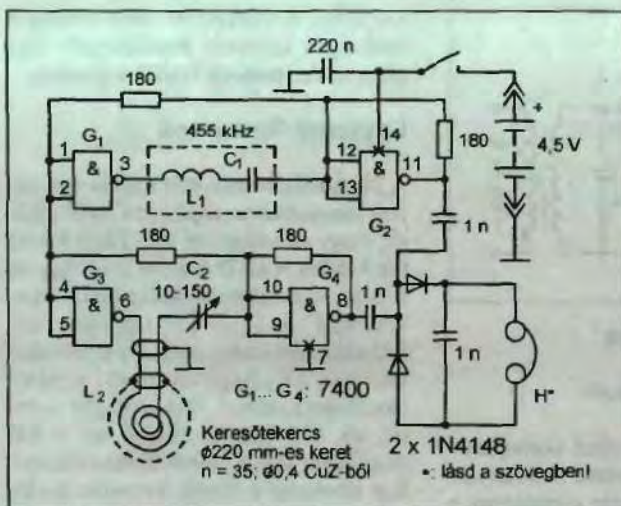
A 28. ábrán bemutatott hagyományos, frekvenciaüttetéses kapcsolás érdekessége, hogy oszcillátorai egy 7400 típusú tok két-két NAND-kapuja köré vannak felépítve. A referenciaoszcillátor frekvenciáját az L₁, C₁ rezgőkör kb. 455 kHz-ben szabja meg. Az L₂ érzékelőtekercs a C₂ forgóval alkotja a másik oszcillátort, ennek frekvenciáját szintén kb. 455 kHz-re állítjuk be. A két oszcillátor jele a csatolókondenzátorokon keresztül a diódás keverőre kerül, amelynek kimenetére a H, nagy impedanciájú fejhallgató csatlakozik.

A hallgatóban a két oszcillátor különbségi frekvenciájának megfelelő hangot hallunk, ezt C₂-vel a fülünk számára kellemes magasságúra állítjuk be. Az L₂ keresőtekercset fém tárgyhoz közelítve a hangmagasság megváltozik.

Az L₁, C₁ rezgőkör egy zsebrádió KF-záróköréből alakítható ki úgy, hogy az eredetileg párhuzamos rezgőkörben a kondenzátor egyik kivezetését a te-

 SPEKTRUMANALIZÁTOROK • 0,15-1050 MHz • méréshatár-bővítővel: 4050 MHz-ig	 RÁDIÓFREKVENCIÁS JELSZINTMÉRŐK • 5 MHz – 870 MHz • Csatorna- és frekvencia-beállítás, automatikus keresés • 30 dBμV – 120 dBμV • Bemenet: 75 Ω, „F” csatlakozó • Frekvencia, jelszint és spektrumjelzés • Hangkimenet (hangszóró) • Beépített akkumulátor, töltő, hordtáska
FUNKCIÓGENERÁTOROK • 0,3 Hz - 5 MHz-ig • beépített frekvenciamérő • szinus, négyzög stb. jelalakok • AM, FM moduláció 	CCTV RENDSZEREK, TARTOZÉKOK • Ipari, mikro, cső és panelkamerák • Miniatűr CMOS kamerák • Színes TFT LCD monitorok • Videórendszerek • egyedi igényekre, orvosi, kozmetikai, oktatási célokra, technológiai, laboratóriumi folyamatok vizsgálatára
OSZCILLOSKÓPOK  • DC-20 MHz-ig • két csatorna • 2db mérőfejjel  OSZCILLOSKÓP MÉRŐFEJEK	AV/RF MODULÁTOROK   • Egy és négycsatornás típusok (4 x AV bemenet, 1 x RF kimenet) • VHF, UHF és kábel tv csatornákra • „Profi” minőségű tv demodulátor
LABORTÁPEGYSÉGEK  • 0-30 V, 0-10 A • soros és párhuzamos működés	C/CS és PANELKAMERA OBJEKTÍVEK 
KÉZI FREKVENCIAMÉRŐK, RF TESZTEREK  • 10 Hz - 3 GHz • 10 számjegyű LCD kijelző • RSSI indikátor • bemenet: 50 Ω, max 15 dBm	2,4 GHz-es és 5,8 GHz-es VEZETÉK NÉLKÜLI AV ESZKÖZÖK  434 és 868 MHz-ES ADÓ ÉS VEVŐ MODULOK TÁVIRÁNYÍTÓK 

E-mail: profitech@t-online.hu
Rendszeresen vásárló kereskedőknek, telepítőknél, gyárirodák engedélyével



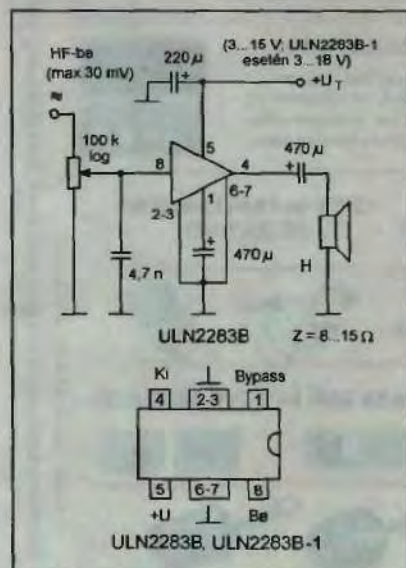
28. ábra

keres kivezetéséről leforrasztjuk. L_2 adatai az ábrán szerepelnek. Ezt kiegészítjük azzal, hogy a kész tekercs, célnál rögzített meneteit műgyantával átitatjuk, majd alumíniumfóliával betekerve árnyékoljuk úgy, hogy a fólia ne képezhessen zárt menetet!

A nagy impedanciájú (2–4 k Ω) fejhallgató szerkesztőségi HAM-bazárban időnként megvásárolható. A fejhallgató egy 10 k Ω -os ellenállással párhuzamsan kötött kerámia hangsugárzóval is helyettesíthető.

HF „teljesítményerősítő” zsebrádióhoz

Igen egyszerű alkalmazástechnikájú, csekély számú külső alkatrészt igénylő



29. ábra

hangerősítő alapkapcsolása és az alkalmazott IC tokrajza látható a 29. ábrán.

A Sprague cég ULN2283 típusú, módosított 8 lábú DIP-tokozású csipje kifejezetten zsebrádiókban történő felhasználásra készült. A „módosított 8 lábú” megfogalmazás azt jelenti, hogy a 2–3, illetve 6–7 lábak „összenöttek”. Ezen kivezetések 0-ra kötendők. Ha gondosan terveztük meg a nyák-ot, a csipben disszipálódott hő a széles kivezetésekkel jól elvezethető, és a földfólia legalább 16 cm²-es felületen kisugározható.

Az erősítő bemeneti ellenállása 250 k Ω , feszültségerősítése 42 dB ($A_v = 126$). A kimeneti teljesítmény $U_T = 6$ V és $Z_H = 8 \Omega$ esetén 0,35 W, $U_T = 12$ V és $Z_H = 15 \Omega$ -nál pedig 1,2 W (10% harmonikus torzítás mellett).

A legegyszerűbb TTL-szint ceruza

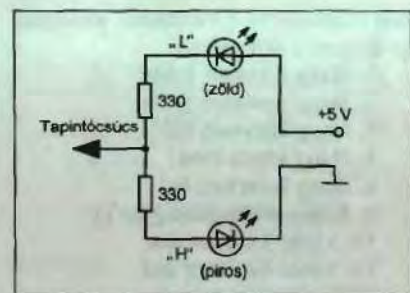
A 30. ábrán látható kapcsolást a TTL logikai áramkörökkel most ismerkedőknek ajánljuk. A logikai rendszer 5 V-os tápfeszültségével működő indikátor csupán a magas (H), illetve alacsony (L) logikai szint kijelzésére képes a piros, illetve zöld LED segítségével.

A „műszert” – tekintettel igencsak puritán felépítésére, minimális alkatrészszükségletére – egy golyóstollba is beépíthetjük, amelynek íróhegyét pl. egy beragasztott gombostű hegyével helyettesítjük (tapintócsúcs).

A LED-ek a minél kisebb helyfoglalás érdekében 3 mm átmérőjűek legyenek. A mintegy 50 cm-es, kéteres vezetékét szereljük fel krokodilcsipeszekkel.

Gítárhápgató („vau-vau” pedál)

A hápgató lényege: egy frekvenciaszelektív erősítő, amelynek átviteli karakterisztikája az idő függvényében változtatható egy pedál mozgatásával. A gitárhang komponenseinek amplitúdóját és fázisát a hápgató áramkör



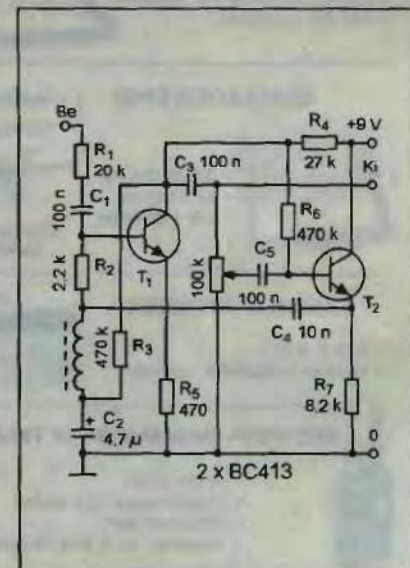
30. ábra

különböző mértékben változtatja meg. Az időben változó fázist ráadásul frekvenciamodulációként halljuk, s úgy érezzük, mintha a hápgó, ugató hang mellett még az alaphang frekvenciája is megváltozott volna.

A 31. ábrán vázolt kapcsolás kimenőjelét T_1 kollektoráról nyerjük. E jel a T_2 -vel felépített emitterkövetőre, majd C_4 -en át negatív visszacsatolásként T_1 bázisára is jut. A szintén a vcs.-körben elhelyezkedő tekercs pl. egy csöves magnetofon nagyimpedanciás kombináltfeje lehet. A pedál, s így a potencióméter csúszkájának mozgatása végeredményben a már említett effektust hozza létre.

A hápgató áramkör „illesztésénél” gyakorlatilag két változat jöhet szóba: vagy a gitár hangszedője után, az előerősítő előtt, vagy az előerősítő után.

Az első megoldás mellett szól a túlvezérlés kisebb veszélye, a második mellett pedig az eredő jel-zaj viszony.



31. ábra

SM-félvezetők kódjelölései

(Lásd a megjegyzéseket a 253. oldalon!)

Kód	Típus	Gyártó	Be- kód- olás	Tok	Ekvivalens típus/adatok
0	ZSC3603	NEC	1	SOT-173	npn RF-tranz.: $f_T = 7$ GHz
005	SSTPAD5	Siliconix	65		PAD-5 kis szivárgóáramú dióda: 5 pA
p01	PDA143ET	Philips	69	SOT-23	npn digitális tranz.: 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
001	PDA143ET	Philips	69	SOT-23	npn digitális tranz.: 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
01	Gali-1	MC	2	SOT-89	MMIC erősítő: DC...8 GHz, 12 dB
010	SSTPAD10	Siliconix	65		PAD-10 kis szivárgóáramú dióda: 10 pA
011	SQ2369R	STM	72	SOT-23R	Zh2369
02	BST82	Philips	68		n-csat. MOSFET, 80 V/175 mA
02	MRF5711L	Motorola	78	SOT-143	MRF571 npn RF-tranz.
02	GDZ2 0B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda: 200 mW/2 V
02	DTCC114T	Rohm	69		npn digitális tranz.: $R_1 = 10$ kΩ, 50 V/100 mA
02	Gali-2	MC	2	SOT-89	MMIC erősítő, DC...8 GHz, 16 dB
p02	POTC143ET	Philips	69	SOT-23	npn digitális tranz.: 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
002	POTC143ET	Philips	69	SOT-23	npn digitális tranz.: 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
03	Gali-3	MC	2	SOT-89	MMIC erősítő, DC...3 GHz, 22 dB
03	DTC114TE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.: $R_1 = 4,7$ kΩ, 50 V/100 mA
03	DTC143TUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: $R_1 = 4,7$ kΩ, 50 V/100 mA
03	DTC143TKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: $R_1 = 4,7$ kΩ, 50 V/100 mA
04	DTC114TCA	Rohm	69	SOT-23	npn digitális tranz.: $R_1 = 10$ kΩ, 50 V/100 mA
04	DTC114TE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.: $R_1 = 10$ kΩ, 50 V/100 mA
04	DTC114TUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: $R_1 = 10$ kΩ, 50 V/100 mA
04	DTC114TKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: $R_1 = 10$ kΩ, 50 V/100 mA
04	MRF5211L	Motorola	78	SOT-143	npn RF-tranz.: MRF521
04	Gali-4	MC	2	SOT-89	MMIC erősítő, DC...4 GHz, 17,5 dBm
-04	PMSS3904	Philips	69	SOT-323	ZN3904
004	PMBS3904	Philips	69	SOT-23	ZN3904
05	Gali-5	MC	2	SOT-89	MMIC erősítő, DC...4 GHz, 18 dBm
05	DTC124TE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.: $R_1 = 22$ kΩ, 50 V/100 mA
05	DTC124TUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: $R_1 = 22$ kΩ, 50 V/100 mA
05	DTC124TKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: $R_1 = 22$ kΩ, 50 V/100 mA
05	EDZ10B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda: 10 V/150 mW
05	VDZ10B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda: 10 V/150 mW
05F	TSDF1205R	Vishay	3	SOT-143R	npn tranz.: $f_T = 12$ GHz, 4 V/12 mA
06	Gali-6	MC	2	SOT-89	MMIC erősítő, DC...4 GHz, 115 dBm c/p
06	DTC144TE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.: $R_1 = 47$ kΩ, 50 V/100 mA
06	DTC144TUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: $R_1 = 47$ kΩ, 50 V/100 mA
06	DTC144TKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: $R_1 = 47$ kΩ, 50 V/100 mA
-06	PMSS3906	Philips	69	SOT-323	ZN3906
006	PMBS3906	Philips	69	SOT-23	ZN3906
p06	PMBFJ10B	Philips	61	SOT-23	J10B, n-csat. JFET
p09	PMBFJ109	Philips	61	SOT-23	J109, n-csat. JFET
020	SSTPAD20	Siliconix	65		PAD-20 kis szivárgóáramú dióda: 20 pA
050	SSTPAD50	Siliconix	65		PAD-50 kis szivárgóáramú dióda: 50 pA
081	SQ2369AR	STM	72	SOT-23R	Zh2369A
09	DTC115TUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: $R_1 = 100$ kΩ, 50 V/100 mA
09	DTC115TKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: $R_1 = 100$ kΩ, 50 V/100 mA
0A	MUN5111DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: 10 kΩ + 10 kΩ
0A	DTC125TUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: $R_1 = 100$ kΩ, 50 V/100 mA
0A	DTC125TKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: $R_1 = 100$ kΩ, 50 V/100 mA
0B	MUN5112DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: 22 kΩ + 22 kΩ
0C	MUN5113DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: 47 kΩ + 47 kΩ
0D	MUN5114DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: 10 kΩ + 47 kΩ
0E	MUN5115DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: $R_1 = 10$ kΩ
0F	MUN5116DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: $R_1 = 4,7$ kΩ
0G	MUN5130DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: 1 kΩ + 1 kΩ
0H	MUN5131DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: 2,2 kΩ + 2,2 kΩ
0J	MUN5132DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
0K	MUN5133DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: 4,7 kΩ + 47 kΩ
0L	MUN5134DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: 22 kΩ + 47 kΩ
0M	MUN5135DW1	Motorola	4	SOT-363	kettős npn digitális tranz.: 2,2 kΩ + 47 kΩ
1	ZSC3587	NEC	1		npn RF-tranz.: $f_T = 10$ GHz
1	BAZ77	Philips	64	SOD-523	VHF-tuner sávkapcsoló dióda
1 (M)	BB669	Siemens	64	SOD-323	varkap: 2,7...56 pF
10	MRF9411L	Motorola	78	SOT-143	MRF941 npn RF-tranz.: 8 GHz

Kód	Típus	Gyártó	Be- kód- olás	Tok	Ekvivalens típus/adatok
10	1PSS9SB10	Philips	58	SOT-346	Schottky dióda: 30 V/0,2 A
10A	PZM10NB2A	Philips	56	SOT-346	Kettős, közös anódú Z-dióda: 10 V/300 mW
10V	PZM10NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 10 V/300 mW
10Y	BZV49-C10	Philips	70	SOT-89	Z-dióda: 10 V/1 W
p10	PMBFJ110	Philips	61	SOT-23	J110 n-csat. JFET
11	MRF9511L	Motorola	78	SOT-143	MRF951 npn RF-tranz.: 8 GHz
11	MUN5311DW1	Motorola	5	SOT-363	npn/npn digitális tranz.: 10 kΩ + 10 kΩ
11	PDA1114EU	Philips	69	SOT-416	npn digitális tranz.
p11	PDA1114TT	Philips	69	SOT-23	npn digitális tranz.
p11	PMBFJ111	Philips	61	SOT-23	J111, n-csat. JFET
111	PDA1114TT	Philips	69	SOT-23	npn digitális tranz.
11A	PZM11NB2A	Philips	56	SOT-346	kettős, közös anódú Z-dióda: 11 V/300 mW
11A	MMBD1501A	National	56	SOT-23	Si dióda: 200 V/100 mA
11V	PZM11NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 11 V/300 mW
11Y	BZV49-C11	Philips	70	SOT-89	Z-dióda: 11 V/1 W
12	MUN5312DW1	Motorola	5	SOT-363	npn/npn digitális tranz.: 22 kΩ + 22 kΩ
12	DTA123EUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/100 mA
12	DTA123EKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/100 mA
12	GDZ2 2B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda: 200 mW/2 V
p12	POTC114TT	Philips	69	SOT-23	npn digitális tranz.
p12	PMBFJ112	Philips	61	SOT-23	J112, n-csat. JFET
112	POTC114TT	Philips	69	SOT-23	npn digitális tranz.
12A	MMBD1502A	National	56	SOT-23	Si dióda: 200 V/100 mA
12A	PZM12NB2A	Philips	56	SOT-346	kettős, közös anódú Z-dióda: 12 V/300 mW
12E	ZC2812E	Zetex	58	SOT-23	kettős, közös anódú RF-Schottky dióda: 15 V/20 mA
12V	PZM12NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 12 V/300 mW
12Y	BZV49-C12	Philips	70	SOT-89	Z-dióda: 12 V/1 W
13	DTA143EUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
13	DTA143EKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
13	DTA143ECA	Rohm	69	SOT-23	npn digitális tranz.: 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
13R	BC846BPN	Philips	69	SOT-363	BC546B
13s	BAS125	Siemens	58	SOT-23	Schottky kapcsolódióda: 24 V/100 mA
13s	BAS125W	Siemens	58	SOT-323	Schottky kapcsolódióda: 24 V/100 mA
13	MA4CS103A	MA	58	SOT-23	Schottky RF-dióda: 20 V/100 mA
13	MUN5313DW1	Motorola	5	SOT-363	npn/npn digitális tranz.: 47 kΩ + 47 kΩ
p13	PMBFJ113	Philips	61	SOT-23	J113, n-csat. JFET
13A	MMBD1503A	National	59	SOT-23	kettős Si dióda: 200 V/100 mA
13A	PZM13NB2A	Philips	56	SOT-346	kettős, közös anódú Z-dióda: 13 V/300 mW
13E	ZC2813E	Zetex	56	SOT-23	kettős, közös anódú RF-Schottky dióda: 15 V/20 mA
13R	S913TR	Vishay	6	SOT-143R	kétkapus MOSFET, 9 V-os UHF tv-tunerhez
13V	PZM13NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 13 V/300 mW
13Y	BZV49-C13	Philips	70	SOT-89	Z-dióda: 13 V/1 W
14s	BAS125-04	Siemens	59	SOT-23	Kettős, soros Schottky dióda: 25 V/100 mA
14s	BAS125-04W	Siemens	58	SOT-323	Kettős, soros Schottky dióda: 25 V/100 mA
14	BA7114-099R	Siemens	41		négyszeres Schottky dióda (ring)
14	DTA114EUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: 10 kΩ + 10 kΩ
14	DTA114EKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: 10 kΩ + 10 kΩ
14	MUN5314DW1	Motorola	5	SOT-363	npn/npn digitális tranz.: $R_1 = 10$ kΩ
14	DTA114ECA	Rohm	69	SOT-23	npn digitális tranz.: 10 kΩ + 10 kΩ
14	1PSS9SB11	Philips	58	SOT-346	kettős, soros Schottky dióda: 30 V/0,2 A
14A	MMBD1504A	National	57		kettős, közös katódos Si dióda: 200 V/100 mA
15s	BAS125-05	Siemens	57	SOT-23	kettős, közös katódos Schottky dióda: 25 V/100 mA
15s	BAS125-05W	Siemens	57	SOT-323	kettős, közös katódos Schottky dióda: 25 V/100 mA
15	DTA124EUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: 22 kΩ + 22 kΩ, 30 V/50 mA
15	DTA124EKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: 22 kΩ + 22 kΩ, 30 V/50 mA
15	DTA124ECA	Rohm	69	SOT-23	npn digitális tranz.: 22 kΩ + 22 kΩ, 30 V/50 mA
15	MUN5315DW1	Motorola	5	SOT-363	npn/npn digitális tranz.: $R_1 = 10$ kΩ
15	MMBT3960	Motorola	69		ZN3960
15	1PSS9SB15	Philips	57	SOT-346	kettős, közös katódos Schottky dióda: 30 V/0,2 A
15	EDZ11B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda: 11 V/150 mW
15	VDZ11B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda: 11 V/150 mW
15A	MMBD1505A	National	56		kettős, közös anódú Si dióda: 200 V/100 mA
15A	PZM15NB2A	Philips	56	SOT-346	kettős, közös anódú Z-dióda: 15 V/300 mW
15V	PZM15NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 15 V/300 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
15Y	BZV49-C15	Philips	70	SOT-89	Z-dióda: 15 V/1 W
p16	POTC114E7	Philips	69	SOT-23	npn digitális tranz.
116	POTC114EU	Philips	69	SOT-323	npn digitális tranz.
16s	BAS125-06	Siemens	56	SOT-23	kettes, közös anódú Schottky dióda: 25 V/100 mA
16s	BAS125-06W	Siemens	56	SOT-323	kettes, közös anódú Schottky dióda: 25 V/100 mA
16	MUN5316DW1	Motorola	5	SOT-363	npu/pnp digitális tranz.; $R_i = 4,7 \text{ k}\Omega$
16	DTA144EUA	Rohm	69	SC-70	nnp digitális tranz.; 47 k Ω + 47 k Ω , 30 V/50 mA
16	DTA144EKA	Rohm	69	SC-59	nnp digitális tranz.; 47 k Ω + 47 k Ω , 30 V/50 mA
16	1P5958B16	Philips	56	SOT-346	kettes, közös anódú Schottky dióda: 30 V/0,2 A
16V	PZM16NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 16 V/300 mW
16Y	BZV49-C16	Philips	70	SOT-89	Z-dióda: 16 V/1 W
17s	BAS125-07	Siemens	73	SOT-143	kettes Schottky dióda: 25 V/100 mA
17s	BAS125-07W	Siemens	73	SOT-343	kettes Schottky dióda: 25 V/100 mA
p17	POTC124E7	Philips	69	SOT-23	nnp digitális tranz.
117	POTC124EU	Philips	69	SOT-323	nnp digitális tranz.
18	8FP181T	Trk	78		nnp RF-tranz.; $f_t = 7,8 \text{ GHz}$; 10 V/20 mA
18	POTC143ZK	Philips	69	SOT-346	nnp digitális tranz.; 4,7 k Ω + 47 k Ω
p18	POTC143ZT	Philips	69	SOT-23	nnp digitális tranz.; 4,7 k Ω + 47 k Ω
118	POTC143ZT	Philips	69	SOT-23	nnp digitális tranz.; 4,7 k Ω + 47 k Ω
18E	MMB2525B	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda: 3 V/300 mW
18F	MMB2526B	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda: 43 V/300 mW
18V	PZM18NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 18 V/300 mW
18Y	BZV49-C18	Philips	70	SOT-89	Z-dióda: 18 V/1 W
19	POTA143ZK	Philips	69	SOT-346	nnp digitális tranz.; 4,7 k Ω + 47 k Ω
19	DTA115EUA	Rohm	69	SC-70	nnp digitális tranz.; 100 k Ω + 100 k Ω , 50 V/100 mA
19	DTA115EKA	Rohm	69	SC-59	nnp digitális tranz.; 100 k Ω + 100 k Ω , 50 V/100 mA
p19	POTA143ZT	Philips	69	SOT-23	nnp digitális tranz.; 4,7 k Ω + 47 k Ω
119	POTA143ZT	Philips	69	SOT-23	nnp digitális tranz.; 4,7 k Ω + 47 k Ω
100	SSTPAD100	Siliconix	65	SOT-23	PAD-100 kis szivárgáramú dióda: 100 pA
101	PZM10NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 10 V/300 mW
102	PZM10NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 10 V/300 mW
103	PZM10NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 10 V/300 mW
111	PZM11NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 11 V/300 mW
111	DTA113ZUA	Rohm	69	SC-70	nnp digitális tranz.; 1 k Ω + 10 k Ω , 50 V/100 mA
112	PZM11NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 11 V/300 mW
113	PZM11NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 11 V/300 mW
113	DTA143ZUA	Rohm	69	SC-70	nnp digitális tranz.; 4,7 k Ω + 47 k Ω , 50 V/100 mA
121	PZM12NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 12 V/300 mW
121	DTA113ZUA	Rohm	69	SC-70	nnp digitális tranz.; 1 k Ω + 10 k Ω , 50 V/100 mA
122	PZM12NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 12 V/300 mW
123	PZM12NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 12 V/300 mW
123	DTA143ZUA	Rohm	69	SC-70	nnp digitális tranz.; 4,7 k Ω + 47 k Ω , 50 V/100 mA
131	PZM13NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 13 V/300 mW
132	PZM13NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 13 V/300 mW
132	DTA123ZUA	Rohm	69	SC-70	nnp digitális tranz.; 2,2 k Ω + 47 k Ω , 50 V/100 mA
133	PZM13NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 13 V/300 mW
142	DTA123ZUA	Rohm	69	SC-70	nnp digitális tranz.; 2,2 k Ω + 47 k Ω , 50 V/100 mA
151	PZM15NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 15 V/300 mW
152	PZM15NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 15 V/300 mW
153	PZM15NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 15 V/300 mW
158	DTA144VUA	Rohm	69	SC-70	nnp digitális tranz.; 47 k Ω + 10 k Ω , 50 V/100 mA
161	PZM16NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 16 V/300 mW
162	PZM16NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 16 V/300 mW
163	PZM16NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 16 V/300 mW
166	DTA144VUA	Rohm	69	SC-70	nnp digitális tranz.; 47 k Ω + 10 k Ω , 50 V/100 mA
179	FMMT5179	Zetex	69		2N5179
181	PZM18NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 18 V/300 mW
182	PZM18NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 18 V/300 mW
183	PZM18NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 18 V/300 mW
1A	BC846A	Philips	69	SOT-23	BC546A
1A	BC846AT	Philips	69	SOT-416	BC546A
1Ap	BC846A	Philips	69	SOT-23	BC546A
1Ai	BC846A	Philips	69	SOT-23	BC546A
1Ai	BC846AW	Philips	69	SOT-323	BC546A
1A-	BC846AW	Philips	69	SOT-323	BC546A
1A	FMMT3904	Zetex	69	SOT-23	2N3904
1A	MMBT3904	Motorola	69	SOT-23	2N3904
1A	IRLML2402	IR	61	SOT-23	n-csat. MOSFET: 20 V/0,9 A
p1A	FMMT3904	Philips	69	SOT-23	2N3904

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
p1A	PXT3904	Philips	69	SOT-89	2N3904
11A	FMMT3904	Philips	69	SOT-23	2N3904
11A	PMST3904	Philips	69	SOT-323	2N3904
-1A	PMST3904	Philips	69	SOT-323	2N3904
1AM	MMBT3904L	Motorola	69	SOT-23	2N3904
1B	BC846B	Philips	69	SOT-23	BC546B
1B	BC846BT	Philips	69	SOT-416	BC546B
1Bp	BC846B	Philips	69	SOT-23	BC546B
1Bi	BC846B	Philips	69	SOT-23	BC546B
1Bi	BC846BW	Philips	69	SOT-323	BC546B
1B-	BC846BW	Philips	69	SOT-323	BC546B
1B	FMMT2222	Zetex	69	SOT-23	2N2222
1B	MMBT2222	Motorola	69	SOT-23	2N2222
1B	IRLML2003	IR	61	SOT-23	n-csat. MOSFET: 30 V/0,9 A
p1B	PMBT2222	Philips	69	SOT-23	2N2222
11B	PMBT2222	Philips	69	SOT-23	2N2222
11B	PMST2222	Philips	69	SOT-233	2N2222
-1B	PMST2222	Philips	69	SOT-323	2N2222
1Bs	BC817U/N	Siemens	69	SC-74	
1Cp	BAP50-05	Philips	57	SOT-23	kettes, közös katódos GP RF pin-dióda
1C	FMMT-A20	Zetex	69	SOT-23	MPSA20
1C	MMBT20L	Motorola	69	SOT-23	MPS3904
1C	IRLML6302	IR	61	SOT-23	p-csat. MOSFET: 20 V/0,6 A
1Cs	BC847S	Siemens	69	SOT-363	BC457
1Dp	BC846	Philips	69	SOT-23	BC456
1Di	BC846	Philips	69	SOT-23	BC458
1Di	BC846W	Philips	69	SOT-323	BC456
1D-	BC846W	Philips	69	SOT-323	BC456
1D	MMBT442	Motorola	69	SOT-23	MPSA42 npn tranz.; 300 V
1D	IRLML5103	IR	61	SOT-23	p-csat. MOSFET: 30 V/0,6 A
p1D	PMBT442	Philips	69	SOT-23	MPSA42
p1D	PXTA42	Philips	69	SOT-89	MPSA42
11D	PMBT442	Philips	69	SOT-23	MPSA42
11D	PMSTA42	Philips	69	SOT-323	MPSA42
1Ds	BC846U	Siemens	69	SC-74	BC456
1Ds	BC846U	Siemens	69	SOT-363	BC456
1DN	2SC4083	Rohm	69		nnp tranz.; 11 V/3,2 GHz; tv-tunerhez
1DR	MSD1326R	Motorola	69	SOT-346	nnp tranz.; 25 V/500 mA
1E	BC847A	Philips	69	SOT-23	BC547A
1E	BC847AT	Philips	69	SOT-416	BC547A
1E	BC847AT	Dio	69	SOT-523	BC547A
1Ep	BC847A	Philips	69	SOT-23	BC547A
1Ei	BC847A	Philips	69	SOT-23	BC547A
1Ei	BC847A	Philips	69	SOT-323	BC547A
1E-	BC847A	Philips	69	SOT-323	BC547A
1ER	BC847AR	Philips	72	SOT-23R	BC547A
1E	FMMT-A43	Zetex	69		MPSA43
1E	MMBT4A43	Motorola	69	SOT-23	MPSA43 npn tranz.; 200 V
11E	PMBT4A43	Motorola	69	SOT-23	MPSA43
11E	PMSTA43	Motorola	69	SOT-323	MPSA43
1Es	BC847A	Siemens	69	SOT-23	BC457
1Es	BC847AW	Siemens	69	SOT-323	BC457
1EN	2SC4084	Rohm	69		nnp tranz.; 20 V/2 GHz; tv-tunerhez
1F	BC847B	Philips	69	SOT-23	BC547B
1F	BC847BT	Philips	69	SOT-416	BC547B
1Fi	BC847BT	Dio	69	SOT-523	BC547B
1Fa	BC847B	Siemens	69	SOT-23	BC547B
1Fa	BC847BT	Siemens	69	SC-75	BC547B
1Fs	BC847BW	Siemens	69	SOT-323	BC547B
1Fp	BC847B	Philips	69	SOT-23	BC547B
1Fi	BC847B	Philips	69	SOT-23	BC547B
1Fi	BC847BW	Philips	69	SOT-323	BC547B
1F-	BC847BW	Philips	69	SOT-323	BC547B
1FR	BC847BR	Philips	72	SOT-23R	BC547B
1F	MMBT5550	Motorola	69	SOT-23	2N5550 npn tranz.; 140 V
p1F	PMBT5550	Philips	69	SOT-23	2N5550
11F	PMBT5550	Philips	69	SOT-23	2N5550
11F	PMST5550	Philips	69	SOT-323	2N5550
1FZ	FMBT5550	Zetex	69	SOT-23	2N5550

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tek	Ekvivalens típus/adatok
1G	BC847C	Philips	69	SOT-23	BC547C
1G	BC847CT	Philips	69	SOT-416	BC547C
1Gp	BC847C	Philips	69	SOT-23	BC547C
1Gi	BC847CW	Philips	69	SOT-323	BC547C
1G-	BC847CW	Philips	69	SOT-323	BC547C
1Gs	BC847C	Siemens	69	SOT-23	BC547C
1Gs	BC847CW	Siemens	69	SOT-323	BC547C
1GR	BC847CR	Philips	72	SOT-23R	BC547C
1GT	SOA06	STM	69	SOT-23	MPSA06
1G	FMMT-A06	Zetex	69	SOT-23	MPSA06
1G	NMBTA06	Motorola	69	SOT-23	MPSA06
p1G	PMMTA06	Philips	69	SOT-23	MPSA06
11G	PMMTA06	Philips	69	SOT-23	MPSA06
11G	PMMTA06	Philips	69	SOT-323	MPSA06
1GM	NMBTA06	Motorola	69	SOT-23	MPSA06
1Hp	BC847	Philips	69	SOT-23	BC547
1Hi	BC847	Philips	69	SOT-23	BC547
1Hi	BC847W	Philips	69	SOT-323	BC547
1H-	BC847W	Philips	69	SOT-323	BC547
1H	FMMT-A05	Zetex	69		MPSA05
1H	NMBTA05	Motorola	69	SOT-23	MPSA05
11H	NMBTA05	Philips	69	SOT-323	MPSA05
1HT	SOA05	STM	69	SOT-23	MPSA05
1J	BC848A	Philips	69	SOT-23	BC548A
1Js	BC848A	Siemens	69	SOT-23	BC548A
1Js	BC848AW	Siemens	69	SOT-323	BC548A
1J	FMMT2369	Zetex	69	SOT-23	2N2369
1J	NMBT2369	Motorola	69	SOT-23	MPS2369
1Js	BCV61A	Siemens	7	SOT-143	npn áramtűköt, $I_{V_{CE}} = 100$
1Jp	BCV61A	Philips	7	SOT-143	npn áramtűköt, $I_{V_{CE}} = 180$
p1J	PMBT2369	Philips	69	SOT-23	2N2369
11J	PMBT2369	Philips	69	SOT-23	2N2369
11J	PMBT2369	Philips	69	SOT-323	2N2369
1JA	NMBT2369A	Motorola	69	SOT-23	MPS2369A
1JR	BC848AR	Philips	72	SOT-23R	BC548A
1JZ	BC848A	Zetex	69	SOT-23	BC548A
1K	BC848B	ITT	69	SOT-23	BC548B
1Kp	BC848B	Philips	69	SOT-23	BC548B
1Ks	BC848B	Siemens	69	SOT-23	BC548B
1Ks	BC848BW	Siemens	69	SOT-323	BC548B
1K	NMBT6428	Motorola	69	SOT-23	MPSA18, 50 V
p1K	PMBT6428	Philips	69	SOT-23	MPSA18, 50 V
11K	PMBT6428	Philips	69	SOT-323	MPSA18, 50 V
11K	PMBT6428	Philips	69	SOT-323	MPSA18, 50 V
1K	FMMT4400	Zetex	69	SOT-23	2N4400
1Ks	BCV61B	Siemens	7	SOT-143B	npn áramtűköt, $I_{V_{CE}} = 290$
1Kp	BCV61B	Philips	7	SOT-143B	npn áramtűköt, $I_{V_{CE}} = 290$
1KR	BC848BR	Philips	72	SOT-23R	BC548B
1KM	NMBT6428L	Motorola	69	SOT-23	MPSA18, 50 V
1KZ	FMMT4400	Zetex	69	SOT-23	2N4400
1L	BC848C	ITT	69	SOT-23	BC548C
1Lp	BC848C	Philips	69	SOT-23	BC548C
1Ls	BC848C	Siemens	69	SOT-23	BC548C
1Ls	BC848CW	Siemens	69	SOT-323	BC548C
1L	NMBT6429	Motorola	69		MPSA18, 45 V
1L	FMMT4401	Zetex	69		2N4401
1L	BCV61C	Siemens	7	SOT-143B	npn áramtűköt, $I_{V_{CE}} = 520$
1Lp	BCV61C	Philips	7	SOT-143B	npn áramtűköt, $I_{V_{CE}} = 520$
p1L	PMBT6429	Philips	69	SOT-23	MPSA18, 45 V
11L	PMBT6429	Philips	69	SOT-23	MPSA18, 45 V
11L	PMBT6429	Philips	69	SOT-323	MPSA18, 45 V
1LR	BC848CR	Philips	72	SOT-23R	BC548C
1Mp	BC848	Philips	69	SOT-23	BC548
1M	NMBTA13	Motorola	69	SOT-23	MPSA13 Darlingtonpár
1M	BC848C	Dio	69	SOT-323	BC548
1Mp	BCV61	Philips	7	SOT-143B	npn áramtűköt
1M	FMMT-A13	Zetex	69	SOT-23	MPSA13
p1M	PXTA13	Philips	69	SOT-89	MPSA13
p1M	PMBTA13	Philips	69	SOT-23	MPSA13

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tek	Ekvivalens típus/adatok
11M	PMBTA13	Philips	69	SOT-23	MPSA13
1N	FMMT-A14	Zetex	69	SOT-23	MPSA14
1N	NMBTA14	Motorola	69	SOT-23	MPSA14 Darlingtonpár
1Ns	ZTX11N15DF	Zetex	69	SOT-23	alacsony szűrőáramú npn tranz. 15 V/3 A
p1N	PMBTA14	Motorola	69	SOT-23	MPSA14 Darlingtonpár
p1N	PXTA14	Motorola	69	SOT-89	MPSA14
11N	PMBTA14	Motorola	69	SOT-23	MPSA14
1P	FMMT2222A	Zetex	69		2N2222A
1P	NMBT2222A	Motorola	69	SOT-23	2N2222A
1P	BC847PN	Siemens	8		npn/npn szigetelt HF tranz. pár
1P	CMD218L	CSC	64	SOD-323	Z dióda; $I_z = 0,5 \text{ mA}/18 \text{ V}, 250 \text{ mW}$
p1P	PMBT2222A	Philips	69	SOT-23	2N2222A
p1P	PXT2222A	Philips	69	SOT-89	2N2222A
11P	PMBT2222A	Philips	69	SOT-23	2N2222A
11P	PMBT2222A	Philips	69	SOT-323	2N2222A
1Q	NMBT5088	Motorola	69	SOT-23	MPSA18, $U_{CE} = 30 \text{ V}$
p1Q	PMBT5088	Philips	69	SOT-23	MPSA18, $U_{CE} = 30 \text{ V}$
11Q	PMBT5088	Philips	69	SOT-23	MPSA18, $U_{CE} = 30 \text{ V}$
11Q	PMBT5088	Philips	69	SOT-323	MPSA18, $U_{CE} = 30 \text{ V}$
1R	NMBT5088	Motorola	69	SOT-23	MPSA18, $U_{CE} = 25 \text{ V}$
11R	PMBT5088	Philips	69	SOT-323	MPSA18, $U_{CE} = 25 \text{ V}$
1S	NMBT2369A	National	69	SOT-23	2N2369A, kapcsoló npn, 500 MHz
1S	MSC3130	Motorola	63	SOT-346	npn RF-tranz.; $f_t = 1,4 \text{ GHz}$ @ 10 V
1T	NMBT3960A	Motorola	69		2N3960A
1U	NMBT2484L	Motorola	69	SOT-23	MPSA18
1V	NMBT6427	Motorola	63	SOT-23	2N6426/7 npn Darlingtonpár
1Vp	BF820	Philips	69	SOT-23	BF420 npn tranz., 300 W/50 mA
1Vl	BF820	Philips	69	SOT-23	BF420
1Vl	BF820W	Philips	69	SOT-323	BF420
1V-	BF820W	Philips	69	SOT-323	BF420
1W	FMMT3903	Zetex	69	SOT-23	2N3903
1Wp	BF821	Philips	69	SOT-23	BF421 npn tranz., 300 W/50 mA
1Wl	BF821	Philips	69	SOT-23	BF421
1Wl	BF822W	Philips	69	SOT-323	BF421
1W-	BF822W	Philips	69	SOT-323	BF421
1X	NMBT930L	Motorola	69	SOT-23	MPS3904
1Xp	BF822	Philips	69	SOT-23	BF422 npn tranz., 250 W/50 mA
1Xl	BF822	Philips	69	SOT-23	BF422
1Y	NMBT3903	Motorola	69	SOT-23	2N3903
1Yp	BF823	Philips	69	SOT-23	BF423 npn tranz., 250 W/50 mA
1Yl	BF823	Philips	69	SOT-23	BF423
1Z	BAS70-06	Zetex	56	SOT-23	kezes RF mikrocsatlósó Schottky dióda
1Z	NMBT6517	Motorola	69	SOT-23	2N6517 npn tranz., $U_{CE} = 350 \text{ V}$
2	BAT62-02W	Siemens	64	SOD-80	BAT16 Schottky dióda
2	BB182	Philips	64	SOD-323	varikap 2,5...23 pF
2 (te)	BAF64-03W	Siemens	64	SOD-323	pin-dióda
2 (te)	2SC3604	NEC	1		npn RF-tranz.; $f_t = 8 \text{ GHz}$ 12 dB @ 2 GHz
2 (te)	BB439	Siemens	64	SOD-323	varikap 5...29 pF
20	MHF5811	Motorola	78	SOT-143	npn RF-tranz.; $f_t = 5 \text{ GHz}$ @ 0,2 A
20	PDT114WU	Philips	69	SOT-323	npn digitális tranz.
20F	TSD1220R	Vishay	3	SOT-143R	npn RF-tranz.; $f_t = 12 \text{ GHz}$ @ 6 V/20 mA
20V	F2M20NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 20 W/300 mW
20V	BZV49-C20	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 20 W/1 W
21	Gall-21	MC	2	SOT-89	MMIC erősítő; DC, 8 GHz, 14 dB
21	1PSS95B21	Philips	58	SOT-346	Schottky dióda 40 V/0,2 A
22	NMBT4209	National	69	SOT-23	2N4209 npn kapcsolótranz., 850 MHz
22	DTC123EUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; 2,2 k Ω + 2,2 k Ω , 50 V/100 mA
22	DTC123EKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 2,2 k Ω + 2,2 k Ω , 50 V/100 mA
22	GD22-48	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 2,4 V/200 mW
22V	PZM22NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 22 W/300 mW
22V	BZV49-C22	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 22 W/1 W
23	NMBT3646	National	69	SOT-23	2N3646 npn kapcsolótranz., 350 MHz
23	DTC143EUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; 4,7 k Ω + 4,7 k Ω , 50 V/100 mA
23	DTC143EKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 4,7 k Ω + 4,7 k Ω , 50 V/100 mA
23	PDTA114TU	Philips	69	SOT-323	npn digitális tranz.; $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$
123	PDTA114TU	Philips	69	SOT-323	npn digitális tranz.; $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$
24	RR264M-400	Rohm	64	PMDU	hi-rel dióda; 400 W/0,7 A
24	NMBD2101	National	58	SOT-23	Si dióda; 100 W/200 mA
24	DTC114ECA	Rohm	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 10 k Ω + 10 k Ω , 50 V/100 mA

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
24	DTC114EUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
24	DTC114EKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
24	2SC5006	NEC	69		npn RF-tranz.: $f_T = 4.5 \text{ GHz}$ @ 3 V/7 mA
24	PDT114TU	Philips	69	SOT-323	npn digitális tranz.: $R_1 = 10 \text{ kΩ}$
24	PDT114TU	Philips	69	SOT-323	npn digitális tranz.: $R_1 = 10 \text{ kΩ}$
24V	FZM24NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 24 V/300 mW
24V	BZV49-C24	Philips	70	SOT-89	Z-dióda: 24 V/1 W
25	MMB02102	National	66	SOT-23	Si dióda: 100 V/200 mA
25	DT124EKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
25	DT124EUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
25	ED212B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda: 12 V/150 mW
25	VD212B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda: 12 V/150 mW
25	MMB02103	National	58	SOT-23	MMB01201 kettős, közös katódos dióda
28	DTC144EKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/30 mA
26	DTC144EUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/30 mA
27	MMB02104	National	57	SOT-23	MMB01201 kettős, közös katódos dióda
27V	PZM27NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 27 V/300 mW
27V	BZV49-C27	Philips	70	SOT-89	Z-dióda: 27 V/1 W
28	BFP280T	TIK	77		npn RF-tranz.: $f_T = 7 \text{ GHz}$ @ 8 V/10 mA
28	MMB02105	National	58	SOT-23	MMB01201 kettős, közös anódos dióda
28	PDTA114WU	Philips	69	SOT-323	npn digitális tranz.
28	MMB01401	National	58	SOT-23	Si dióda: 200 V/100 mA
29	DTC115EE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.: 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/20 mA
29	DTC115EUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/20 mA
29	DTC115EKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/20 mA
200	SSTPAD200	Siliconix	65		PAD-200 fénnyáradéka: 200 pA
201	FZM20NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 20 V/300 mW
202	PZM20NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 20 V/300 mW
203	PZM20NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 20 V/300 mW
221	PZM22NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 22 V/300 mW
222	PZM22NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 22 V/300 mW
223	PZM22NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 22 V/300 mW
241	PZM24NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 24 V/300 mW
242	PZM24NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 24 V/300 mW
243	PZM20NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 24 V/300 mW
271	PZM27NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 27 V/300 mW
272	PZM27NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda: 27 V/300 mW
2A	MMBT3906	Motorola	69	SOT-23	2N3906
2A	MMBT3906W	Motorola	69	SOT-323	2N3906
2A	FMMT3906	Zetex	69	SOT-23	2N3906
12A	PMBT3906	Philips	69	SOT-23	2N3906
12A	PMST3906	Philips	69	SOT-323	2N3906
p2A	FMBT3906	Philips	69	SOT-23	2N3906
p2A	PXT3906	Philips	70	SOT-89	2N3906
2A4	FZM2.4NB2A	Philips	57	SOT-346	kettős, közös katódos Z-dióda: 2.4 V
2A7	FZM2.7NB2A	Philips	57	SOT-346	kettős, közös katódos Z-dióda: 2.7 V
2B	BC849B	ITT	69	SOT-23	BC549B
2Ba	BC849B	Siemens	69	SOT-23	BC549B
2Bs	BC849BW	Siemens	69	SOT-323	BC549B
2Bp	BC849B	Philips	69	SOT-23	BC549B
2Bi	BC849BW	Philips	69	SOT-323	BC549B
2B-	BC849BW	Philips	69	SOT-323	BC549B
2B	FMMT2907	Zetex	69	SOT-23	2N2907
2B	MMBT2907	Motorola	69	SOT-23	MPS2907
p2B	PMBT2907	Philips	69	SOT-23	2N2907
12B	PMBT2907	Philips	69	SOT-23	2N2907
2BR	BC849BR	Philips	72	SOT-23R	BC549B
2BZ	FMMT2907	Zetex	69	SOT-23	2N2907
2C	BC849C	ITT	69	SOT-23	BC549C
2Ca	BC849C	Siemens	69	SOT-23	BC549C
2Cb	BC849CW	Siemens	69	SOT-323	BC549C
2Cp	BC849C	Philips	69	SOT-23	BC549C
2Ci	BC849C	Philips	69	SOT-323	BC549C
2Cr	BC849CW	Philips	69	SOT-323	BC549C
2C-	BC849CW	Philips	69	SOT-323	BC549C
2C	MMBT470	Motorola	69	SOT-23	MPS470
2CR	BC849CR	Philips	72	SOT-23R	BC549C
2CZ	FMMT470	Zetex	69	SOT-23	MPS470

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
2D	MMBT492	Motorola	69	SOT-23	MPS492 npn tranz.: $U_{CE} = 300 \text{ V}$
p2D	PMBT492	Philips	69	SOT-23	MPS492
p2D	PXT492	Philips	70	SOT-89	MPS492
12D	PMBT492	Philips	69	SOT-23	MPS492
12D	PMST492	Philips	69	SOT-323	MPS492
2E	MMBT493	Motorola	69	SOT-23	MPS493 npn tranz.: $U_{CE} = 200 \text{ V}$
2E	FMMT493	Zetex	69	SOT-23	MPS493
12E	PMBT493	Philips	69	SOT-23	MPS493
12E	PMST493	Philips	69	SOT-323	MPS493
2F	BC850B	ITT	69	SOT-23	BC550B
2Fs	BC850B	Siemens	69	SOT-23	BC550B
2Fs	BC850BW	Siemens	69	SOT-323	BC550B
2Fp	BC850B	Philips	69	SOT-23	BC550B
2Ti	BC850B	Philips	69	SOT-23	BC550B
2Ti	BC850BW	Philips	69	SOT-323	BC550B
2F-	BC850BW	Philips	69	SOT-323	BC550B
2F	FMMT2907A	Zetex	69	SOT-23	2N2907A
2F	MMBT2907A	Motorola	69	SOT-23	MPS2907A
2F	MMBT2907AW	Motorola	69	SOT-323	MPS2907A
p2F	PMBT2907A	Philips	69	SOT-23	2N2907A
p2F	PXT2907A	Philips	70	SOT-89	2N2907A
12F	PMBT2907A	Philips	69	SOT-23	2N2907A
12F	PMBT2907A	Philips	69	SOT-323	2N2907A
2FR	BC850BR	Philips	72	SOT-23R	BC550R
2G	BC850C	ITT	69	SOT-23	BC550C
2Gs	BC850C	Siemens	69	SOT-23	BC550C
2Gp	BC850C	Philips	69	SOT-23	BC550C
2Gi	BC850C	Philips	69	SOT-323	BC550C
2Gi	BC850CW	Philips	69	SOT-323	BC550C
2G-	BC850CW	Philips	69	SOT-323	BC550C
2G	FMMT-A56	Zetex	69	SOT-23	MPSA56
2G*	ATF52189	Agilent	9	SOT-89	RF-tranz.: 2 GHz @ 4.5 V/0.2 A
p2G	PMBT556	Philips	69	SOT-23	MPSA56
12G	PMBT556	Philips	69	SOT-23	MPSA56
12G	PMST556	Philips	69	SOT-323	MPSA56
2GM	MMBT556	Motorola	69	SOT-23	MPSA56
2GR	BC850CR	Philips	72	SOT-23R	BC550C
2GT	SOA56	STM	69	SOT-23	MPSA56
2H	FMMT-A55	Zetex	69	SOT-23	MPSA55
2HT	SOA55	STM	69	SOT-23	MPSA55
2H	MMBT555	Motorola	69	SOT-23	MPSA55
12H	PMBT555	Philips	69	SOT-23	MPSA55
12H	PMST555	Philips	69	SOT-323	MPSA55
2J	MMBT3640	Motorola	69	SOT-23	MPS3640 npn kapcsolótranz.
2K	FMMT4402	Zetex	69	SOT-23	2N4402
2K	MMBT6598	Motorola	69		2N4125 npn tranz.: 60 V
2Kp	BAT754	Philips	58	SOT-23	Schottky dióda: 30 V/200 mA
2Ki	BAT754	Philips	58	SOT-23	Schottky dióda: 30 V/200 mA
2KW	BAT754	Philips	58	SOT-23	Schottky dióda: 30 V/200 mA
2L	MMBT5401	Motorola	69	SOT-23	2N5401 npn tranz.: 150 V
2L	FMMT4403	Zetex	69	SOT-23	2N4403
p2L	FMBT5401	Philips	69	SOT-23	2N5401
12L	PMBT5401	Philips	69	SOT-23	2N5401
12L	PMST5401	Philips	69	SOT-323	2N5401
2Lp	BAT754A	Philips	56	SOT-23	közös anódú, kettős Schottky dióda: 30 V/200 mA
2Li	BAT754A	Philips	56	SOT-23	közös anódú, kettős Schottky dióda: 30 V/200 mA
2LW	BAT754A	Philips	56	SOT-23	közös anódú, kettős Schottky dióda: 30 V/200 mA
2M	FMMT5667	Zetex	69	SOT-23	2N5087
2M	MMBT404	Motorola	69	SOT-23	p-csatl. chopper FET: 24V/150 mA
2Mp	BAT754C	Philips	57	SOT-23	közös katódú, kettős Schottky dióda: 30 V/200 mA
2Mi	BAT754C	Philips	57	SOT-23	30 V/200 mA kettős Schottky közös katódú
2MW	BAT754C	Philips	57	SOT-23	közös katódú, kettős Schottky dióda: 30 V/200 mA
2N	MMBT404A	Motorola	69	SOT-23	pn-p-csatl. chopper 35 V/150 mA
2Np	BAT754S	Philips	59	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda: 30 V/200 mA
2Ni	BAT754S	Philips	59	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda: 30 V/200 mA
2Nw	BAT754S	Philips	59	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda: 30 V/200 mA
2NO	ZXT11N200F	Zetex	69	SOT-23	alacsony szaturációjú npn kapcsolótranz.: 20 V/2.5 A
2P	FMMT2222R	Zetex	72	SOT-23R	2N2222

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
2P	MMBT5086	Motorola	69	SOT-23	2N5086
2P	CMD220L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda, $I_f = 0,5 \text{ mA}$, 20 V, 250 mW
2Q	MMBT5087	Motorola	69	SOT-23	2N5087
2R	HSMS-8102	HP	80	SOT-23	Schottky keverődióda-pár, 10...14 GHz
2T	SD4403	STM	69	SOT-23	2N4403
2T	MMBT4403	Motorola	69	SOT-23	2N4403
p2T	PMBT4403	Philips	69	SOT-23	2N4403
p2T	PxT4403	Philips	70	SOT-89	2N4403
i2T	PMBT4403	Philips	69	SOT-23	2N4403
i2T	PMS14403	Philips	69	SOT-323	2N4403
2T	HT2	Zetex	69	SOT-23	pn-p tranz., 80 V/100 mA
2U	MMBT463	Motorola	69	SOT-23	MPSA63 Darlingtonpár
i2U	PMBT463	Philips	69	SOT-23	MPSA63
2V	MMBT464	Motorola	69	SOT-23	MPSA64 Darlingtonpár
p2V	PxT464	Philips	70	SOT-69	MPSA64
i2V	PMBT464	Philips	63	SOT-23	MPSA64
2V4	PZM2 4NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 2,4 V/300 mW
2V7	PZM2 7NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 2,7 V/300 mW
2W	FMMT3905	Zetex	69	SOT-23	2N3905
2W	MMBT8599	Motorola	69		2N4125 pn-p tranz.; $U_{ce} = 80 \text{ V}$
2X	SD4401	STM	69	SOT-23	2N4401
2X	MMBT4401	Motorola	69	SOT-23	2N4401
p2X	PMBT4401	Philips	69	SOT-23	2N4401
p2X	PxT4401	Philips	70	SOT-89	2N4401
i2X	PMBT4401	Philips	69	SOT-23	2N4401
i2X	PMS14401	Philips	69	SOT-323	2N4401
2Y4	BZV49-C2V4	Philips	70	SOT-89	Z-dióda, 2,4 V/1 W
2Y7	BZV49-C2V7	Philips	70	SOT-89	Z-dióda, 2,7 V/1 W
2Z	MMBT6520	Motorola	69	SOT-23	2N6520 pn-p tranz.; $U_{ce} = 350 \text{ V}$
2Z	BAS70-04	Zetex	59	SOT-23	kettes, soros HF Schottky dióda, 70 V/15 mA
2Z5	BAS70-05	Zetex	57	SOT-23	kettes, közös katódos RF-Schottky dióda, 70 V/15 mA
3 (1e)	BAT6CA	Siemens	64	SOD-323	Schottky kapcsolódióda, 10 V/3 A
3	BAT62-02W	Siemens	64	SCD-80	
30	MUN5330DW1	Motorola	5	SOT-363	npn/pnp digitális tranz.; 1 kΩ + 1 kΩ
30 V	PZM30NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 30 V/300 mW
30Y	BZV49-C30	Philips	70	SOT-89	Z-dióda, 30 V/1 W
301	FDV301N	Fairchild	68	SOT-23	n-csat. digitális FET, 25 V/0,22 A
302	FDV302P	Fairchild	68	SOT-23	p-csat. digitális FET, 25 V/0,13 A
303	FDV303N	Fairchild	68	SOT-23	n-csat. digitális FET, 25 V/0,68 A
304	FDV304P	Fairchild	68	SOT-23	p-csat. digitális FET, 25 V/0,46 A
31	MUN5331DW1	Motorola	5	SOT-363	npn/pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ
31	MMBD1402	National	66	SOT-23	Si dióda, 200 V/100 mA
p31	PDTA143XT	Philips	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ
i31	PDTA143XT	Philips	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ
32	MUN5332DW1	Motorola	5	SOT-363	npn/pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
32	MMBD1403	National	59	SOT-23	kettes Si dióda, 200 V/100 mA
32	BAT32	Siemens	11		zero-bias Schottky dióda, 18 GHz
32	GD22 7B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda, 2,7 V/200 mW
p32	POTC143XT	Philips	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ
i32	POTC143XT	Philips	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ
33	MUN5333DW1	Motorola	5	SOT-363	npn/pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
33	DTA143XE	Rohm	69	EMT-3	pn-p digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
33	DTA143XJA	Rohm	69	SC-70	pn-p digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
33	DTA143XKA	Rohm	69	SC-59	pn-p digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
33	MMBD1404	National	57	SOT-23	kettes, közös katódos Si dióda, 200 V/100 mA
33	Gali-33	MC	2	SOT-89	MMIC erősítő, DC...4 GHz, 19 dB
33V	PZM33NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 33 V/300 mW
33Y	BZV49-C33	Philips	70	SOT-89	Z-dióda, 33 V/1 W
34	MUN5334DW1	Motorola	5	SOT-363	npn/pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ
34	MMBD1405	National	56	SOT-23	kettes, közös anódos Si dióda, 200 V/100 mA
331	MUN5331N	Fairchild	68	SOT-23	n-csat. MOSFET, 1,3 A/20 V
331	PZM3 3NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 3,3 V/300 mW
332	PZM3 3NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 3,3 V/300 mW
332	NDS332N	Fairchild	68	SOT-23	p-csat. MOSFET, 400 mA, 1 A _{DS} , 20 V
335	NDS335N	Fairchild	68	SOT-23	n-csat. MOSFET, 70 mA, 1,7 A _{DS} , 20 V
336	NDS336N	Fairchild	68	SOT-23	p-csat. MOSFET, 0,27 A, 1,2 A _{DS} , 20 V
337	NDS337N	Fairchild	68	SOT-23	n-csat. MOSFET, 50 mA, 2,5 A _{DS} , 20 V
338	NDS338N	Fairchild	68	SOT-23	p-csat. MOSFET, 0,13 A, 1,6 A _{DS} , 20 V
34	2SC5007	NEC	69		npn RF-tranz.; $f_T = 7 \text{ GHz}$ @ 3 V/7 mA

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
340	FDV340P	Fairchild	66	SOT-23	p-csat. MOSFET, 20 V/70 mA
35	35DW1	Motorola	5	SOT-363	npn/pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ
35	RR05OLA-40	Rohm	64	PMDT	Schottky dióda, 3 A/40 V
35	DTA124XE	Rohm	69	EMT-3	pn-p digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/50 mA
35	DTA124XJA	Rohm	69	SC-70	pn-p digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/50 mA
35	DTA124XKA	Rohm	69	SC-59	pn-p digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/50 mA
35	ED213B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda, 13 V/150 mW
35	VD213B	Rohm	84	VMD-2	Z-dióda, 13 V/150 mW
351	NDS351N	Fairchild	68	SOT-23	n-csat. MOSFET, 1,1 A/30 V
352	NDS352N	Fairchild	66	SOT-23	p-csat. MOSFET, 0,5 A/20 V
355	NDS355N	Fairchild	66	SOT-23	n-csat. MOSFET, 0,1 A, 1,6 A _{DS} , 30 V
356	NDS356N	Fairchild	68	SOT-23	p-csat. MOSFET, 0,3 A, 1,3 A _{DS} , 20 V
357	NDS357N	Fairchild	66	SOT-23	n-csat. MOSFET, 2,5 A _{DS} , 30 V
358	NDS358N	Fairchild	68	SOT-23	p-csat. MOSFET, 0,2 A, 1,6 A _{DS} , 30 V
358	FDN358N	Fairchild	66	SOT-23	p-csat. MOSFET, 0,2 A, 1,6 A _{DS} , 30 V
360	FDN360P	Fairchild	66	SOT-23	p-csat. MOSFET, 80 mA, 2 A _{DS} , 30 V
361	PZM3 6NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 3,6 V/300 mW
362	PZM3 3NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 3,6 V/300 mW
36V	PZM3 6NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 3,6 V/300 mW
36Y	BZV49-C36	Philips	70	SOT-89	Z-dióda, 36 V/1 W
391	PZM3 9NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 3,9 V/300 mW
392	PZM3 9NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 3,9 V/300 mW
39V	PZM3 9NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 3,9 V/300 mW
39Y	BZV49-C39	Philips	70	SOT-89	Z-dióda, 39 V/1 W
3A	BC856A	ITT	69	SOT-23	BC856A
3A	BC856AT	Philips	69	SOT-416	BC856A
3Ap	BC856A	Philips	69	SOT-23	BC856A
3At	BC856A	Philips	69	SOT-23	BC856A
3As	BC856A	Siemens	69	SOT-23	BC856A
3At	BC856AW	Philips	69	SOT-323	BC856A
3A-	BC856AW	Philips	69	SOT-323	BC856A
3A	MMBTH24	Motorola	69	SOT-23	npn VHF keverőtranz.; $f_T = 600 \text{ MHz}$
340	PZM3 0NB2A	Philips	58	SOT-346	kettes Z-dióda, 3 V
3A3	PZM3 3NB2A	Philips	58	SOT-346	kettes Z-dióda, 3,3 V
3A6	PZM3 6NB2A	Philips	58	SOT-346	kettes Z-dióda, 3,6 V
3A9	PZM3 9NB2A	Philips	58	SOT-346	kettes Z-dióda, 3,9 V
3AR	BC856AR	Philips	72	SOT-23R	BC856A
3B	BC856B	ITT	69	SOT-23	BC856B
3B	BC856BT	Philips	69	SOT-416	BC856B
3Bp	BC856B	Philips	69	SOT-23	BC856B
3Bs	BC856B	Siemens	69	SOT-23	BC856B
3Bt	BC856B	Philips	69	SOT-23	BC856B
3Bt	BC856BW	Philips	69	SOT-323	BC856B
3B-	BC856BW	Philips	69	SOT-323	BC856B
3B	FMMT918	Zetex	69	SOT-23	2N918
3B	MMBT918	Motorola	69	SOT-23	2N918
3BR	BC856BR	Philips	72	SOT-23	BC856B
3C	FMMTA20R	Zetex	72	SOT-23R	MPSA20
3C	BC857	Siemens	4		pn-p szigetelt HF tranzistorpár
3D	BC856	Philips	69	SOT-23	BC856, $h_{FE} = 75$
3Dp	BC856	Philips	69	SOT-23	BC856
3Dn	BC856	Philips	69	SOT-23	BC856
3Di	BC856W	Philips	69	SOT-323	BC856
3D-	BC856W	Philips	69	SOT-323	BC856
3D	MMBTH1L	Motorola	69	SOT-23	UHF pn-p tranz.; $f_T = 600 \text{ MHz}$
3D	BC856S	Siemens	4		pn-p szigetelt HF tranzistorpár
3E	BC857A	Philips	69	SOT-23	BC857A
3E	BC857AT	Philips	69	SOT-416	BC857A
3Ep	BC857A	Philips	69	SOT-23	BC857A
3Ei	BC857A	Philips	69	SOT-23	BC857A
3Ei	BC857A	Philips	69	SOT-323	BC857A
3E-	BC857A	Philips	69	SOT-323	BC857A
3E	MMBTH10	Motorola	69	SOT-23	MPSH10, $f_T = 650 \text{ MHz}$
3E	FMMT-A42	Zetex	69	SOT-23	MPSA42
3EM	MMBTH10L	Motorola	69	SOT-23	VHF erősítő tranz.; $f_T = 650 \text{ MHz}$
3ER	BC857AR	Philips	72	SOT-23R	BC857A
3E2	FMMTH10	Zetex	69	SOT-23	npn tranz.; $f_T = 650 \text{ MHz}$
3F	BC857B	Philips	69	SOT-23	BC857B
3F	BC857BT	Philips	69	SOT-416	BC857B

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
3Fp	BC857B	Philips	69	SOT-23	BC557B
3Fs	BC857B	Siemens	69	SOT-23	BC557B
3IT	BC857B	Philips	69	SOT-23	BC557B
3IT	BC857BW	Philips	69	SOT-323	BC557B
3IT	BC857BS	Philips	69	SOT-363	BC557B
3F-	BC857BW	Philips	69	SOT-323	BC557B
3FR	BC857BR	Philips	72	SOT-23R	BC557B
3G	BC857C	Philips	69	SOT-23	BC557C
3Gp	BC857C	Philips	69	SOT-23	BC557C
3G	BC857C	Philips	69	SOT-23	BC557C
3Gs	BC857C	Siemens	69	SOT-23	BC557C
3GI	BC857C	Philips	69	SOT-23	BC557C
3GI	BC857CW	Philips	69	SOT-323	BC557C
3G-	BC857CW	Philips	69	SOT-323	BC557C
3G	MMBT111	NS	69	SOT-23	
3G	BC857CT	Die	69	SOT-523	BC557C
3G	NGSF3454X	Motorola	10	TSOP-6	n-csat. növekm. MOSFET; 1,75 A
3GR	BC857CR	Philips	72	SOT-23R	BC557CR
3Hp	BC857C	Philips	69	SOT-23	BC557
3HI	BC857C	Philips	69	SOT-23	BC557
3HI	BC857CW	Philips	69	SOT-323	BC557
3H	MMBT130	NS	69	SOT-23	
3H-	BC857CW	Philips	69	SOT-323	BC557
3J	MMBT169	Motorola	69	SOT-23	ppp UHF tranz.; $f_T = 2$ GHz
3J	BC858A	Philips	69	SOT-23	BC558A
3Js	BC858A	Siemens	69	SOT-23	BC558A
3JA	BC858AR	Philips	72	SOT-23R	BC558A
3Js	BCV62A	Siemens	7	SOT-143	ppp áramtűkér; $I_{FS} = 180$
3Jp	BCV62A	Philips	7	SOT-143	ppp áramtűkér; $I_{FS} = 180$
3K	BC858B	Philips	69	SOT-23	BC558B
3Ks	BCV62B	Siemens	7	SOT-143	ppp áramtűkér; $I_{FS} = 290$
3Kp	BCV62B	Philips	7	SOT-143	ppp áramtűkér; $I_{FS} = 290$
3KR	BC858BR	Philips	72	SOT-23R	BC558B
3L	BC858C	Philips	69	SOT-23	BC558C
3LR	BC858CR	Philips	72	SOT-23R	BC558C
3Ls	BCV62C	Siemens	7	SOT-143	ppp áramtűkér; $I_{FS} = 520$
3Lp	BCV62C	Philips	7	SOT-143	ppp áramtűkér; $I_{FS} = 520$
3M	BC858	Philips	69	SOT-23	BC558
3M	FMMT5087R	Zetex	72	SOT-23R	2N5087 BC322
3Ms	BCV62	Siemens	7	SOT-143	ppp áramtűkér
3Mp	BCV62	Philips	7	SOT-143	ppp áramtűkér
3N	MMBT4402	National	69	SOT-23	2N4402 ppp tranz.
3P	FMT2222AR	Zetex	72	SOT-23R	2N2222A
3P	OM222L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; $I_F = 0,5$ mA/22 V, 250 mW
3R	MMBT5571	National	69	SOT-23	ppp kapcsolódiód; 650 MHz
3S	MMBT5551	National	69	SOT-23	ppp tranz.; 160 V
3T	HT3	Zetex	69	SOT-23	ppp tranz.; 80 V/100 mA
3V	BC857AT	Die	69	SOT-523	BC557A
3V0	P2M3 0NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 3 V/300 mW
3V3	P2M3 3NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 3,3 V/300 mW
3V6	P2M3 6NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 3,6 V/300 mW
3V9	P2M3 9NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 3,9 V/300 mW
3W	FMMT-A12	Zetex	69		MPSA12
3W	BC857BT	Die	69	SOT-523	BC557B
3Y3	BZV49-C3V3	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 3,3 V/1 W
3Y6	BZV49-C3V6	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 3,6 V/1 W
3Y9	BZV49-C3V9	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 3,9 V/1 W
4 (te)	BAS140W	Siemens	64	SOD-323	Schottky kapcsolódiód; 40 V/120 mA
4 (sá)	BB644	Siemens	64	SOD-323	varikap; 42...2,5 pF
4 (plr)	BB57-03W	Siemens	64	SOD-323	varikap
4	BB664	Siemens	64	SOD-60	varikap; 42...2,5 pF
4	BB679-02V	Infineon	64	SC-79	Vrkap (nagy ártógási); 47 pF @ 28 V
40	Z1.5400	Zetex	58	SOT-23	Schottky dióda; 40 V/1 A
41	BAT14-115S	Siemens	11	SOT-173	Schottky dióda; 40 GHz
41	BAT14-115R	Siemens	12	SOT-173	Schottky dióda-négyes (ring); 40 GHz
41A	FMMT491A	Zetex	69	SOT-23	ppp tranz.; 40 V/1 A max
41D	BAT14-115D	Siemens	13	SOT-173	Schottky kapcsolódiód; 40 GHz
42	BAT14-025S	Siemens	11	SOT-173	Schottky dióda; 4 GHz
42	BAT14-025R	Siemens	12	SOT-173	Schottky dióda-négyes (ring); 4 GHz

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
42	GDZ3 0B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 3 V/200 mW
42	BAT544W	Philips	56	SOT-323	BAT85 kettős, közös anódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
42D	BAT14-025D	Siemens	13	SOT-173	kettős Schottky dióda; 4 GHz
43	BAS40	Siemens	58	SOT-23	Schottky dióda; 40 V/100 mA
43	DTA143EE	Motorola	69	SOT-418	ppp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
43	DTC143XE	Rohm	69	EMT-3	ppp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ; 50 V/100 mA
43	DTC143XA	Rohm	69	SC-70	ppp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ; 50 V/100 mA
43	DTC143XA	Rohm	69	SC-59	ppp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ; 50 V/100 mA
43	BAT54CW	Philips	57	SOT-323	BAT85 kettős, közös katódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
43V	P2M43NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 43 V/300 mW
43V	BZV49-C43	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 43 V/1 W
44	BAS40-04	Siemens	59	SOT-23	BAS40 kettős, közös anódú dióda
44	BAS40-04W	Siemens	59	SOT-323	BAS40
44	2SC5009	NEC	69		ppp RF-tranz.; $f_T = 12$ GHz @ 3 V/5 mA
44	BAT54SW	Philips	59	SOT-323	BAT85 kettős, közös anódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
45	BAS40-05	Siemens	56	SOT-23	BAS40 kettős, közös anódú dióda
45	BAS40-05W	Siemens	56	SOT-323	BAS40
45	BAT14-055S	Siemens	11	SOT-173	Schottky dióda; 8 GHz
45	BAT14-055R	Siemens	12	SOT-173	Schottky dióda-négyes (ring); 8 GHz
45	DTC124XE	Rohm	69	EMT-3	ppp digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ; 50 V/50 mA
45	DTC124XA	Rohm	69	SC-70	ppp digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ; 50 V/50 mA
45	DTC124XA	Rohm	69	SC-59	ppp digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ; 50 V/50 mA
45	EDZ158	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 15 V/150 mW
45	VDZ158	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 15 V/150 mW
45D	BAT14-055D	Siemens	13	SOT-173	Schottky kettősdióda; 8 GHz
46	BAS40-06	Siemens	57	SOT-23	BAS40
46	BAS40-06W	Siemens	57	SOT-323	BAS40
46	MBT3946DW	Motorola	5		2N3904/2N3906 pár
47	BAS40-07	Siemens	73	SOT-143	BAS40
47	BAS40-07W	Siemens	73	SOT-343	BAS40
47V	P2M47NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 47 V/300 mW
47V	BZV49-C47	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 47 V/1 W
49	BAT14-095S	Siemens	11	SOT-173	Schottky dióda; 18 GHz
49	BAT14-095R	Siemens	12	SOT-173	Schottky dióda-négyes (ring); 18 GHz
49D	BAT14-095D	Siemens	13	SOT-173	kettős Schottky dióda; 18 GHz
49R	S849TR	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, n-csat. kétkapús UHF MOSFET; 12 V-os tv-tunerhez
413	FMMT413	Zetex	69	SOT-23	ppp levezet; 150 V/0,1 A
415	FMMT415	Zetex	69	SOT-23	ppp levezet; 260 V/0,1 A
417	FMMT417	Zetex	69	SOT-23	ppp levezet; 320 V/0,1 A
431	P2M4 3NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 4,3 V/300 mW
432	P2M4 3NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 4,3 V/300 mW
433	P2M4 3NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 4,3 V/300 mW
449	FMMT449	Zetex	69	SOT-23	alacsony szaturációs pp tranz.; 50 V/1 A
451	FMMT451	Zetex	69	SOT-23	ppp tranz.; 60 V/1 A
455	FMMT455	Zetex	69	SOT-23	ppp tranz.; 140 V/1 A
458	FMMT458	Zetex	69	SOT-23	ppp tranz.; 400 V/400 mA
471	P2M4 7NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 4,7 V/300 mW
472	P2M4 7NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 4,7 V/300 mW
473	P2M4 7NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 4,7 V/300 mW
491	FMMT491	Zetex	69	SOT-23	ZTX 450/451
493	FMMT493	Zetex	69	SOT-23	ZTX 453
494	FMMT494	Zetex	69	SOT-23	ppp tranz.; 120 V/1 A
495	FMMT495	Zetex	69	SOT-23	ppp tranz.; 170 V/1 A
497	FMMT497	Zetex	69	SOT-23	ppp tranz.; 300 V/500 mA
4A	MMBV109	Motorola	58	SOT-23	MV209 varikap
4A	FMMV109	Zetex	58	SOT-23	MV209 varikap
4A	HD3A	Zetex	58		kapcsolódiód; 75 V/100 mA
4A	BC859A	ITT	69	SOT-23	BC559A
4Ap	BC859A	Philips	69	SOT-23	BC559A
4As	BC859AW	Siemens	69	SOT-323	BC559A
4As	BC859A	Siemens	69	SOT-23	BC559A
4A3	P2M4 3NB2A	Philips	56	SOT-346	kettős, közös anódú Z-dióda; 4,3 V
4A7	P2M4 7NB2A	Philips	56	SOT-346	kettős, közös anódú Z-dióda; 4,7 V
4AR	BC859AR	Philips	72	SOT-23R	BC559A
4B	MMBV432	Motorola	57		kettős, közös katódú varikap; 1,5...45 pF
4B	BC859B	ITT	69	SOT-23	BC559B
4Bs	BC859B	Siemens	69	SOT-23	BC559B
4Bs	BC859BW	Siemens	69	SOT-323	BC559B

Kód	Típus	Gyártó	Ba- kö- tés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
4Bp	BC659B	Philips	69	SOT-23	BC559B
4Bt	BC659B	Philips	69	SOT-23	BC559B
4Bt	BC659BW	Philips	69	SOT-323	BC559B
4B-	BC659BW	Philips	69	SOT-323	BC559B
4BR	BC659BR	Philips	72	SOT-23R	BC559B
4C	BC659C	ITT	69	SOT-23	BC559C
4Cs	BC659C	Siemens	69	SOT-23	BC559C
4Cs	BC659CW	Siemens	69	SOT-323	BC559C
4Cp	BC659C	Philips	69	SOT-23	BC559C
4Ct	BC659C	Philips	69	SOT-23	BC559C
4Ct	BC659CW	Philips	69	SOT-323	BC559C
4C-	BC659CW	Philips	69	SOT-323	BC559C
4C	MMBV3102	Motorola	58	SOT-23	varikap; 6...35 pF
4C	BC659C	Philips	69	SOT-23	BC559C
4CR	BC659CR	Philips	72	SOT-23R	BC559C
4D	BC659B	Philips	69	SOT-23	BC559B
4D	BC659W	Philips	69	SOT-323	BC559B
4D-	BC659W	Philips	69	SOT-323	BC559B
4D	MMBV3401	Motorola	58	SOT-23	VHF pin-dióda
4D	HD3A	Zetex	58	SOT-23	kapcsolódódióda; 75 V/100 mA
4E	BC660A	Philips	69	SOT-23	BC560A
4E	FMMT-A92	Zetex	69	SOT-23	MPSA92
4E	MMBV105G	Motorola	58	SOT-23	MV105 varikap
4FR	BC660AR	Philips	72	SOT-23R	BC560A
4F	MMBV353	Motorola	80	SOT-23	kettős MBD101
4F	BC660B	Philips	69	SOT-23	BC560B
4F	Gali-4F	MC	2	SOT-89	MMIC erősítő; DC - 4 GHz; 15 dBm
4Fs	BC660B	Siemens	69	SOT-23	BC560B
4Fs	BC660BW	Siemens	69	SOT-323	BC560B
4Fp	BC660B	Philips	69	SOT-23	BC560B
4Ft	BC660B	Philips	69	SOT-23	BC560B
4Ft	BC660BW	Philips	69	SOT-323	BC560B
4F-	BC660BW	Philips	69	SOT-323	BC560B
4FR	BC660BR	Philips	72	SOT-23	BC560B
4G	MMBV2101	Motorola	58	SOT-23	MV2101 varikap
4G	BC660C	Philips	69	SOT-23	BC560C
4Gs	BC660C	Siemens	69	SOT-23	BC560C
4Gs	BC660CW	Siemens	69	SOT-323	BC560C
4Gp	BC660C	Philips	69	SOT-23	BC560C
4Gt	BC660C	Philips	69	SOT-23	BC560C
4Gt	BC660CW	Philips	69	SOT-323	BC560C
4GR	BC660CR	Philips	72	SOT-23	BC560CR
4H	MMBV2103	Motorola	58	SOT-23	MV2103 varikap
4Hp	BC660	Philips	69	SOT-23	BC560
4Ht	BC660W	Philips	69	SOT-323	BC560
4H-	BC660W	Philips	69	SOT-323	BC560
4J	FMMT3BA	Zetex	69	SOT-23	BCX3BA
4J	MMBV2109	Motorola	58	SOT-23	MV2109 varikap
4K	BAF64-04	Philips	59		kettős, soros pin-dióda; 3 GHz
4K	MMSB3000	Motorola	64	SOD-123	Si dióda; 30 V/0,2 A
4L	BAF50-04	Philips	59		kettős soros RF pin-dióda
4M	MMBD101	Motorola	58	SOT-23	MBD101 Schottky dióda
4Ms	BAT240A	Siemens	14	SOT-143	kettős Schottky dióda; 250 V/400 mA
4P	CMDZ24L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 24 V/250 mW, I _s = 0,5 mA
4R	MMBV3700	Motorola	58	SOT-23	VHF pin-dióda; 200 V
4S	MMBD201	Motorola	58	SOT-23	MBD201
4T	MMBD301	Motorola	58	SOT-23	MBD301 UHF Schottky dióda
4U	MMBV2105	Motorola	58	SOT-23	MV2105 varikap
4V	MMBV2106	Motorola	58	SOT-23	MV2106 varikap
4V	BCW65AR	Zetex	72	SOT-23R	npn tranz.; 32 V/0,8 A
4V3	PZM4.3NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 4,3 V/300 mW
4V7	PZM4.7NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 4,7 V/300 mW
4W	MMBV2107	Motorola	58	SOT-23	MV2107 varikap
4W	BCW67AR	Zetex	72	SOT-23R	npn tranz.; 32 V/0,8 A
4Y	MMBV2102	Motorola	58	SOT-23	MV2102 varikap
4Y3	BZV49-C4V3	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 4,3 V/1 W
4Y7	BZV49-C4V7	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 4,7 V/1 W
4X	MMBV2108	Motorola	58	SOT-23	MV2108 varikap

Kód	Típus	Gyártó	Ba- kö- tés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
4Z	MMBV2104	Motorola	58	SOT-23	MV2104 varikap
5 (le)	BAT60B	Siemens	64		Schottky kapcsolódióda; 10 V/3 A
5 (pl)	BBY57-03W	Siemens	64	SOD-323	varikap
500	SSTPAD500	Siliconix	65		PAO-500 kis szivárgóáramú dióda; 500 pA
51	BAT15-115S	Siemens	11	SOT-173	Schottky dióda; 40 GHz
51	BAT15-115R	Siemens	12	SOT-173	Schottky dióda-négyes (ring); 40 GHz
51D	BAT15-115D	Siemens	13	SOT-173	kettős Schottky dióda; 40 GHz
51V	PZM51NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 51 V/300 mW
51Y	BZV49-C51	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 51 V/1 W
52	BAT15-025S	Siemens	11	SOT-173	Schottky dióda; 4 GHz
52	BAT15-025R	Siemens	12	SOT-173	Schottky dióda-négyes (ring); 4 GHz
52	Gali-52	MC	2	SOT-89	MMIC erősítő; DC - 2 GHz; 23 dB
52	BAS52-02V	Infineon	64	SC-79	Schottky dióda; 45 V/750 mA
52	DTA123YE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ; 50 V/100 mA
52	DTA123YUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ; 50 V/100 mA
52	DTA123YKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ; 50 V/100 mA
52	GDZ3.36	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 3,3 V/200 mW
52D	BAT15-025D	Siemens	13	SOT-173	Schottky kettősdióda; 4 GHz
53	CDZ4.7B	Rohm	64	VMN-2	Z-dióda; 4,7 V/150 mW
53s	BAT17	Siemens	58	SOT-23	Schottky dióda; 4 V/100 mA
53R	S503TR	Vishay	6	SOT-143R	kétkapus MOSFET; 5 V-os UHF tv-tunerhez
54	DTA114YE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ; 50 V/100 mA
54	DTA114YUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ; 50 V/100 mA
54	DTA114YKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ; 50 V/100 mA
54	RSX201L-30	Rohm	64	PMDS	Schottky dióda; 2 A/30 V
54s	BAT17-04	Siemens	59	SOT-23	BAT17 kettős, soros dióda
54s	BAT17-04W	Siemens	59	SOT-323	kettős soros BAT17
54R	S504TR	Vishay	6	SOT-143R	kétkapus MOSFET; 5 V-os UHF tv-tunerhez
55	BAT15-055S	Siemens	11	SOT-173	Schottky dióda; 8 GHz
55	BAT15-055R	Siemens	12	SOT-173	Schottky dióda-négyes (ring); 8 GHz
55	Gali-55	MC	2	SOT-89	MMIC erősítő; DC - 4 GHz; 21 dB
55	EDZ16B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 16 V/150 mW
55	VDZ16B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 16 V/150 mW
55	CDZ5.1B	Rohm	64	VMN-2	Z-dióda; 5,1 V/150 mW
55D	BAT15-055D	Siemens	13	SOT-173	kettős Schottky dióda; 8 GHz
55R	S505TR	Vishay	6	SOT-143R	kétkapus MOSFET; 5 V-os UHF tv-tunerhez
55s	BAT17-05	Siemens	56	SOT-23	BAT17 kettős, köztes anódú dióda
55s	BAT17-05W	Siemens	56	SOT-323	BAT17
56	RSX301L-30	Rohm	64	PMDS	Schottky dióda; 3 A/30 V
56	RSX301LA-30	Rohm	64	PMDS	Schottky dióda; 3 A/30 V
56s	BAT17-06	Siemens	57	SOT-23	BAT17
56s	BAT17-06W	Siemens	57	SOT-323	BAT17
56V	PZM56NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 56 V/300 mW
56Y	BZV49-C56	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 56 V/1 W
57s	BAT17-07	Siemens	73	SOT-143	BAT17
57	BFO57	Siemens	1	SOT-173	npn RF-tranz.; I _s = 6,5 GHz @ 16 V/35 mA
57	RSX501L-20	Rohm	64	PMDS	Schottky dióda; 5 A/20 V
57	CDZ5.6B	Rohm	64	VMN-2	Z-dióda; 5,6 V/150 mW
58	BFO58	Siemens	1	SOT-173	npn RF-tranz.; I _s = 6,5 GHz @ 16 V/30 mA
59	BAT15-095S	Siemens	11	SOT-173	Schottky dióda; 18 GHz
59	BAT15-095R	Siemens	12	SOT-173	Schottky dióda-négyes (ring); 18 GHz
59D	BAT15-095D	Siemens	13	SOT-173	kettős Schottky dióda; 18 GHz
503	S503T	Vishay	77	SOT-143	előlesztett, kétkapus MOSFET; 5 V-os UHF tv-tunerhez
504	S504T	Vishay	77	SOT-143	előlesztett, kétkapus MOSFET; 5 V-os UHF tv-tunerhez
505	S505T	Vishay	77	SOT-143	előlesztett, kétkapus MOSFET; 5 V-os UHF tv-tunerhez
511	PZM5.1NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 5,1 V/300 mW
512	PZM5.1NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 5,1 V/300 mW
513	PZM5.1NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 5,1 V/300 mW
561	PZM5.1NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 5,6 V/300 mW
562	PZM5.1NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 5,6 V/300 mW
563	PZM5.1NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 5,6 V/300 mW
558	FMMT558	Zetex	69	SOT-23	npn tranz.; 400 V/0,15 A
589	FMMT589	Zetex	69	SOT-23	npn tranz.; 30 V/1 A
591	FMMT591	Zetex	69	SOT-23	ZTX550/551
593	FMMT593	Zetex	69	SOT-23	ZTX 553 npn tranz.; 100 V/1 A
593	S593T	Vishay	77	SOT-143	előlesztett, kétkapus MOSFET; 5 V-os UHF tv-tunerhez
594	S594T	Vishay	77	SOT-143	előlesztett, kétkapus MOSFET; 5 V-os UHF tv-tunerhez
595	S595T	Vishay	77	SOT-143	előlesztett, kétkapus MOSFET; 5 V-os UHF tv-tunerhez
596	FMMT596	Zetex	69	SOT-23	npn tranz.; 200 V/0,3 A

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
5A	BC607-16	Philips	69	SOT-23	BC327-16
5As	BC607-16	Siemens	69	SOT-23	BC327-16
5As	BC607-16W	Siemens	69	SOT-323	BC327-16
5Ap	BC607-16	Philips	69	SOT-23	BC327-16
5At	BC607-16	Philips	69	SOT-23	BC327-16
5Al	BC607-16W	Philips	69	SOT-323	BC327-16
5A-	BC607-16W	Philips	69	SOT-323	BC327-16
5A	BSS123	Motorola	68	SOT-23	n-csal. MOSFET; $V_{DS} = 100$ V
5A	MMD6050	Motorola	58	SOT-23	kapcsolódódióda, 70 V/0.2 A
5A	FMM6050	Zetex	58	SOT-23	kapcsolódódióda, 70 V/100 mA
5A1	PZM5 1NB2A	Philips	56	SOT-346	kettős, közös anódú Z-dióda, 5.1 V/300 mW
5A6	PZM5 6NB2A	Philips	58	SOT-346	kettős, közös anódú Z-dióda, 5.6 V/300 mW
5AR	BC607-16R	Philips	72	SOT-23R	BC327-16
5B	MMBT4123	Motorola	69	SOT-23	2N4123
5B	BC607-25	STM	69	SOT-323	BC327-25
5Bs	BC607-25	Siemens	69	SOT-23	BC327-25
5Bs	BC607-25W	Siemens	69	SOT-323	BC327-25
5Bs	BC607-25U	Siemens	69	SC-74	BC327-25
5Bp	BC607-25	Philips	69	SOT-23	BC327-25
5Bt	BC607-25	Philips	69	SOT-23	BC327-25
5Bt	BC607-25W	Philips	69	SOT-323	BC327-25
5B-	BC607-25W	Philips	69	SOT-323	BC327-25
5B	MMD6100	Motorola	57	SOT-23	közös katódú kettősdióda, 70 V/0.2 A
5B	FMM6100	Zetex	57	SOT-23	közös katódú kettősdióda, 70 V/0.2 A
5BM	MMD6100	Motorola	57	SOT-23	közös katódú kettősdióda, 70 V/0.2 A
5BR	BC607-25R	Philips	72	SOT-23R	BC327-25
5C	BC607-40	STM	69	SOT-23	BC327-40
5C	CD26 2B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda, 6.2 V/150 mW
5Cs	BC607-40	Siemens	69	SOT-23	BC327-40
5Cs	BC607-40W	Siemens	69	SOT-323	BC327-40
5Cp	BC607-40	Philips	69	SOT-23	BC327-40
5Ct	BC607-40	Philips	69	SOT-23	BC327-40
5Cl	BC607-40W	Philips	69	SOT-323	BC327-40
5C-	BC607-40W	Philips	69	SOT-323	BC327-40
5C	MMD7000	Motorola	59	SOT-23	soros kettősdióda, 100 V/0.2 A
5C	FMM7000	Zetex	59	SOT-23	soros kettősdióda, 70 V/200 mA
5CR	BC607-40R	Philips	72	SOT-23R	BC327-40
5D	FMM6914	Zetex	58	SOT-23	1N914
5D	MMD6914	Motorola	58	SOT-23	1N914
5D	MMSD914	Motorola	64	SOD-123	1N914
5D	HD2A	Zetex	57		HQ2 kettős, közös katódú dióda, 75 V/100 mA
5Dp	BC607	Philips	69	SOT-23	BC327
5Dt	BC607	Philips	69	SOT-23	BC327
6 (pi)	BDY56-03W	Siemens	54	SOD-323	varikap
60s	BAR60	Siemens	15	SOT-143	pin-diódahérmás
60S	NDS0605	Fairchild	66	SOT-23	p-csal. MOSFET, 60 V/180 mA
61s	BAR61	Siemens	54	SOT-143	pin-diódahérmás, P-ostókhöz
61A	MMBF4117	National	61		n-csal. JFET, ultraalacsony I_{DS}
61C	MMBF4118	National	61		n-csal. JFET, ultraalacsony I_{DS}
61A	MMBF4119	National	61		n-csal. JFET, ultraalacsony I_{DS}
61J	MMBF4081	National	61		n-csal. JFET, kapcsoló/chopper
61K	MMBF4092	National	61		n-csal. JFET, kapcsoló/chopper
61L	MMBF4093	National	61		n-csal. JFET, kapcsoló/chopper
61M	MMBF4069	National	61		n-csal. JFET, kapcsoló/chopper
61N	MMBF5514	National	61		p-csal. JFET, kapcsoló/chopper
61P	MMBF5515	National	61		p-csal. JFET, kapcsoló/chopper
61Q	MMBF5516	National	61		p-csal. JFET, kapcsoló/chopper
61S	MMBF5458	National	61		2N5458 n-csal. JFET
61T	MMBF5459	National	61		2N5459 n-csal. JFET
61U	MMBF5461	National	61		2N5461 p-csal. JFET
61V	MMBF5462	National	61		2N5462 p-csal. JFET
62	ED23.6B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda, 3.6 V/150 mW
62	VC23.6B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda, 3.6 V/150 mW
62	DTC123YE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz., 2.2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
62	DTC123YJA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz., 2.2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
62	DTC123YKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz., 2.2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
62	GD23.6B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda, 3.6 V/200 mW
62P	MMBFJ201	National	61		J201 n-csal. JFET

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
62Q	MMBFJ202	National	61		J202 n-csal. JFET
62R	MMBFJ203	National	61		J203 n-csal. JFET
62S	MMBFJ270	National	61		J270 p-csal. JFET
62T	MMBFJ271	National	61		J271 p-csal. JFET
62V	PZM62NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 6.2 V/300 mW
62Y	BZV49-C62	Philips	70	SOT-89	Z-dióda, 6.2 V/1 W
63s	BAT64	Siemens	58	SOT-23	Schottky dióda, 40 V/250 mA
63s	BAT64W	Siemens	58	SOT-323	Schottky dióda, 40 V/250 mA
63Q	MMBFJ304	National	61		J304 n-csal. VHF JFET
6-3	1PS70S840	Philips	58	SOT-323	Schottky dióda, 40 V/120 mA
613	1PS70S840	Philips	58	SOT-323	Schottky dióda, 40 V/120 mA
64	DTC114YE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz., 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
64	DTC114YJA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz., 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
64	DTC114YKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz., 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
64s	BAT64-04	Siemens	59	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda, 40 V/250 mA
64s	BAT64-04W	Siemens	59	SOT-323	kettős, soros Schottky dióda, 40 V/250 mA
6-4	1PS70S844	Philips	59	SOT-323	kettős, soros Schottky dióda, 40 V/120 mA
614	1PS70S844	Philips	59	SOT-323	kettős, soros Schottky dióda, 40 V/120 mA
65	RF071M2S	Rohm	64	PMDU	RF egyenirányító dióda, 200 V/0.7 A
65	ED218B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda, 18 V/150 mW
65	VD218B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda, 18 V/150 mW
65s	BAT64-05	Siemens	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda, 40 V/250 mA
65s	BAT64-05W	Siemens	57	SOT-323	kettős, közös katódú Schottky dióda, 40 V/250 mA
6-5	1PS70S845	Philips	57	SOT-323	kettős, közös katódú Schottky dióda, 40 V/120 mA
65s	1PS70S845	Philips	57	SOT-323	kettős, közös katódú Schottky dióda, 40 V/120 mA
66	RF01ML2S	Rohm	64	PMDS	RF egyenirányító dióda, 200 V/1 A
66s	BAT64-06	Siemens	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda, 40 V/250 mA
66s	BAT64-06W	Siemens	56	SOT-323	kettős, közös anódú Schottky dióda, 40 V/250 mA
6-6	1PS70S840	Philips	56	SOT-323	kettős, közös anódú Schottky dióda, 40 V/120 mA
616	1PS70S840	Philips	56	SOT-323	kettős, közös anódú Schottky dióda, 40 V/120 mA
67s	BAT64-07	Siemens	73	SOT-143	kettős Schottky dióda, 40 V/250 mA
67s	BAT64-07W	Siemens	73	SOT-343	kettős Schottky dióda, 40 V/250 mA
67	BFP67	Trk	78		npn RF-tranz., $f_T = 7.5$ GHz @ 10 V/50 mA
67R	BFP67R	Trk	3		npn RF-tranz., $f_T = 7.5$ GHz @ 10 V/50 mA
68	RF073M2S	Rohm	64	PMDU	RF egyenirányító dióda, 200 V/1 A
68Y	BZV49-C68	Philips	70	SOT-89	Z-dióda, 6.8 V/1 W
68V	PZM68NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 6.8 V/300 mW
69	RF103L2S	Rohm	64	PMDS	RF egyenirányító dióda, 200 V/1 A
69	DTA114YE	Motorola	69	SOT-416	npn digitális tranz., 10 kΩ + 47 kΩ
69	DTC115EE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz., 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/20 mA
69	DTC115EJA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz., 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/20 mA
69	DTC115EKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz., 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/20 mA
60S	NDS0605	Fairchild	66		p-csal. kapcsoló MOSFET, 60 V
610	NDS0610	Fairchild	68		p-csal. kapcsoló MOSFET, 60 V
614	FMMT614	Zetex	69	SOT-23	kapcsolótranz.
617	FMMT617	Zetex	69	SOT-23	npn kapcsolótranz., 15 V/3 A
618	FMMT618	Zetex	69	SOT-23	npn kapcsolótranz., 20 V/2.5 A
619	FMMT619	Zetex	69	SOT-23	npn kapcsolótranz., 50 V/2 A
621	PZM6 2NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 6.2 V/300 mW
622	PZM6 2NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 6.2 V/300 mW
623	PZM6 2NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 6.2 V/300 mW
624	FMMT624	Zetex	69	SOT-23	
625	FMMT625	Zetex	69	SOT-23	
634	FMMT634	Zetex	69	SOT-23	npn Darlingtonpár, 100 V/0.9 A
651	PZT651	Motorola	69	SOT-223	npn tranz., 60 V/1 A
681	PZM6 8NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 6.8 V/300 mW
682	PZM6 8NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 6.8 V/300 mW
683	PZM6 8NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 6.8 V/300 mW
6A	MMBF4416	Motorola	16	SOT-23	2N4416 n-csal. VHF JFET
6A	MMBF4416	Philips	16	SOT-23	2N4416
6A	MUN2111	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., 10 kΩ + 10 kΩ
6A	MUN5111	Motorola	69	SOT-323	npn digitális tranz., 10 kΩ + 10 kΩ
6A	BC817-16	Philips	69	SOT-23	BC337-16
6As	BC817-16	Siemens	69	SOT-23	BC337-16
6As	BC817-16	Siemens	69	SOT-323	BC337-16
6Ap	BC817-16W	Philips	69	SOT-23	BC337-16
6At	BC817-16	Philips	69	SOT-23	BC337-16
6At	BC817-16W	Philips	69	SOT-323	BC337-16
6A-	BC817-16W	Philips	69	SOT-323	BC337-16

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
6A2	PZM6 2NB2A	Philips	58	SOT-346	kefős, közös anódú Z-dióda; 6,2 V/300 mW
6AB	PZM6 8NB2A	Philips	58	SOT-346	kefős, közös anódú Z-dióda; 6,8 V/300 mW
6AR	BC817-16R	Philips	72	SOT-23	BC337-16
6AZ	BC817-16	Zetex	69	SOT-23	BC337-16
6B	MMBF5484	Motorola	16	SOT-23	2N5484 n-csal. JFET
p6B	PMBF5484	Philips	16	SOT-23	2N5484
6B	BC817-25	Philips	69	SOT-23	BC337-25
6Bs	BC817-25	Siemens	69	SOT-23	BC337-25
6Bs	BC817-25W	Siemens	69	SOT-323	BC337-25
6Bp	BC817-25	Philips	69	SOT-23	BC337-25
6Bt	BC817-25	Philips	69	SOT-23	BC337-25
6Bt	BC817-25W	Philips	69	SOT-323	BC337-25
6Bt	BC817-25W	Philips	69	SOT-323	BC337-25
6B	MUN2112	Motorola	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ
6B	MUN5112	Motorola	69	SOT-323	MUN2112
6BR	BC817-25R	Philips	72	SOT-23R	BC337-25
6BZ	BC817-25	Zetex	69	SOT-23	BC337-25
6C	BC817-40	Philips	69	SOT-23	BC337-40
6Cs	BC817-40	Siemens	69	SOT-23	BC337-40
6Cs	BC817-40W	Siemens	69	SOT-323	BC337-40
6Cp	BC817-40	Philips	69	SOT-23	BC337-40
6Ct	BC817-40	Philips	69	SOT-23	BC337-40
6Ct	BC817-40W	Philips	69	SOT-323	BC337-40
6C-	BC817-40W	Philips	69	SOT-323	BC337-40
6C	MMBFJ310	Motorola	61	SOT-23	US10 n-csal. JFET
6C	MUN2113	Motorola	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 47 kΩ + 47 kΩ
6C	MUN5113	Motorola	69	SOT-323	MUN2113
6CR	BC817-40R	Philips	72	SOT-23R	BC337-40
6CZ	BC817-40	Zetex	69	SOT-23	BC337-40
6Dp	BC817	Philips	69	SOT-23	BC337
6Di	BC817W	Philips	69	SOT-23	BC337
6Di	BC817W	Philips	69	SOT-323	BC337
6D-	BC817W	Philips	69	SOT-323	BC337
6D	MMBF5457	Motorola	61	SOT-23	2N5457 n-csal. JFET
6D	MUN2114	Motorola	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ
6D	MUN5114	Motorola	69	SOT-323	MUN2114
6DZ	BC817	Zetex	69	SOT-23	BC337
6E	FMMT-193R	Zetex	72	SOT-23R	MPSA93
6E	MMBF5460	Motorola	61	SOT-23	2N5460 p-csal. JFET
6F	BC818-16	Philips	69	SOT-23	BC338-16
6Es	BC818-16	Siemens	69	SOT-23	BC338-16
6Es	BC818-16W	Siemens	69	SOT-323	BC338-16
6E	MUN2115	Motorola	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; R _i = 10 kΩ
6E	MUN5115	Motorola	69	SOT-323	MUN2115
6ER	BC818-16R	Philips	72	SOT-23	BC338-16
6EZ	BC818-16	Zetex	69	SOT-23	BC338-16
6F	MMBF4860	Motorola	61	SOT-23	2N4860 n-csal. JFET
6F	BC818-25	Philips	69	SOT-23	BC338-25
6Fs	BC818-25	Siemens	69	SOT-23	BC338-25
6Fs	BC818-25W	Siemens	69	SOT-323	BC338-25
6F	MUN2116	Motorola	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; R _i = 4,7 kΩ
6F	MUN5116	Motorola	69	SOT-323	MUN2116
6F	Gall-6F	MC	2	SOT-69	MMIC erősítő; DC - 4 GHz; 12 dB
6FR	BC818-25R	Philips	72	SOT-23R	BC338-25
6FZ	BC818-25	Zetex	69	SOT-23	BC338-25
6G	BC818-40	Philips	69	SOT-23	BC338-40
6Ga	BC818-40	Siemens	69	SOT-23	BC338-40
6Gs	BC818-40W	Siemens	69	SOT-323	BC338-40
6G	MMBF4393	Motorola	16	SOT-23	2N4393 n-csal. JFET
6G	MUN2130	Motorola	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 1 kΩ + 1 kΩ
6G	MUN5130	Motorola	69	SOT-323	MUN2130
6GR	BC818-40R	Philips	72	SOT-23	BC338-40
6GZ	BC818-40	Zetex	69	SOT-23	BC338-40
p6G	PMBF4393	Philips	16	SOT-23	2N4393 n-csal. JFET
6Hp	BC818	Philips	69	SOT-23	BC338
6H2	BC818	Zetex	69	SOT-23	BC338
6H	MMBF5486	Motorola	16	SOT-23	2N5486 n-csal. JFET
p6H	PMBF5486	Philips	16	SOT-23	2N5486
6H	MUN2131	Motorola	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
6H	MUN5131	Motorola	69	SOT-323	MUN2121
6J	MMBF4391	Motorola	61	SOT-23	2N4391 n-csal. JFET
6J	MUN2132	Motorola	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
6J	MUN6132	Motorola	69	SOT-323	MUN2132
p6J	PMBF4391	Philips	61	SOT-23	2N4391 n-csal. JFET
6K	MMBF4932	Motorola	61	SOT-23	2N4932 n-csal. JFET
6K	MUN2133	Motorola	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
6K	MUN5133	Motorola	69	SOT-323	MUN2133
p6K	PMBF4932	Philips	61	SOT-23	2N4932 n-csal. JFET
6L	MMBF5459	Motorola	61	SOT-23	2N5459 n-csal. JFET
6L	MUN2134	Motorola	69	SOT-23	pn-p digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ
6L	MUN5134	Motorola	69	SOT-323	MUN2134
6M	MMBF5485	National	16	SOT-23	2N5485 n-csal. VHF JFET
p6M	PMBF5485	National	16	SOT-23	2N5485
6N	MMBF4861	National	61	SOT-23	n-csal. JFET kapcsoló/chopper
6O	MMBFJ305	National	61		J305 n-csal. VHF JFET
6P	MMBFJ111	National	81		J111 n-csal. JFET
6P	BCX71HR	Philips	72	SOT-23R	BCX79
6R	MMBFJ112	National	61		J112 n-csal. JFET
6P	MMBFJ113	National	61		J113 n-csal. JFET
6P	CMCZ30L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 30 V/250 mW; I _g = 0,5 mA
6S	MMBFJ176	National	61		J176 n-csal. JFET
6S	MMSD71	Motorola	58		Sz dióda
p6S	PMBFJ176	Philips	61		J176 n-csal. JFET
6T	BCW68GR	Siemens	72		pn-p tranz.; 45 V/0,8 A/350 mW
6T	MMBFJ310	Motorola	61	SOT-23	J310 n-csal. UHF JFET
6U	MMBFJ309	National	61	SOT-23	J309 n-csal. UHF JFET
6V	BCW65CR	Zetex	72	SOT-23R	npn tranz.; 32 V/0,8 A
6V	MMBFJ174	National	61		J174 p-csal. JFET kapcsoló/chopper
6V2	PZM6 2NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 6,2 V/300 mW
6V8	PZM6 8NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 6,8 V/300 mW
6W	BCW57CR	Zetex	72	SOT-23R	pn-p tranz.; 32 V/0,8 A
6W	MMBFJ175	Motorola	61	SOT-23	J175 p-csal. JFET
p6W	PMBFJ175	Philips	61	SOT-23	J175
6X	MMBFJ174	National	61		J174 p-csal. JFET kapcsoló/chopper
p6X	PMBFJ174	Philips	61		J174
6Y	MMBFJ177	Motorola	61	SOT-23	J177 p-csal. JFET
p6Y	PMBFJ177	Philips	61	SOT-23	J177
6Y2	BZV49-CEV2	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 6,2 V/1 W
6Y8	BZV49-CEV8	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 6,8 V/1 W
6Z	MMBF170	Motorola	68	SOT-23	n-csal. MOSFET; U _{DS} = 60V
7 (le)	8BY55-02W	Siemens	64	SOD-80	UHF vankap
70	BFQ70	Siemens	1	SOT-173	npn RF-tranz.; f _T = 5,2 GHz @ 15 V/35 mA
7-0	1PS70SB10	Philips	58	SOT-323	Schottky dióda; 30 V/0,2 A
710	1PS70SB10	Philips	58	SOT-323	Schottky dióda; 30 V/0,2 A
71	BFQ71	Siemens	1	SOT-173	npn RF-tranz.; f _T = 5,2 GHz @ 15 V/30 mA
72	BFQ72	Siemens	1	SOT-173	npn RF-tranz.; f _T = 5,1 GHz @ 15 V/50 mA
72	2N7002	Siliconix	68	SOT-23	n-csal. MOSFET; 60 V/170 mA
72	GDZ3 98	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 3,9 V/200 mW
72	EDZ3 98	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 3,9 V/150 mW
72	VDZ3 98	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 3,9 V/150 mW
72	RB161M-20	Rohm	64	FMDU	Schottky dióda; 1 A/25 V
73s	BAS70	Siemens	58	SOT-23	Schottky dióda; 70 V/50 mA
73p	BAS70	Philips	58	SOT-23	Schottky dióda; 70 V/50 mA
73t	BAS70	Philips	58	SOT-23	Schottky dióda; 70 V/50 mA
73t	BAS70W	Philips	58	SOT-323	Schottky dióda; 70 V/50 mA
73-	BAS70W	Philips	58	SOT-323	Schottky dióda; 70 V/50 mA
73	MA4CS101A	M/A	58	SOT-23	Schottky dióda; 70 V/50 mA
73	BFQ73	Siemens	1	SOT-173	npn RF-tranz.; f _T = 4,9 GHz @ 15 V/75 mA
73	2SC5004	NEC	68		npn RF-tranz.; f _T = 5 GHz @ 5 V/5 mA
73	RB161M-30	Rohm	64	FMDU	Schottky dióda; 1 A/30 V
73S	BFQ73S	Siemens	1	SOT-173	npn RF-tranz.; f _T = 5,3 GHz @ 15 V/100 mA
74	BFQ74	Siemens	1	SOT-173	npn RF-tranz.; f _T = 6 GHz @ 16 V/35 mA
74s	BAS70-04	Siemens	59	SOT-23	BAS70 soros kettősdióda
74p	BAS70-04	Philips	59	SOT-23	BAS70
74t	BAS70-04	Philips	59	SOT-23	BAS70
74t	BAS70-04W	Philips	59	SOT-323	BAS70
74t	BAS70-04W	Philips	59	SOT-323	BAS70
74	MA4CS101B	M/A	59	SOT-23	MA4CS101A soros kettősdióda (73)

Kód	Típus	Gyártó	Be- kód	Tok	Ekvivalens típus/adatok
74	DTA114WE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.: 10 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
74	DTA114WUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: 10 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
74	DTA114WKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: 10 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
74	ZSC5005	NEC	69		npn RF-tranz., $f_T = 5,5$ GHz @ 5 V/5 mA
74	RB160M-40	Rohm	84	PMDU	Schottky dióda, 1 A/40 V
7-4	1PS70SB14	Philips	59	SOT-323	ketős, soros Schottky dióda, 30 V/0,2 A
714	1PS70SB14	Philips	59	SOT-323	ketős, soros Schottky dióda, 30 V/0,2 A
75	RSX101M-30	Rohm	64	PMDU	Schottky dióda, 1 A/30 V
75s	BAS70-05	Siemens	57	SOT-23	MA4CS101A közös katódú ketősdíóda
75s	BAS70-05W	Siemens	57	SOT-23	BAS70 közös katódú ketősdíóda
75p	BAS70-05	Philips	57	SOT-23	BAS70
75i	BAS70-05W	Philips	57	SOT-323	BAS70
75i	BAS70-05	Philips	57	SOT-23	BAS70
75s	BAS70-05W	Philips	57	SOT-323	BAS70
75	BFQ75	Siemens	1	SOT-173	npn RF-tranz.: $f_T = 5$ GHz @ 2 V/50 mA
75	EDZ20B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda, 20 V/150 mW
75	VDZ20B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda, 20 V/150 mW
7-5	1PS70SB15	Philips	57	SOT-323	ketős, közös katódú Schottky dióda, 30 V/0,2 A
715	1PS70SB15	Philips	57	SOT-323	ketős, közös katódú Schottky dióda, 30 V/0,2 A
75Y	BZV49-C75	Philips	70	SOT-89	Z-dióda, 75 V/1 W
76	RB160M-60	Rohm	64	PMDU	Schottky dióda, 1 A/60 V
76s	BAS70-06	Siemens	58	SOT-23	BAS70 közös anódú ketősdíóda
76p	BAS70-06	Philips	56	SOT-23	BAS70
76i	BAS70-06	Philips	56	SOT-23	BAS70
76i	BAS70-06W	Philips	58	SOT-323	BAS70
76	BAS70-06W	Philips	58	SOT-323	BAS70
76	BFQ76	Siemens	1	SOT-173	npn RF-tranz.: $f_T = 5$ GHz @ 15 V/30 mA
76	DTA144WE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.: 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/30 mA
76	DTA144WUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.: 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/30 mA
76	DTA144WKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.: 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/30 mA
7-6	1PS70SB16	Philips	56	SOT-323	ketős, közös anódú Schottky dióda, 30 V/0,2 A
716	1PS70SB16	Philips	56	SOT-323	ketős, közös anódú Schottky dióda, 30 V/0,2 A
77s	BAS70-07	Siemens	73	SOT-143	BAS70
77s	BAS70-07	Siemens	73	SOT-343	BAS70
77	MA4CS101E	M/A	73	SOT-143	MA4CS101A
77	BFQ77	Siemens	1	SOT-173	npn RF-tranz.: $f_T = 7$ GHz @ 15 V/20 mA
78	MMBT4258	National	69	SOT-23	npn kapcsolótranz.: $f_T = 700$ MHz
79	RB1070M-30	Rohm	64	PMDU	Schottky dióda, 1,5 A/30 V
701	2N7001	Motorola	68	SOT-23	n-csat. MOSFET
702	2N7002	Motorola	66	SOT-23	n-csat. MOSFET, 60 W/0,11 A
703	2N7003	Motorola	68	SOT-23	n-csat. MOSFET
712	NDS7002A	National	66	SOT-23	n-csat. MOSFET, 60 W/0,26 A
717	FMMT717	Zetex	69	SOT-23	npn kapcsolótranz.: 0,625 W/2,5 A/12 V
718	FMMT718	Zetex	69	SOT-23	npn kapcsolótranz.: 0,625 W/1,5 A/20 V
720	FMMT720	Zetex	69	SOT-23	npn kapcsolótranz.: 0,625 W/1,5 A
722	FMMT722	Zetex	69	SOT-23	npn kapcsolótranz.
723	FMMT723	Zetex	69	SOT-23	npn kapcsolótranz.
751	PZM7 5NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 7,5 V/300 mW
752	PZM7 5NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 7,5 V/300 mW
753	PZM7 5NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 7,5 V/300 mW
7A	MMBR901	Motorola	69	SOT-23	MRF901 npn RF-tranz.
7A	MUN52111W1	Motorola	17	SOT-363	ketős npn digitális tranz.: 10 kΩ + 10 kΩ
7A5	PZM7 5NB2A	Philips	56	SOT-346	ketős, közös anódú Z-dióda, 7,5 V/300 mW
7B	MMBR920	Motorola	69	SOT-23	MRF920 npn RF-tranz.
7B	UMZC6 8N	Rohm	56	UMD3	ketős, közös anódú ESD Z-dióda, 6,8 V/200 mW
7B	STZC6 8N	Rohm	56	SMD3	ketős, közös anódú ESD Z-dióda, 6,8 V/200 mW
7B	MUN5212DW1	Motorola	17	SOT-363	ketős npn digitális tranz.: 22 kΩ + 22 kΩ
7C	MMBR930	Motorola	69	SOT-23	MRF930 npn RF-tranz.
7C	MUN5213DW1	Motorola	17	SOT-363	ketős npn digitális tranz.: 47 kΩ + 47 kΩ
7D	MMBR931	Motorola	69	SOT-23	MRF931 npn RF-tranz.
7D	HD4A	Zetex	56		HD3A közös anódú ketősdíóda
7D	UMZC8 2N	Rohm	56	UMD-3	ketős, közös anódú Z-dióda, 6,8 V/200 mW
7D	MUN5214DW1	Motorola	17	SOT-363	ketős npn digitális tranz.: 10 kΩ + 47 kΩ
7E	FMMT-A42R	Zetex	72		MPSA42
7E	MMBR2060	Motorola	69		npn RF-tranz.: $f_T = 1$ GHz @ $U_{CE} = 30$ V/50 mA
7E	MUN5215DW1	Motorola	17	SOT-363	ketős digitális npn tranz.: $R_E = 10$ kΩ
7F	MMBR4957	Motorola	69		npn RF-tranz.: $f_T = 1,2$ GHz @ 30 V/30 mA
7F	MUN5211DW1	Motorola	17	SOT-383	ketős npn digitális tranz.: $R_E = 4,7$ kΩ
7G	MMBR5031	Motorola	69	SOT-23	npn RF-tranz.: $f_T = 1$ GHz @ 10 V/20 mA

Kód	Típus	Gyártó	Be- kód	Tok	Ekvivalens típus/adatok
7G	MUN5230DW1	Motorola	17	SOT-363	ketős npn digitális tranz.: 1 kΩ + 1 kΩ
7H	MMBR5179	Motorola	69	SOT-23	2N5179/BFY90 npn RF-tranz.
7H	MUN5231DW1	Motorola	17	SOT-363	ketős npn digitális tranz.: 2,2 kΩ + 2,2 kΩ
7J	FMMT38C	Zetex	69	SOT-23	BCX38C
7J	MUN5232DW1	Motorola	17	SOT-363	ketős npn digitális tranz.: 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
7K	MMBR2657	Motorola	69		npn RF-tranz.: $f_T = 1$ GHz @ $U_{CE} = 15$ V/40 mA
7K	MUN5233DW1	Motorola	17	SOT-363	ketős npn digitális tranz.: 4,7 kΩ + 47 kΩ
7L	MUN5234DW1	Motorola	17	SOT-363	ketős npn digitális tranz.: 22 kΩ + 47 kΩ
7M	MUN5235DW1	Motorola	17	SOT-363	ketős npn digitális tranz.: 2,2 kΩ + 47 kΩ
7M	MMBR521L	Motorola	69	SOT-23	MRF521 npn RF-tranz.
7M	BCW66HR	Zetex	72	SOT-23R	npn tranz.: 45 W/0,8 A
7N	MMBR941BL	Motorola	69	SOT-23	MRF941 npn RF-tranz.: $f_T = 8$ GHz
7N	BCW68HR	Zetex	72	SOT-23	npn tranz.: 45 W/0,8 A
7N	CMOZ1L8	CSC	64	SOD-323	Z-dióda, 1,8 V/250 mW, $I_T = 0,5$ mA
7P	BCW66FR	STM	72	SOT-23R	npn tranz.: 45 W/0,8 A/350 mW
7P	MMBR911L	Motorola	69	SOT-23	MRF911 npn RF-tranz.: $f_T = 6$ GHz
7P	CMOZ3L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda, 33 V/250 mW, $I_T = 0,5$ mA
7R	MMBR536	Motorola	69	SOT-23	MRF536 npn RF-tranz.
7T	BCW68FR	Zetex	72	SOT-23R	npn tranz.: 45 W/0,8 A
7V5	PZM7 5NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 7,5 V/300 mW
7X	MMBR571L	Motorola	69	SOT-23	MRF571 npn RF-tranz.: $f_T = 8$ GHz
7Y	MMBR941L	Motorola	69	SOT-23	MRF941 npn RF-tranz.: $f_T = 8$ GHz
7Y5	BZV49-C7V5	Philips	70	SOT-89	Z-dióda, 7,5 V/1 W
7Z	MMBR951L	Motorola	69	SOT-23	MRF951 npn RF-tranz.: $f_T = 7,5$ GHz
8 (sá)	BBY58-03W	Siemens	64	SOD-323	varikap
8	BB17B	Philips	64	SOD-523	VHF varikap, 2,5...16 pF
81	ZMVB31B2	Zetex	64	SOD-523	varikap, 28 V, 15 pF @ 2 V
81A	MMBZ5250B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda, 20 V/0,225 W
81A	PMBZ5250B	Philips	58	SOT-23	Z-dióda, 20 V/0,225 W
81B	MMBZ5251B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda, 22 V/0,225 W
81B	PMBZ5251B	Philips	58	SOT-23	Z-dióda, 22 V/0,225 W
81C	MMBZ5252B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda, 24 V/0,225 W
81C	PMBZ5252B	Philips	58	SOT-23	Z-dióda, 24 V/0,225 W
81D	MMBZ5253B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda, 25 V/0,225 W
81D	PMBZ5253B	Philips	58	SOT-23	Z-dióda, 25 V/0,225 W
81E	MMBZ5254B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda, 27 V/0,225 W
81E	PMBZ5254B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda, 27 V/0,225 W
81F	MMBZ5255B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda, 28 V/0,225 W
81F	PMBZ5255B	Siemens	58	SOT-23	Z-dióda, 28 V/0,225 W
81G	MMBZ5256B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda, 30 V/0,225 W
81G	PMBZ5256B	Philips	58	SOT-23	Z-dióda, 30 V/0,225 W
81H	MMBZ5257B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda, 33 V/0,225 W
81H	PMBZ5257B	Philips	58	SOT-23	Z-dióda, 33 V/0,225 W
81J	MMBZ5258B	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda, 36 V/300 mW
81K	MMBZ5259B	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda, 39 V/300 mW
81M	MMBZ5261B	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda, 47 V/300 mW
81N	MMBZ5262B	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda, 51 V/300 mW
81P	MMBZ5263B	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda, 56 V/300 mW
81Q	MMBZ5264B	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda, 60 V/300 mW
81R	MMBZ5265B	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda, 62 V/300 mW
81S	MMBZ5266B	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda, 68 V/300 mW
81T	MMBZ5267B	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda, 75 V/300 mW
82	ZSC5009	NEC	69		npn RF-tranz.: $f_T = 12$ GHz @ 3 V/5 mA
82	ZMVB32B2	Zetex	64	SOD-523	varikap, 28 V, 22 pF @ 2 V
82	GD24 3B	Vishay	84	SOD-323	Z-dióda, 4,3 V/200 mW
82	EDZ4 3B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda, 4,3 V/150 mW
82	VDZ4 3B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda, 4,3 V/150 mW
82R	S866TR	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, n-csat. kétkapcs. UHF MOSFET, 12 V-os IV-tűrhez
83P	BFP182T	TIK	78		npn RF-tranz.: $f_T = 7,5$ GHz @ 10 V/35 mA
83	MMBT4400	National	69		2N4400 npn tranz.
83	RB160M-90	Rohm	64	PMDU	Schottky dióda, 1 A/90 V
83s	BAT68	Siemens	58	SOT-23	Schottky dióda, 8 V/130 mA
83s	BAT68W	Siemens	58	SOT-323	Schottky dióda, 8 V/130 mA
83	ZSC5010	NEC	69		npn RF-tranz.: $f_T = 12$ GHz @ 3 V/10 mA
83	MA4CS102A	M/A	58	SOT-23	Schottky dióda, 8 V/30 mA
83P	BFP183T	TIK	78		npn RF-tranz.: $f_T = 7,4$ GHz @ 10 V/55 mA
84s	BAT68-04	Siemens	58	SOT-23	ketős, soros Schottky dióda, 8 V/130 mA
84s	BAT68-04W	Siemens	58	SOT-323	ketős, soros np Schottky dióda, 8 V/130 mA

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
84	MA4CS102B	M/A	59	SOT-23	ketfős, soros Schottky dióda; 8 V/30 mA
84	DT114WE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 4,7 kΩ; 50 V/100 mA
84	DT114WUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 4,7 kΩ; 50 V/100 mA
84	DT114WKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 4,7 kΩ; 50 V/100 mA
85	MMBD1701	National	58	SOT-23	Gyors recovery Si dióda; 30 V/50 mA
85	MA4CS102A	M/A	57	SOT-23	ketfős, közös katódú Schottky dióda; 8 V/30 mA
85	ED222B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 22 V/150 mW
85	VD222B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 22 V/150 mW
85s	BAT68-05	Siemens	57	SOT-23	ketfős, közös katódú Schottky dióda; 8 V/130 mA
85s	BAT68-05W	Siemens	57	SOT-323	ketfős, közös katódú Schottky dióda; 8 V/130 mA
86	MMBD1702	National	66	SOT-23	Gyors recovery Si dióda; 30 V/50 mA
86	DT114WE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ; 50 V/30 mA
86	DT114WUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ; 50 V/30 mA
86	DT114WKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ; 50 V/30 mA
86s	BAT68-06	Siemens	56	SOT-23	ketfős, közös anódú Schottky dióda; 8 V/130 mA
86s	BAT68-06W	Siemens	56	SOT-323	ketfős, közös anódú Schottky dióda; 8 V/130 mA
87	MMBD1703	National	59	SOT-23	MMBD1701 soros ketfősdióda
87	MA4CS102A	M/A	73	SOT-143	ketfős Schottky dióda; 8 V/30 mA
87s	BAT68-07	Siemens	73	SOT-143	ketfős Schottky dióda; 8 V/130 mA
88	MMBD1704	National	57	SOT-23	MMBD1701 ketfős, közös katódú dióda
88	MMBD1705	National	56	SOT-23	MMBD1701 ketfős, közös anódú dióda
821	PZM8 2NB1	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 8,2 V/300 mW
822	PZM8 2NB2	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 8,2 V/300 mW
822	S822T	Tfk	78	SOT-143	npn RF-tranz.; $f_T = 5,2$ GHz @ 6 V/6 mA
823	PZM8 2NB3	Philips	56	SOT-23	Z-dióda; 8,2 V/300 mW
849	S849T	Vishay	77	SOT-143	előfeszített, n-csat. kétkapus UHF MOSFET, 12 V-os tv-lunethez
852	S852T	Tfk	69	SOT-23	npn RF-tranz.; $f_T = 5,2$ GHz @ 6 V/6 mA
887	S887T	Tfk	77	SOT-143	n-csat. kétkapus UHF MOSFET
888	S888T	Tfk	77	SOT-142	n-csat. kétkapus UHF MOSFET
8A	NJM78L02A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 2,0 V/100 mA
8A	MMB25226B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 3,3 V/0,225 W
8A	MUN2211	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ
8A	MUN5211	Motorola	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ
8A	2DA1774C	Dio	69	SOT-523	ppn tranz.; 60 V/150 mA, $I_{h_{FE}} = 120...270$
8A2	PZM8 2NB2A	Philips	58	SOT-23	ketfős, közös anódú Z-dióda; 8,2 V/300 mW
8B	NJM78L03A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 3 V/100 mA
8B	MMB25227B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 3,6 V/0,225 W
8B	MUN2212	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ
8B	MUN5212	Motorola	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ
8B	2DA1774C	Dio	69	SOT-523	ppn tranz.; 60 V/150 mA, $I_{h_{FE}} = 180...390$
8C	NJM78L05A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 5 V/100 mA
8C	MMB25228B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 3,9 V/0,225 W
8C	MUN2213	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 47 kΩ
8C	MUN5213	Motorola	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 47 kΩ
8C	2DA1774S	Dio	69	SOT-523	ppn tranz.; 60 V/150 mA, $I_{h_{FE}} = 270...560$
8D	MUN2214	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ
8D	MUN5214	Motorola	69	SOT-323	MUN2214
8D	2DC4617Q	Dio	69	SOT-523	ppn tranz.; 60 V/150 mA, $I_{h_{FE}} = 120...270$
8E	NJM78L06A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 6 V/100 mA
8E	FMMT-A92R	Zetex	72	SOT-23R	MPSA92
8E	MMB25230B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 4,7 V/0,225 W
8E	MUN2215	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz.; $R_i = 10$ kΩ
8E	MUN5215	Motorola	69	SOT-323	npn digitális tranz.; $R_i = 10$ kΩ
8E	2DC4617R	Dio	69	SOT-523	ppn tranz.; 60 V/150 mA, $I_{h_{FE}} = 180...390$
8F	NJM78L07A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 7 V/100 mA
8F	MMB25231B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 5,1 V/0,225 W
8F	MUN2216	i	69	SOT-23	npn digitális tranz.; $R_i = 4,7$ kΩ
8F	MUN5216	Motorola	69	SOT-323	MUN2216
8F	2DC4617S	Dio	69	SOT-523	ppn tranz.; 60 V/150 mA, $I_{h_{FE}} = 270...560$
8G	NJM78L08A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 8 V/100 mA
8G	MMB25232B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 5,6 V/0,225 W
8G	MUN2230	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 1 kΩ + 1 kΩ
8G	MUN5230	Motorola	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 1 kΩ + 1 kΩ
8H	NJM78L09A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 9 V/100 mA
8H	MMB25233B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 6,0 V/0,225 W
8H	MUN2231	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ
8H	MUN5231	Motorola	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ
8J	NJM78L10A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 10 V/100 mA

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
8J	MMB25234B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 6,2 V/0,225 W
8J	MUN2232	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
8J	MUN5232	Motorola	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
8K	NJM78L12A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 12 V/100 mA
8K	MMB25235B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 6,8 V/0,225 W
8K	MUN2233	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
8K	MUN5233	Motorola	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
8L	NJM78L15A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 15 V/100 mA
8L	MMB25236B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 7,5 V/0,225 W
8L	MUN2234	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ
8L	MUN5234	Motorola	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ
8M	NJM78L18A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 18 V/100 mA
8M	MMB25237B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 8,2 V/0,225 W
8N	NJM78L20A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 20 V/100 mA
8N	MMB25238B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 8,7 V/0,225 W
8N	GMD22L0	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 2,0 V/250 mW, $I_h = 0,5$ mA
8P	NJM78L24A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 24 V/100 mA
8P	MMB25239B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 9,1 V/0,225 W
8P	GMD236L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 36 V/250 mW, $I_h = 0,5$ mA
8Q	MMB25240B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 10 V/0,225 W
8R	MMB25241B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 11 V/0,225 W
8S	MMB25242B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 12 V/0,225 W
8T	MMB25243B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 13 V/0,225 W
8U	MMB25244B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 14 V/0,225 W
8V	MMB25245B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 15 V/0,225 W
8V2	PZM8 2NB	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 8,2 V/300 mW
8W	MMB25246B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 16 V/0,225 W
8X	MMB25247B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 17 V/0,225 W
8Y	MMB25248B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 18 V/0,225 W
8Y2	BZV49-C8V2	Philips	70	SOT-89	Z-dióda; 8,2 V/1 W
8Z	NJM78L62A	NJR	18	SOT-89	átlar. stabilizátor; 78L 6,2 V/100 mA
8Z	MMB25249B	Motorola	58	SOT-23	Z-dióda; 19 V/0,225 W
9	BC849	Motorola	69	SOT-23	BC549B
9	BB179	Philips	84	SOD-523	UHF varikap; 2...11,5 pF
91	ZV331V2	Zetex	64	SOD-523	varikap; 4...13,5 pF
91	DTA113TKA	Rohm	69	SC-59	ppn digitális tranz.; $R_i = 1$ kΩ; 50 V/100 mA
91A	FMMT591A	Zetex	69	SOT-23	ppn tranz.; 40 V/1 A/0,5 W, $f_T = 150$ MHz
92	ZV332V2	Zetex	64	SOD-523	varikap; 5...17 pF
92	GD24 7B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 4,7 V/200 mW
92	ED24 7B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 4,7 V/150 mW
92	VD24 7B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 4,7 V/150 mW
92V	BFP92A	Tfk	77	SOT-143	npn RF-tranz.; $f_T = 6$ GHz @ 16 V/30 mA
93	ZV333V2	Zetex	64	SOD-523	varikap; 12...42 pF
93	DTA1143TE	Rohm	69	EMT-3	ppn digitális tranz.; $R_i = 4,7$ kΩ; 50 V/100 mA
93	DTA1143TUA	Rohm	69	SC-70	ppn digitális tranz.; $R_i = 4,7$ kΩ; 50 V/100 mA
93	DTA1143TKA	Rohm	69	SC-59	ppn digitális tranz.; $R_i = 4,7$ kΩ; 50 V/100 mA
93R	S593TR	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-lunethez
94	DTA114TE	Rohm	69	EMT-3	ppn digitális tranz.; $R_i = 10$ kΩ; 50 V/100 mA
94	DTA114TUA	Rohm	69	SC-70	ppn digitális tranz.; $R_i = 10$ kΩ; 50 V/100 mA
94	DTA114TKA	Rohm	69	SC-59	ppn digitális tranz.; $R_i = 10$ kΩ; 50 V/100 mA
94R	S594TR	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-lunethez
95	DTA124TE	Rohm	69	EMT-3	ppn digitális tranz.; $R_i = 22$ kΩ; 50 V/100 mA
95	DTA124TCA	Rohm	69	SOT-23	ppn digitális tranz.; $R_i = 22$ kΩ; 50 V/100 mA
95	DTA124TKA	Rohm	69	SC-59	ppn digitális tranz.; $R_i = 22$ kΩ; 50 V/100 mA
25	ED248	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 24 V/150 mW
25	VD248	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 24 V/150 mW
95R	S595TR	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-lunethez
96	DTA144TE	Rohm	69	EMT-3	ppn digitális tranz.; $R_i = 47$ kΩ; 50 V/100 mA
96	DTA144TUA	Rohm	69	SC-70	ppn digitális tranz.; $R_i = 47$ kΩ; 50 V/100 mA
96	DTA144TKA	Rohm	69	SC-59	ppn digitális tranz.; $R_i = 47$ kΩ; 50 V/100 mA
99	DTA115TE	Rohm	69	EMT-3	ppn digitális tranz.; $R_i = 100$ kΩ; 50 V/100 mA
99	DTA115TUA	Rohm	69	SC-70	ppn digitális tranz.; $R_i = 100$ kΩ; 50 V/100 mA
99	DTA115TKA	Rohm	69	SC-59	ppn digitális tranz.; $R_i = 100$ kΩ; 50 V/100 mA
99R	S599TR	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, kétkapus UHF MOSFET, 9 V-os tv-lunethez
911	PZM9 1NB1	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 9,1 V/300 mW
912	PZM9 1NB2	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 9,1 V/300 mW
913	PZM9 1NB3	Philips	58	SOT-346	Z-dióda; 9,1 V/300 mW
913	S913T	Vishay	77	SOT-143	előfeszített, kétkapus MOSFET, 9 V-os UHF tv-lunethez
949	S949T	Vishay	77	SOT-143	előfeszített, kétkapus UHF MOSFET, 9 V-os tv-lunethez

Kód	Típus	Gyártó	Be- tét	Tok	Ekvivalens típus/adatok
982	S88GT	Vishay	77	SOT-143	elofeszített, kétféleképpes UHF MOSFET, 12V-os tv-tunerhez
9A	FMMT2369AR	Zetex	72	SOT-23	2N2369A
9A	DTA1251UA	Rohm	69	SC-70	pnp digitális tranz., $R_i = 200 \text{ k}\Omega$, 50 V/100 mA
9A	DTA1257KA	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz., $R_i = 200 \text{ k}\Omega$, 50 V/100 mA
9A	PLVA850A	Philips	58	SOT-23	lávina U-referenciadióda, 5,0 V
9A1	PZM9 1NB2A	Philips	58	SOT-346	kettős, közös anódú Z-dióda, 9,1 V/300 mW
9B	NJM79L03UA	NJR	55	SOT-89	átlér. stabilizátor, 79L -3 V/100 mA
9B	PLVA653A	Philips	58	SOT-23	lávina U-referenciadióda, 5,3 V
9C	NJM79L05UA	NJR	55	SOT-89	átlér. stabilizátor, 79L -5 V/100 mA
9C	PLVA656A	Philips	58	SOT-23	lávina U-referenciadióda, 5,6 V
9D	PLVA659A	Philips	58	SOT-23	lávina U-referenciadióda, 5,9 V
9E	NJM79L06UA	NJR	55	SOT-89	átlér. stabilizátor, 79L -6 V/100 mA
9E	PLVA662A	Philips	58	SOT-23	lávina U-referenciadióda, 6,2 V
9F	PLVA665A	Philips	58	SOT-23	lávina U-referenciadióda, 6,5 V
9G	NJM79L08UA	NJR	55	SOT-89	átlér. stabilizátor, 79L -8 V/100 mA
9G	PLVA668A	Philips	58	SOT-23	lávina U-referenciadióda, 6,8 V
9H	NJM79L09UA	NJR	55	SOT-89	átlér. stabilizátor, 79L -9 V/100 mA
9J	PLVA2650A	Philips	56	SOT-23	kettős közös anódú U-referenciadióda, 5 V
9K	NJM79L12UA	NJR	55	SOT-89	79L -12 V/100 mA átlér. stabilizátor
9K	PLVA2653A	Philips	58	SOT-23	kettős, közös anódú U-referenciadióda, 5,3 V
9L	NJM79L15UA	NJR	55	SOT-89	átlér. stabilizátor, 79L -15 V/100 mA
9L	PLVA2656A	Philips	58	SOT-23	kettős U-referenciadióda, 5,6 V
9M	NJM79L18UA	NJR	55	SOT-89	átlér. stabilizátor, 79L -18 V/100 mA
9M	PLVA2659A	Philips	58	SOT-23	kettős, közös anódú U-referenciadióda, 5,9 V
9M	PLVA2662A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú U-referenciadióda, 6,2 V
9N	CMDZ2L2	CSC	64	SOD-323	Z-dióda, 2,2 V/250 mW, $I_f = 0,5 \text{ mA}$
9D	PLVA2665A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú U-referenciadióda, 6,5 V
9P	NJM79L24UA	NJR	55	SOT-89	átlér. stabilizátor, 79L -24 V/100 mA
9P	PLVA2668A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú U-referenciadióda, 6,8 V
9P	BCK70-HR	Zetex	72	SOT-23	BCK70H
9P	CMDZ39L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda, 3,9 V/250 mW, $I_f = 0,5 \text{ mA}$
9R	FMMT2369R	Zetex	72	SOT-23	2N2369
SV1	PZM9 1NB	Philips	58	SOT-346	Z-dióda, 9,1 V/300 mW
9Y1	BZV49-C9V1	Philips	70	SOT-89	Z-dióda, 9,1 V/1 W
A	BA892	Siemens	64	SCD80	pin-dióda, 35 V/100 mA
A	1SS355	Rohm	64	USM	kapcsolódióda, 100 V/50 mA
A	MPF947	Motorola	69	SOT-323	rpn RF-tranz., $f_T = 8 \text{ GHz}$
A0	HSMS-2800	HP	58	SOT-23	HP2800 Schottky dióda
A0	HSMS-2808	HP	58	SOT-323	HP2800
A03	VAM-03	MC	19	SOT-143	MAR 3 RF-erősítő
A06	VAM-06	MC	19	SOT-143	MAR 6 RF-erősítő
A07	VAM-07	MC	19	SOT-143	MAR 7 RF-erősítő
A1	HSMS-2801	HP	66	SOT-23	HP2800
A1	BAW56W	Philips	56	SOT-323	BAW62 (1N4148) kettős, közös anódú dióda
A1	BAW56	Philips	56	SOT-23	BAW62 (1N4148)
A1	BAW56	Philips	56	SOT-23	BAW62 (1N4148)
A1p	BAW56	Philips	56	SOT-23	BAW62 (1N4148)
A11	BAW56T	Philips	58	SOT-416	BAW62 (1N4148)
A11	BAW56S	Philips	56	SOT-363	BAW62 (1N4148)
A1s	BAW56W	Siemens	56	SOT-23	BAW62 (1N4148)
A1s	BAW56	Siemens	56	SOT-23	BAW62 (1N4148)
A1s	BAW56U	Siemens	56	SC-74	BAW62 (1N4148)
A1X	MBAW56	Motorola	56	SOT-23	
A2	HSMS-2802	HP	59	SOT-23	HP2800
A2	HSMS-280C	HP	59	SOT-323	HP2800
A2	1N4148W	CSC	64	SOD-123	1N4148
A2	BAT16	Philips	58	SOT-23	BA482
A2s	BAT16	Siemens	58	SOT-23	BA482
A2	MMBD2836	Motorola	56	SOT-23	kettős, közös anódú kapcsolódióda, 75 V
A2	CFY30	Siemens	20	SOT-143	n-csál. GaAs FET: 6 GHz
A2	MB13906DW1	Motorola	4	SOT-363	2N3906 kettős tranz. (pnp)
A2	EDZ5.1B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda, 5,1 V/150 mW
A2	VDZ5.1B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda, 5,1 V/150 mW
A22	BAS21	Philips	58	SOD-27	BAV21
A2X	MMBD2836	Motorola	56	SOT-23	kettős, közös anódú kapcsolódióda, 75 V/100 mA/15 ns
A3	BAP64-03	Philips	64	SOD-323	pin-dióda, 3 GHz
A3	HSMS-2803	HP	59	SOT-23	HP2800 soros Schottky diódapár
A3	MMBD1005	Motorola	58	SOT-23	kettős, közös anódú, kis szavargóáramú Si dióda
A3	BAS16	Zetex	56	SOT-23	Si kapcsolódióda, 75 V/100 mA

Kód	Típus	Gyártó	Be- tét	Tok	Ekvivalens típus/adatok
A3	BAT17	Philips	58	SOT-23	BA481
A3	1N4448W	CSC	64	SOD-123	1N4448
A3p	BAT17	Philips	58	SOT-23	BA481
A3t	BAT17	Philips	58	SOT-23	BA481
A3	MB13906DW	Motorola	69	SOT-363	2N3906 kettős tranz. (pnp)
A3X	MMBD2835	Motorola	58	SOT-23	kettős, közös anódú kapcsolódióda, 35 V/100 mA/15 ns
A4	HSMS-2804	HP	57	SOT-23	HP2800 kettős, közös katódú Schottky dióda
A4	1SS383	Toshiba	21	USQ	Schottky dióda, $2 \times 40 \text{ V}/100 \text{ mA}$
A4	1SS383	Toshiba	21	SMQ/SC61	Schottky dióda, $2 \times 40 \text{ V}/100 \text{ mA}$
A4	1N4150W	CSC	64	SOD-123	1N4150
A4s	BAV70W	Siemens	57	SOT-323	BAW62 kettős, közös katódú
A4s	BAV70	Siemens	57	SOT-23	BAW62
A4s	BAV70T	Siemens	57	SOT-416	BAW62
A4s	BAV70U	Siemens	57	SC-74	BAW62
A4	BAV70W	Philips	57	SOT-323	BAW62
A4p	BAV70	Philips	57	SOT-23	BAW62
A4t	BAV70	Philips	57	SOT-23	BAW62
A4t	BAV70	Philips	57	SOT-363	BAW62
A4X	MBAV70	Motorola	57	SOT-23	kettős, közös katódú gyors egyenirányító, 70 V/200 mA
A5	BAP51-03	Philips	64	SOD-323	RF pin-dióda
A5p	BRY61	Philips	81	SOT-23	PUT
A5t	BRY61	Philips	81	SOT-23	PUT
A5	HSMS-2805	HP	73	SOT-143	HP2800 kettős Schottky dióda
A5	1SS384	Toshiba	21	USM	kettős Schottky dióda, 10 V/100 mA
A5	1SS391	Toshiba	21	SC61	kettős Schottky dióda, 10 V/100 mA
A5	MMBD1010	Motorola	57	SOT-23	kettős, közös katódú Si dióda
A5	MMBD2837	Motorola	57	SOT-23	kettős, közös katódú dióda, 30 V/150 mA
A5	1N4151W	CSC	64	SOD-123	1N4151
A5	EDZ27B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda, 27 V/150 mW
A5	VDZ27B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda, 27 V/150 mW
A6s	BAS16W	Siemens	58	SOT-323	BAW62 (1N4148)
A6s	BAS16	Siemens	56	SOT-23	BAW62 (1N4148)
A6s	BAS16U	Siemens	58	SC-74	BAW62 (1N4148)
A6	BAS16W	Philips	58	SOT-323	BAW62 (1N4148)
A6p	BAS16	Philips	58	SOT-23	BAW62 (1N4148)
A6t	BAS16	Philips	58	SOT-23	BAW62 (1N4148)
A6	BAS16T	Philips	56	SOT-416	BAW62 (1N4148)
A6	BAS216	Philips	64	SOD-110	BAW62 (1N4148)
A6	BAS16D	CSC	64	SOD-123	BAW62 (1N4148)
A6p	BAS316	Philips	64	SOD-323	BAW62 (1N4148)
A6	MMBD2836	Motorola	57	SOT-23	kettős, közös katódú kapcsolódióda, 75 V
A6	HNZ501FU	Toshiba	22	US-6	Schottky dióda, $3 \times 10 \text{ V}/100 \text{ mA}$
A6	HNZ501F	Toshiba	22	SM-6	Schottky dióda, $3 \times 10 \text{ V}/100 \text{ mA}$
A6A	MMUN2111	Motorola	69	SOT-23	pnp digitális tranz., $10 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega$
A6B	MMUN2112	Motorola	69	SOT-23	pnp digitális tranz., $22 \text{ k}\Omega + 22 \text{ k}\Omega$
A6C	MMUN2113	Motorola	69	SOT-23	pnp digitális tranz., $47 \text{ k}\Omega + 47 \text{ k}\Omega$
A6D	MMUN2114	Motorola	69	SOT-23	pnp digitális tranz., $100 \text{ k}\Omega + 100 \text{ k}\Omega$
A6E	MMUN2115	Motorola	69	SOT-23	pnp digitális tranz., $R_i = 10 \text{ k}\Omega$
A6F	MMUN2116	Motorola	69	SOT-23	pnp digitális tranz., $R_i = 4,7 \text{ k}\Omega$
A6G	MMUN2130	Motorola	69	SOT-23	pnp digitális tranz., $1 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega$
A6H	MMUN2131	Motorola	69	SOT-23	pnp digitális tranz., $2,2 \text{ k}\Omega + 2,2 \text{ k}\Omega$
A6J	MMUN2132	Motorola	69	SOT-23	pnp digitális tranz., $4,7 \text{ k}\Omega + 4,7 \text{ k}\Omega$
A6K	MMUN2133	Motorola	69	SOT-23	pnp digitális tranz., $4,7 \text{ k}\Omega + 4,7 \text{ k}\Omega$
A6L	MMUN2134	Motorola	69	SOT-23	pnp digitális tranz., $22 \text{ k}\Omega + 47 \text{ k}\Omega$
A6X	MMBD2838	Motorola	57	SOT-23	kettős kapcsolódióda, 50 V/100 mA
A7s	BAV99	Siemens	59	SOT-23	BAW92 kettős soros dióda
A7s	BAV99W	Siemens	59	SOT-323	BAW92
A7s	BAV99T	Siemens	59	SC-75	BAW92
A7s	BAV99U	Siemens	59	SC-74	BAW92
A7	BAV99W	Philips	59	SOT-323	BAW92
A7	BAV99	Philips	59	SOT-23	BAW92
A7	HSMS-2807	HP	23	SOT-143	HP2800 négyes (ring)
A7	1SS402	Toshiba	21	USM	Schottky dióda, $2 \times 20 \text{ V}/50 \text{ mA}$
A6	HSMS-2808	HP	24	SOT-143	HP2800 dióda négyes
A6	BAP50-03	Philips	64	SOD-323	RF pin-dióda
A8	BAV19W	CSC	64	SOD-123	BAV19 kapcsolódióda
A8	BAS19	Philips	58	SOT-23	BAV19
A7	HNZ503FU	Toshiba	21	US-8	Schottky dióda, $3 \times 20 \text{ V}/50 \text{ mA}$
A7p	BFG310W/XR	Philips	3	SOT-348R	rpn RF-tranz., $f_T = 14 \text{ GHz}$ @ 6 V/50 mW

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tek	Ekvivalens típus/adatok
A8	SI2308DS	Siliconix	68	SOT-23	n-csat. MOSFET, 60 V/100 mA
ABA	MMUN2211	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., 10 kΩ + 10 kΩ
ABB	MMUN2212	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., 22 kΩ + 22 kΩ
ABC	MMUN2213	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., 47 kΩ + 47 kΩ
ABD	MMUN2214	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., 100 kΩ + 100 kΩ
ABE	MMUN2215	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$
ABF	MMUN2216	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., $R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$
ABG	MMUN2230	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., 1 kΩ + 1 kΩ
ABH	MMUN2231	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., 2,2 kΩ + 2,2 kΩ
ABJ	MMUN2232	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., 4,7 kΩ + 4,7 kΩ
ABK	MMUN2233	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., 4,7 kΩ + 47 kΩ
ABL	MMUN2234	Motorola	69	SOT-23	npn digitális tranz., 22 kΩ + 47 kΩ
A9	SI2309DS	Siliconix	68	SOT-23	p-csat. MOSFET, 80 V/100 mA
A9	BAV20W	CSC	64	SOD-123	BAV20 kapcsolódódióda
A9	HN2S2FU	Toshiba	22	US-6	Schottky dióda, 3 x 40 V/100 mA
A9	1SS322	Toshiba	56	SC-70	Schottky dióda, 40 V/100 mA
A9	1SS294	Toshiba	56	SOT-23	Schottky dióda, 40 V/100 mA
A11	MMBD1501A	Fairchild	58	SOT-23	dióda, 180 V/200 mA
A13	MMBD1503A	Fairchild	59	SOT-23	series kettősdióda, 180 V/200 mA
A14	MMBD1504A	Fairchild	57	SOT-23	közös katódú kettősdióda, 180 V/200 mA
A15	MMBD1505A	Fairchild	56	SOT-23	közös anódú kettősdióda, 180 V/200 mA
A16	ZC934A	Zetex	58	SOT-23	varikap, 25...95 pF
A17	ZC933A	Zetex	58	SOT-23	varikap, 12...42 pF
A51	BRY62	Philips		SOT-143	
A61	BAS28	CSC	73	SOT-143	keresztgyorskapcsoló dióda
AB1	BAS20	Philips	58	SOT-23	BAV20
AB2	BAS21	Philips	58	SOT-23	BAV21
AB1	BAS17	Philips	58	SOT-23	BA314
AA	BCX51	Siemens	71	SOT-89	BCX54 prp tranz., 45 V
AA	BCW60A	ITT	69	SOT-23	BCY58-VII
AA	ZMV829A	Zetex	64	SOD-323	varikap, 28 V, 8,2 pF @ 2 V
AA	BAV21W	CSC	64	SOD-123	BAV21 kapcsolódódióda
AA	BCW60A	Siemens	69	SOT-23	BCY58-VII
AAA	MMBF4856	Motorola	61	SOT-23	2N4856 n-csat. chopper JFET
AAG	MMFR951AL	Motorola	69	SOT-23	npn RF-tranz., $f_T = 8 \text{ GHz}$
AAH	MAX6326 R22-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 2,200 V
AAI	MAX6327 R22-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 2,200 V
AAJ	MAX6328 R22-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 2,200 V
AAN	MAX809LXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 5,0 V
AAP	MAX809MXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 5,0 V
AAP	MAX809TXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 3,3 V
AAD	MAX809SXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 3,3 V
AAR	MAX809RXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 3,0 V
AAS	MAX809DXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 2,5 V
AAT	MAX810LXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 5,0 V
AAU	MAX810MXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 5,0 V
AAV	MAX810TXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 3,3 V
AAW	MAX810RXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 3,0 V
AAX	MAX810SXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 3,3 V
AAY	MAX810DXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 2,5 V
AAZ	MAX809LXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 5,0 V
AB	BCW60B	ITT	69	SOT-23	BCY58-VIII
AB	ZMV83CA	Zetex	64	SOD-323	varikap, 28 V, 10 pF @ 2 V
AB	2SC4213	Toshiba	69	SOT-23	npn tranz., 50 V/300 mA
ABs	BCW60B	Siemens	69	SOT-23	BCY58-VIII
ABp	BCW60B	Philips	69	SOT-23	BCY58-VIII
ABt	BCW60B	Philips	69	SOT-23	BCY58-VIII
ABA	MAX809TXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 5,0 V
ABB	MAX809MXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 3,3 V
ABC	MAX809SXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 3,3 V
ABD	MAX809RXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 3,0 V
ABE	MAX809DXR	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 2,5 V
ABF	LM4041AIDG-12	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 1,225 V 0,1%
ABG	LM4041BIDG-12	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 1,225 V 0,2%
ABH	LM4041CIDG-12	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 1,225 V 0,5%
ABI	LM4041DIDG-12	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 1,225 V 0,5%
ABJ	LM4040ADG-21	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 2,048 V 0,1%
ABK	LM4040BDG-21	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 2,048 V 0,2%
ABL	LM4040CDG-21	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 2,048 V 0,5%

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tek	Ekvivalens típus/adatok
ABM	LM4040BDG-21	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 2,048 V 1%
ABN	LM4040ADG-25	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 2,500 V 1%
ABO	LM4040BDG-25	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 2,500 V 0,2%
ABP	LM4040CDG-25	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 2,500 V 0,5%
ABQ	LM4040DDG-25	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 2,500 V 1%
ABR	LM4040BDG-30	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 3,000 V 0,1%
ABS	LM4040BDG-30	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 3,000 V 0,2%
ABT	LM4040CDG-30	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 3,000 V 0,5%
ABU	LM4040DDG-30	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 3,000 V 1%
ABV	LM4040ADG-41	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 4,096 V 0,1%
ABW	LM4040BDG-41	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 4,096 V 0,2%
ABX	LM4040CDG-41	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 4,096 V 0,5%
ABY	LM4040DDG-41	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 4,096 V 1%
ABZ	LM4040BDG-50	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 5,000 V 0,1%
AC	BCX51-100	Siemens	71	SOT-89	prp tranz., 45 V, $I_{h_{FE}} = 100$
AC	BCX51-10	Philips	71	SOT-89	prp tranz., 45 V, $I_{h_{FE}} = 100$
AC	BCW60C	Philips	69	SOT-23	BCY58-IX
AC	ZMV831A	Zetex	64	SOD-323	varikap, 28 V, 15 pF @ 2 V
ACs	BCW60C	Siemens	69	SOT-23	BCY58-IX
ACp	BCW60C	Philips	69	SOT-23	BCY58-IX
ACt	BCW60C	Philips	69	SOT-23	BCY58-IX
ACA	LM4040BDG-50	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 5,000 V 0,2%
ACB	LM4040CDG-50	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 5,000 V 0,5%
ACC	LM4040DDG-50	Maxim	67	SC-70	párhuzamos U-referencia, 5,000 V 1%
ACE	MAX326 R31-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 3,080 V
ACF	MAX326 R46-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 4,630 V
ACH	MAX326 R23-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 2,320 V
ACI	MAX326 R28-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 2,630 V
ACJ	MAX326 R26-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 2,630 V
ACK	MAX326 R44-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 4,360 V
ACL	MAX326 R44-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 4,360 V
ACM	MAX326 R46-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 4,630 V
ACN	MAX326 R44-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 4,360 V
ACN	2SC5661	Rohm	69	UMT-3	npn RF-tranz., 18 V/50 mA/1,5 GHz
ACN	2SC4725	Rohm	69	EMT-3	npn RF-tranz., 18 V/50 mA/1,5 GHz
ACN	2SC4082	Rohm	69	UMT-3	npn RF-tranz., 18 V/50 mA/1,5 GHz
ACN	2SC3837K	Rohm	69	SMT-3	npn RF-tranz., 18 V/50 mA/1,5 GHz
ACD	MAX326 R46-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 4,630 V
ADP	MAX326 R29-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 2,930 V
ACP	2SC5661	Rohm	69	VMT-3	npn RF-tranz., 18 V/50 mA/1,5 GHz
ACP	2SC4725	Rohm	69	EMT-3	npn RF-tranz., 18 V/50 mA/1,5 GHz
ACP	2SC4082	Rohm	69	UMT-3	npn RF-tranz., 18 V/50 mA/1,5 GHz
ACP	2SC3837K	Rohm	69	SMT-3	npn RF-tranz., 18 V/50 mA/1,5 GHz
ACD	MAX327 R23-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 2,320 V
ACR	MAX327 R26-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 2,630 V
ACS	MAX327 R29-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 2,930 V
ACT	MAX327 R31-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. +EN resetgenerátor, 3,080 V
ACU	MAX328 R23-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 2,320 V
ACV	MAX328 R29-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 2,930 V
ACW	MAX328 R31-T	Maxim	25	SC-70	mikroproc. -EN resetgenerátor, 3,080 V
AD	BCX51-160	Siemens	71	SOT-89	prp tranz., 45 V, $I_{h_{FE}} = 160$
AD	BCX51-16	Philips	71	SOT-89	prp tranz., 45 V, $I_{h_{FE}} = 160$
AD	BCW60D	Philips	69	SOT-23	BCY58-X
AD	ZMV832A	Zetex	64	SOD-323	varikap, 28 V, 22 pF @ 2 V
ADs	BCW60D	Siemens	69	SOT-23	BCY58-X
ADp	BCW60D	Philips	69	SOT-23	BCY58-X
ADt	BCW60D	Ph	69	SOT-23	BCY58-X
ADN	2SC3838K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz., 11 V/3,2 GHz, tv-tunerhez
ADN	2SC4083	Rohm	69	UMT-3	npn tranz., 11 V/3,2 GHz, tv-tunerhez
ADN	2SC4726	Rohm	69	EMT-3	npn tranz., 11 V/3,2 GHz, tv-tunerhez
ADN	2SC5662	Rohm	69	VMT-3	npn tranz., 11 V/3,2 GHz, tv-tunerhez
ADN	2SC3838K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz., 11 V/3,2 GHz, tv-tunerhez
ADP	2SC3838K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz., 11 V/3,2 GHz, tv-tunerhez
ADP	2SC4043S	Rohm	69	SPT	npn tranz., 11 V/3,2 GHz, tv-tunerhez
ADP	2SC3838K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz., 11 V/3,2 GHz, tv-tunerhez
ADP	2SC4083	Rohm	69	UMT-3	npn tranz., 11 V/3,2 GHz, tv-tunerhez
ADP	2SC4726	Rohm	69	EMT-3	npn tranz., 11 V/3,2 GHz, tv-tunerhez
ADP	2SC5662	Rohm	69	VMT-3	npn tranz., 11 V/3,2 GHz, tv-tunerhez
AE	BCX52	Siemens	71	SOT-89	BCX55 prp tranz., 60 V

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
AE	ZMV833A	Zetex	64	SOD-323	varikap: 28 V, 33 pF @ 2 V
AEN	2SC3839K	Rohm	69		npn tranz.: 20 V/2,0 GHz, tv-tunerhez
AF	ZMV834A	Zetex	64	SOD-323	varikap: 28 V, 47 pF @ 2 V
AFs	BCW60FF	Siemens	69	SOT-23	BCY58
AG	ZMV835A	Zetex	64	SOD-323	varikap: 28 V, 68 pF @ 2 V
AG	BCX70G	Philips	69	SOT-23	BCY59-VII, BC107
AGs	BCX70G	Siemens	69	SOT-23	BCY59-VII, BC107
AGp	BCX70G	Philips	69	SOT-23	BCY59-VII, BC107
AGi	BCX70G	Philips	69	SOT-23	BCY59-VII, BC107
AG	BCX52-10	Siemens	71	SOT-89	BCX52 pnp tranz.: 60 V, $h_{FE} = 100$
AH	BCX70H	Philips	69	SOT-23	BCY59-VIII, BC107B
AHs	BCX70H	Siemens	69	SOT-23	BCY59-VIII, BC107B
AHp	BCX70H	Philips	69	SOT-23	BCY59-VIII, BC107B
AHi	BCX70H	Philips	69	SOT-23	BCY59-VIII, BC107B
AH	BCF53	Motorola	71	SOT-223	pnp erősítőtranz.: 80 V/150 mA
AH	BCX53	Siemens	71	SOT-89	BCX56 pnp tranz.: 80 V
AH	ZMV930	Zetex	64	SOD-323	varikap: 2,9...8,3 pF
AJ	BCX70J	Philips	69	SOT-23	BCY59-IX, BC107
AJs	BCX70J	Siemens	69	SOT-23	BCY59-IX, BC107
Ajp	BCX70J	Philips	69	SOT-23	BCY59-IX, BC107
AJi	BCX70J	Philips	69	SOT-23	BCY59-IX, BC107
AJ	ZMV931	Zetex	64	SOD-323	varikap: 4...13,5 pF
AK	BCX70K	Philips	69	SOT-23	BCY59-X, BC107
AK	ZMV932	Zetex	64	SOD-323	varikap: 5,5...17 pF
AKs	BCX70K	Siemens	69	SOT-23	BCY59-X, BC107
AKp	BCX70K	Philips	69	SOT-23	BCY59-X, BC107
AKi	BCX70K	Philips	69	SOT-23	BCY59-X, BC107
AL	BCX53-10	Siemens	71	SOT-89	BCX53 pnp tranz.: 80 V, $h_{FE} = 100$
AL	BCX53-18	Siemens	71	SOT-89	BCX53
AL	MMBT455L	Motorola	69	SOT-23	MPSA55 pnp tranz.: 25 V
AL	ZMV933	Zetex	64	SOD-323	varikap: 12...42 pF
ALs	BFP405	Siemens	26	SOT-343	npn RF-tranz.: 4,5 V/12 mA, $f_T = 25$ GHz
AM	MMBT3904W	Motorola	69	SOT-323	2N3904
AM	BCX52-16	Siemens	71	SOT-89	BCX52 pnp tranz.: 60 V, $h_{FE} = 160$
AMs	BFP420	Siemens	26	SOT-343	npn RF-tranz.: $f_T = 25$ GHz @ 4,5 V/35 mA
AM	BSS64	Motorola	69	SOT-23	npn tranz.: 80 V/0,1 A, $f_T = 60$ MHz
AMs	BSS64	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.: 80 V/0,1 A, $f_T = 60$ MHz
AMp	BSS64	Philips	69	SOT-23	npn tranz.: 80 V/0,1 A, $f_T = 60$ MHz
AMi	BSS64	Philips	69	SOT-23	npn tranz.: 80 V/0,1 A, $f_T = 60$ MHz
AM	ZMV933A	Zetex	64	SOD-323	varikap: 12...42 pF
AM	BCW60FN	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.: 35 V/0,2 A
ANs	BFP450	Siemens	26	SOT-343	npn RF-tranz.: $f_T = 25$ GHz @ 4,5 V/100 mA
AN	ZMV934	Zetex	64	SOD-323	varikap: 25...95 pF
AN	2SC5659	Rohm	69	VMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
AN	2SC4618	Rohm	69	EMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
AN	2SC4098	Rohm	69	UMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
AN	2SC2413K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
AO	BCW60AR	ITT	72	SOT-23R	BCY58-VII
AO	ZMV934A	Zetex	64	SOD-323	varikap: 25...95 pF
AP	BCW60BR	ITT	72	SOT-23R	BCY58-VIII
AP	CMOZ2L4	CSC	64	SOD-323	Z-dióda: 2,4 V/250 mW, $I_s = 0,5$ mA
AP	2SC5659	Rohm	69	VMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
AP	2SC4618	Rohm	69	EMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
AP	2SC4098	Rohm	69	UMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
AP	2SC2413K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
AP	2SC2658S	Rohm	69	SPT	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
APs	BFP520	Siemens	26	SOT-343	npn RF-tranz.: $f_T = 46$ GHz @ 2,5 V/40 mA
A-Q	2PD1820AL	Philips	69	SOT-323	npn kapcsoló/erősítőtranz.: 50 V, $h_{FE} = 85...170$
AQ	2PD1820AQ	Philips	69	SOT-323	npn kapcsoló/erősítőtranz.: 50 V, $h_{FE} = 85...170$
AR	BCW60CR	ITT	72	SOT-23R	BCY58-IX
AR	MSD709R	Motorola	69	SOT-23	pnp tranz.: 25 V
AR	CMOZ43L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda: 4,3 V/250 mW, $I_s = 0,5$ mA
AR1	BSF40	Philips	71	SOT-89	npn tranz.: 70 V/1 A/1,35 W, $h_{FE} = 40...120$
AR2	BSF41	Philips	71	SOT-89	npn tranz.: 70 V/1 A/1,35 W, $h_{FE} = 100...300$
AR3	BSF42	Philips	71	SOT-89	npn tranz.: 90 V/1 A/1,35 W, $h_{FE} = 40...120$
AR4	BSF43	Philips	71	SOT-89	npn tranz.: 90 V/1 A/1,35 W, $h_{FE} = 100...300$
AQ	2SC5659	Rohm	69	VMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
AQ	2SC4618	Rohm	69	EMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
AQ	2SC4098	Rohm	69	UMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz

Kód	Típus	Gyártó	Be- kötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
AQ	2SC2413K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz.: 25 V/50 mA, $f_T = 300$ MHz
A-Q	2PD1820AR	Philips	69	SOT-323	npn kapcsoló/erősítőtranz.: 50 V, $h_{FE} = 120...240$
AQ	2PD1820AR	Philips	69	SOT-323	npn kapcsoló/erősítőtranz.: 50 V, $h_{FE} = 120...240$
A-S	2PD1820AS	Philips	69	SOT-323	npn kapcsoló/erősítőtranz.: 50 V, $h_{FE} = 170...340$
AS	2PD1820AS	Philips	69	SOT-323	npn kapcsoló/erősítőtranz.: 50 V, $h_{FE} = 170...340$
AS	BCW60DR	ITT	72	SOT-23R	BCY58-X
AS	MSD709S	Motorola	69	SOT-23	pnp tranz.: 25 V
ASs	BAT16-05	Siemens	57	SOT-23	BAT16 kettős RF-pin-dióda
AS1	BS150	Motorola	71	SOT-89	npn Darlingtonpár: 500 mA/60 V
AS2	BS151	Motorola	71	SOT-89	npn Darlingtonpár: 500 mA/60 V
AS3	BS152	Motorola	71	SOT-89	npn Darlingtonpár: 500 mA/60 V
AS3	BSP52	Motorola	71	SOT-223	npn Darlingtonpár: 500 mA, $h_{FE} = 2000$
ASs	BAT16-06	Siemens	58	SOT-23	BAT16 kettős, közös anódú RF-pin-dióda
ASs	BFP540	Siemens	26	SOT-343	npn mikroszállító tranz.
ASs	BAT16-04	Siemens	59	SOT-23	BAT16 kettős RF-pin-dióda
AU	BCW60GR	ITT	72	SOT-23R	BCY58
AV	DAN212K	Rohm	58	SOT-23	kapcsolódíóda: 80 V/100 mA
AW	BCW60HR	ITT	72	SOT-23R	BCY58
AX	BCX70JR	ITT	72	SOT-23R	BCY59-IX
AY	BCX70KR	ITT	72	SOT-23R	BCY59-X
AY	MMBD100D	Motorola	58	SOT-23	Si kapcsolódíóda: 30 V/0,2 A
B	MRF957	Motorola	69	SOT-323	npn RF-tranz.: $f_T = 9$ GHz
B	BAS16-03W	Siemens	64	SOD-323	varikap: 18 pF @ 1 V
B	BR555	Siemens	64	SCD80	varikap: 18 pF @ 1 V
B0	BZX399C1V3	Philips	64	SOD-323	Z-dióda: 4,3 V/300 mW
B0	HSMS-2810	HP	58	SOT-23	HP2810 Schottky dióda
B0	HSMS-281B	HP	58	SOT-323	HP2810 Schottky dióda
B08	SST6908	Siliconix	27	SOT-143	2N6906 védett kapus n-csat. JFET
B09	SST6909	Siliconix	27	SOT-143	2N6906 védett kapus n-csat. JFET
B1	BZX399C1V8	Philips	64	SOD-323	Z-dióda: 1,8 V/300 mW
B1	HSMS-2811	HP	66	SOT-23	HP2811 Schottky dióda
B1	BAS40	Motorola	58	SOT-23	Schottky kapcsolódíóda
B10	SST6910	Siliconix	27		2N6910 védett kapus n-csat. JFET
B2	BZX399C2V0	Philips	64	SOD-323	Z-dióda: 2,0 V/300 mW
B2	BSV52	Philips	69	SOT-23	BSX20 kapcsolótranz.: 12 V, $f_T = 400$ MHz
B2p	BSV52	Philips	69	SOT-23	BSX20
B2i	BSV52	Philips	69	SOT-23	BSX20
B2	HSMS-2812	HP	59	SOT-23	HP2810 kettős Schottky dióda
B2	HSMS-281C	HP	59	SOT-323	HP2810
B3	BZX399C2V2	Philips	64	SOD-323	Z-dióda: 2,2 V/300 mW
B3	HSMS-2813	HP	56	SOT-23	HP2810
B3	MMBD717L	Motorola	56	SOT-323	kettős, közös anódú Schottky dióda
B4	BZX399C2V4	Philips	64	SOD-323	Z-dióda: 2,4 V/300 mW
B4	BSV52R	Philips	72	SOT-23R	BSX20
B4	HSMS-2814	HP	57	SOT-23	HP2810
B5	BZX399C2V7	Philips	64	SOD-323	Z-dióda: 2,7 V/300 mW
B5	HSMS-2815	HP	73	SOT-143	HP2810
B6	BZX399C3V0	Philips	64	SOD-323	Z-dióda: 3 V/300 mW
B6	BAT54A	Motorola	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda: 30 V
B7	BZX399C3V3	Philips	64	SOD-323	Z-dióda: 3,3 V/300 mW
B7	HSMS-2817	HP	23	SOT-143	HP2810 Schottky dióda-négyes (ring)
B8	BZX399C3V6	Philips	64	SOD-323	Z-dióda: 3,6 V/300 mW
B8	HSMS-2818	HP	24	SOT-143	HP2810 Schottky dióda-négyes
B9	BZX399C3V9	Philips	64	SOD-323	Z-dióda: 3,9 V/300 mW
B9	2SC4617	Motorola	69	SC-90	npn tranz.
B26	BFP570	Philips		SOT-23	
BA	BCX54	Siemens	71	SOT-89	BCX51 npn tranz.: 45 V
BA	BCW61A	Philips	69	SOT-23	BCY78-VII
BAP	BCW61A	Philips	69	SOT-23	BCY78-VII
BAI	BCW61A	Philips	69	SOT-23	BCY78-VII
BA	DAN217	Rohm	59		kettősdióda: 80 V/100 mA
BA	BZX399C4V7	Philips	64	SOD-323	Z-dióda: 4,7 V/300 mW
BA	2SB1132	Rohm	71	SC-62	pnp kapcsolótranz.: 500 mA/40 V
BA	1SS154	Toshiba	58	SC-59	UHF-rit S-sávra kavaró dióda
BB	BCW61B	Philips	69	SOT-23	BCY78-VIII
BBs	BCW61B	Siemens	69	SOT-23	BCY78-VIII
B8p	BCW61B	Philips	69	SOT-23	BCY78-VIII
B8i	BCW61B	Philips	69	SOT-23	BCY78-VIII
B8	BAR81	Siemens	28	SOT-143	kettős pin párh. kapcsolódíóda

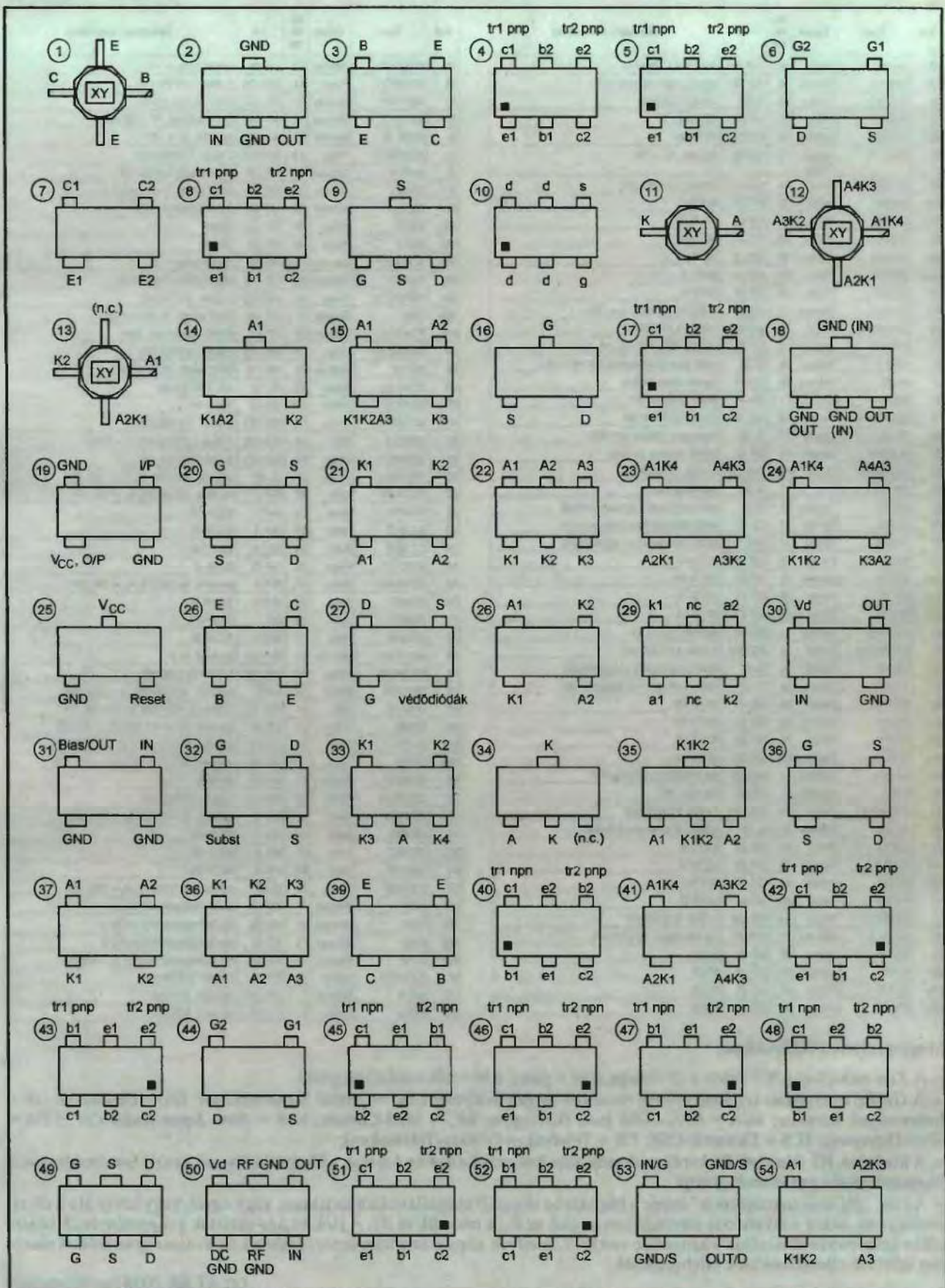
Kód	Típus	Gyártó	Be- kód- lás	Tok	Ekvivalens típus/adatok
BB	BZX399C5V1	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 5,1 V/300 mW
BBs	BAR81W	Siemens	28	SOT-343	Kettős pin párh. kapcsolódódióda
BB	1SV128	Toshiba	58	SC-59	csillapító pin-dióda
BC	BCW61C	Philips	69	SOT-23	BCY78-IX
BCs	BCW61C	Siemens	69	SOT-23	BCY78-IX
BC	BCX54-10	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; $I_{h_{FE}} = 100$
BC	BZX399C5V6	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 5,6 V/300 mW
BCp	BCW61C	Philips	69	SOT-23	BCY78-IX
BCI	BCW61C	Philips	69	SOT-23	BCY78-IX
BD	BCW61D	Philips	69	SOT-23	BCY78-X
BDs	BCW61D	Siemens	69	SOT-23	BCY78-X
BDp	BCW61D	Philips	69	SOT-23	BCY78-X
BDI	BCW61D	Philips	69	SOT-23	BCY78-X
BD	BCX54-16	Siemens	71	SOT-89	BCX51-16 npn tranz.; $I_{h_{FE}} = 160$
BD	BZX399C6V2	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 6,2 V/300 mW
BD	ZHCS400	Zetex	58	SOT-23	Schottky dióda, 40 V/400 mA
BD	1SS271	Toshiba	59	SC-59	kettős soros keverő/detektor UHF-ről S-sávra
BE	BAS70	Motorola	58	SOT-23	Schottky kapcsolódódióda
BE	BCX55	Siemens	71	SOT-89	BCX52 npn tranz.; 80 V
BE	BZX399C6V8	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 6,8 V/300 mW
BE	1SV252	Toshiba	59	SC-59	kettős soros csillapító pin-dióda
BF	BCW61FF	Siemens	69	SOT-23	BCW61 alacsony zajú tranz.
BF	BZX399C7V5	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 7,5 V/300 mW
BF	2SB1132T		71	SC-62	pnp kapcsolót tranz.
BF	1SS268	Toshiba	57	SC-69	kettős, közös katódú pin kapcsolódódióda
BF	1SS312	Toshiba	57	SC-70	kettős, közös katódú pin kapcsolódódióda
BF	1SS364	Toshiba	57	SSM	kettős, közös katódú pin kapcsolódódióda
BG	BCX71G	Philips	69	SOT-23	BCY79-VII
BGs	BCX71G	Siemens	69	SOT-23	BCY79-VII
BGp	BCX71G	Philips	69	SOT-23	BCY79-VII
BGI	BCX71G	Philips	69	SOT-23	BCY79-VII
BG	BCX55-10	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; $I_{h_{FE}} = 100$
BG	BZX399C8V2	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 8,2 V/300 mW
BG	1SS269	Toshiba	56	SC-59	kettős, közös anódú pin kapcsolódódióda
BG	1SS313	Toshiba	56	SC-70	kettős, közös anódú pin kapcsolódódióda
BH	BCX71H	Philips	69	SOT-23	BCY79-VIII
BHs	BCX71H	Siemens	69	SOT-23	BCY79-VIII
BHp	BCX71H	Philips	69	SOT-23	BCY79-VIII
BHI	BCX71H	Philips	69	SOT-23	BCY79-VIII
BH	BCP56	Motorola	71	SOT-223	npn erősítőtranz.; 80 V/150 mA
BH	BCX56	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; 80 V
BH	BZX399C9V1	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 9,1 V/300 mW
BH	1SS295	Toshiba	59	SC-59	kettős, UHF soros keverő/detektor
BJ	BCX71J	Philips	69	SOT-23	BCY79-IX
BJs	BCX71J	Siemens	69	SOT-23	BCY79-IX
BJp	BCX71J	Philips	69	SOT-23	BCY79-IX
BJI	BCX71J	Philips	69	SOT-23	BCY79-IX
BJ	BZX399C10	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 10 V/300 mW
BK	BCP56-10	Motorola	71	SOT-223	npn erősítőtranz.; 80 V/150 mA
BK	BCX71K	Philips	69	SOT-23	BCY79
BKs	BCX71K	Siemens	69	SOT-23	BCY79
BKp	BCX71K	Philips	69	SOT-23	BCY79
BKI	BCX71K	Philips	69	SOT-23	BCY79

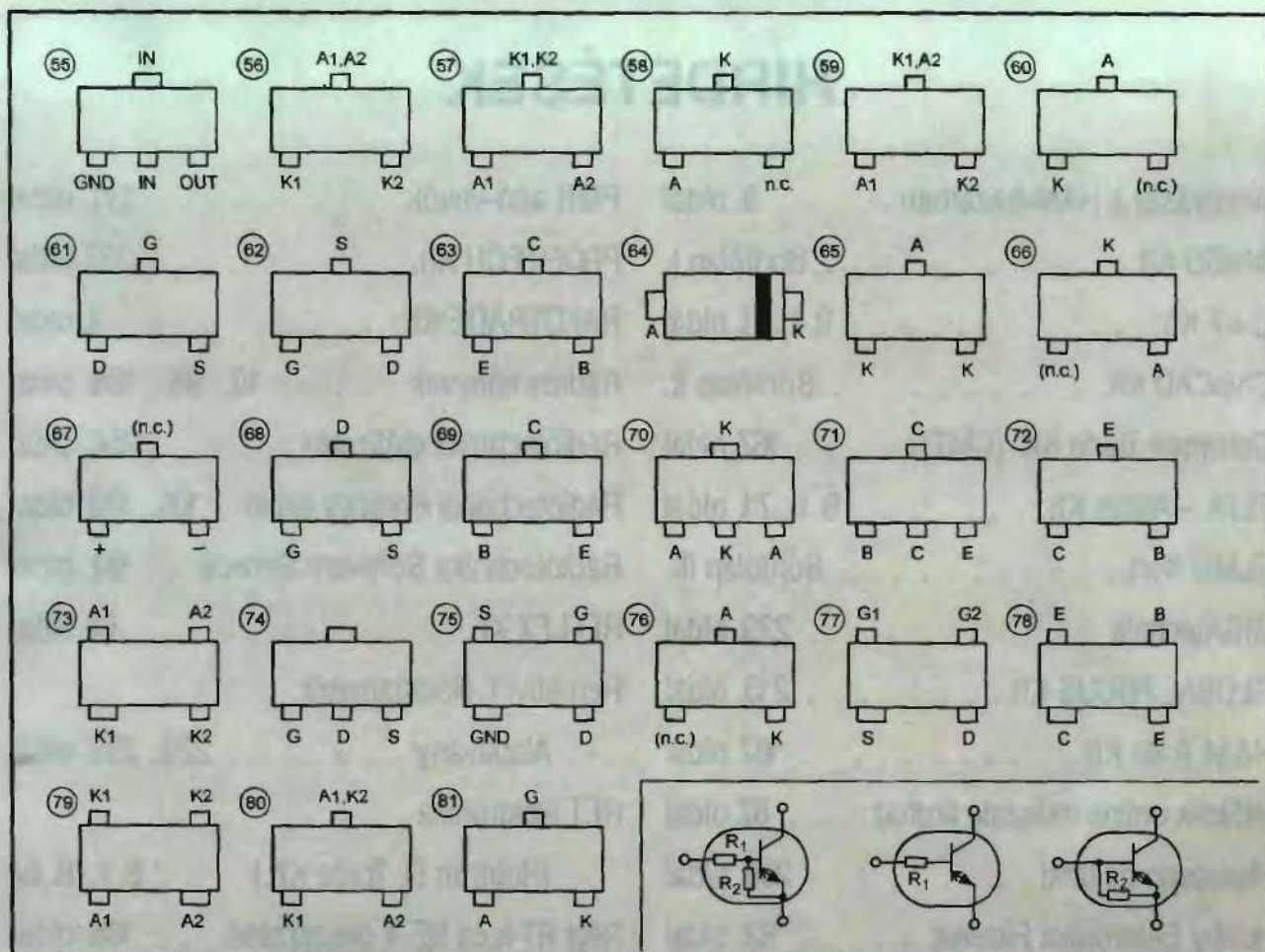
Kód	Típus	Gyártó	Be- kód- lás	Tok	Ekvivalens típus/adatok
BK	BCX56-10	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; $I_{h_{FE}} = 100$
BK	BZX399C11	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 11 V/300 mW
BL	MBC54DW	Motorola	29	SOT-363	kettős Schottky detektor
BL	BCP56-16	Motorola	71	SOT-223	npn erősítőtranz.; 80 V/150 mA
BL	BCX56-16	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; $I_{h_{FE}} = 160$
BL	BZX399C12	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 12 V/300 mW
BL	BGA310	Siemens	30	SOT-143	MMIC erősítő, 9 dB @1 GHz
BLs	BGA420	Siemens	31	SOT-343	MMIC erősítő, 13 dB @1,8 GHz
BM	BSS63L	Motorola	69	SOT-23	BSS64 pnp tranz.; 100 V
BMp	BSS63	Philips	69	SOT-23	BSS64
BMl	BSS63	Philips	69	SOT-23	BSS64
BM	BCX55-16	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; $I_{h_{FE}} = 160$
BM	BGA312	Siemens	30	SOT-143	MMIC erősítő, 11 dB @1 GHz
BM	BZX399C13	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 13 V/300 mW
BM	BGA27	Siemens	31	SOT-343	MMIC erősítő, 18 dB @1,8 GHz
BNs	BCW61FN	Siemens	69	SOT-23	BCW61 alacsony zajú tranz.
BN	BZX399C15	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 15 V/300 mW
BN	BGA318	Siemens	30	SOT-143	MMIC erősítő, 16 dB @1 GHz
BO	BCW61AR	Philips	69	SOT-23	BCX78, BCY78-VII
BP	BCW61BR	Philips	69	SOT-23	BCY78-VIII
BP	BZX399C16	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 16 V/300 mW
BP	CMOZ2L5	CSC	64	SOD-323	Z-dióda, 2,5 V/250 mW, $I_s = 0,5$ mA
BQ	BZX399C18	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 18 V/300 mW
BQ	2PB709AQ	Philips	69	SC-59	pnp tranz.; 45 V/100 mA, $I_{h_{FE}} = 160..260$
BQ	2SC2412K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz.; 50 V/0,15 A, $I_{h_{FE}} = 120..270$
BQ	2SC4081	Rohm	69	UMT-3	2SC2412K
BQ	2SC4617	Rohm	69	EMT-3	2SC2412K
BQ	2SC5658	Rohm	69	VMT-3	2SC2412K
BR	BCW61CR	Philips	69	SOT-23	BCY78-IX
BO	2SC2412K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz.; 50 V/0,15 A, $I_{h_{FE}} = 180..390$
BO	2SC4081	Rohm	69	UMT-3	2SC2412K
BQ	2SC4617	Rohm	69	EMT-3	2SC2412K
BO	2SC5658	Rohm	69	VMT-3	2SC2412K
BR	MSB1218A	Motorola	69	SOT-323	pnp tranz.; 45 V
BR	BZX399C20	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 20 V/300 mW
BR	2PB709AR	Philips	69	SC-59	pnp tranz.; 45 V/100 mA, $I_{h_{FE}} = 210..340$
BR	CMOZ47L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda, 47 V/250 mW, $I_s = 0,5$ mA
BR1	BSR30	Philips	71	SOT-89	pnp tranz.; 70 V/1 A/1,35 W, $I_{h_{FE}} = 40..120$
BR2	BSR31	Philips	71	SOT-89	pnp tranz.; 70 V/1 A/1,35 W, $I_{h_{FE}} = 100..300$
BR4	BSR33	Philips	71	SOT-89	pnp tranz.; 90 V/1 A/1,35 W, $I_{h_{FE}} = 100..300$
BS	BCW61DR	Philips	72	SOT-23	BCY78-X
BS	BZX399C22	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 22 V/300 mW
BS	2SC2412K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz.; 50 V/0,15 A, $I_{h_{FE}} = 270..580$
BS	2SC4081	Rohm	69	UMT-3	2SC2412K
BS	2SC4617	Rohm	69	EMT-3	2SC2412K
BS	2SC5658	Rohm	69	VMT-3	2SC2412K
BS	2PB709AS	Philips	69	SC-59	pnp tranz.; 45 V/100 mA, $I_{h_{FE}} = 290..460$
BS1	BST60	Motorola	71	SOT-89	pnp Darlingtonpár; 500 mA/60 V
BS2	BST61	Motorola	71	SOT-89	pnp Darlingtonpár; 500 mA/80 V
BS3	BST62	Motorola	71	SOT-89	pnp Darlingtonpár; 500 mA/90 V
BS3	BSP62	Motorola	71	SOT-89	pnp Darlingtonpár; 500 mA, $I_{h_{FE}} = 2000$
BT	BZX399C24	Philips	64	SOD-323	Z-dióda, 24 V/300 mW
BT2	BSP16	Motorola	71	SOT-223	pnp tranz.; 300 V/1 A
BT2	BST16	Philips	71	SOT-89	pnp tranz.; 300V/1A

Megjegyzések a táblázathoz:

- A **Kód** oszlopban a fe = fehér, a sá = sárga, a pi = piros, a ké = kék színjelzést jelent.
- A **Gyártó** oszlopában található néhány rövidített cégnév kifejtése: CSC = Central Semiconductor; Dio = Diodes Inc.; IR = International Rectifier; M/A = M/A-COM Inc., Burlington; MC = Mini-Circuits; NJR = New Japan Radio Co.; STM = SGS-Thompson; TCS = Thomson-CSF; Tfk = Telefunken (Vishay-Telefunken);
- A korábban HP (Hewlett-Packard) márkanév alatt futó eszközöket az Agilent, a Motorola típusait az ON Semiconductor, a Siemensét pedig az Infineon gyártja.
- Az ún. „digitális tranzisztorok” csipje a báziskörbe integrált ellenállás(oka)t tartalmaz; vagy egyet, vagy kettőt. Ha 2 db ellenállás van, akkor a hivatkozás sorrendjében az első az R₁, a második az R₂. A lábkiosztás-vázlatok gyűjteményének végén, külön bekeretezve ábrázoltuk a háromféle variációt, amelyek alapján az e tranzisztorfajtához a *Ekvivalens típus/adatok* mezőben található ellenállásadatok értelmezhetők.

(Az RT ÉK 2008-ban folytatjuk)





1

Segítsen % Ön is!

Reményi István
Rádióamatőr
Alapítvány
18226429-1-43

Az alapítványt támogatja a
RÁDIÓTECHNIKA
Elektronika
FÜZETEK

„AKCIÓ-255”
ÉVKÖNYVRENDELÉS

Már most megrendelheti
és megveheti a 2008-as
RÁDIÓTECHNIKA
ÉVKÖNYVÉ-
(Szállítása 2007 novemberében.)

Ajánlatunk (rendelésre/befizetésre)
2007. június 30-ig érvényes!

3600 Ft helyett CSAK 2990 Ft-ért!
(plusz postaköltség)

Rendelek: db-ot.

Név:

Cím:

Ezen OLVASHATÓAN kitöltött megrendelés beérkezte 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	8. oldal	PMR adó-vevők	134. oldal
ANICO Kft.	Borítólap I.	PROFITECH Kft.	237. oldal
C+F Kft.	B. I., 11. oldal	RAKOTRADE Kft.	3. oldal
ChipCAD Kft.	Borítólap II.	Rádiós könyvek	10., 93., 188. oldal
Commed Trade Kft. (CMT)	167. oldal	Rádiótechnika előfizetés	256. oldal
ELFA – AGeta Kft.	B. I., 71. oldal	Rádiótechnika évkönyv akció	105., 170. oldal
ELMŰ Nyrt.	Borítólap III.	Rádiótechnika Software Service	94. oldal
GIGatechnik	229. oldal	REFLEX Kft.	67. oldal
GLOBAL FOCUS Kft.	213. oldal	Reményi I. Rádióamatőr	
H&M Trafo Kft.	167. oldal	Alapítvány	229., 255. oldal
HIFImix online műszaki áruház	87. oldal	RET elektronika	
Hirdessen nálunk!	256. oldal	(Robtron El. Trade Kft.)	B. I., B. IV.
Hobby Elektronika Füzetek	83. oldal	Régi RT-k és HE-k beszerzése	188. oldal
INCOMP Kft.	B. I., 151. oldal	SAGAX Kft.	192. oldal
Kezdő PIC-ező csomag	31. oldal	Szakkönyvek a HAM-bazárból	143. oldal
LOMEX Kft.	31. oldal	TALI Bt.	167. oldal
MAXWELL multiméterek	79. oldal	Tempo Music Kft.	39. oldal
OMEGA Elektronika	229. oldal	URBÁN Elektronika Kft.	105. oldal
OPTITECH Kft.	221. oldal	2008-as RT évkönyv akció	255. oldal

**Előfizetne a RÁDIÓTECHNIKA folyóíratra?
Új évkönyvünkben, lapjainkban hirdetne?**

www.radiovilag.hu

Rádióvilág Kiadó, tel./fax: 239-4932, 239-4933



Az ELMŰ Nyrt. – 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

3300 Ft

15 €

20 USD



Miért pont RET?

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, közel 700 oldalas katalógus segít Önnek a vásárlásban

Ingyenesen küldheti rendelését a 06 80 824-610-es faxszámunkra

Együtt a sikerért!

Robtron Elektronik Trade Kft.

KÖZPONT

TELEFONOS ÉRTÉKESÍTÉS
CSOMAGKÜLDÉS

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

KISKERESKEDELMI ÉRTÉKESÍTÉS

6721 SZEGED

Szent Miklós u. 9/a.

Telefon: (62) 422-500

Fax: (62) 422-596

E-mail: uzlet@ret.hu

IRODA

TELEFONOS ÉRTÉKESÍTÉS
ÁRUKIADÁS

1102 BUDAPEST

Kőrösi Csoma S. út 6/d.

Telefon: (1) 555-2450

Fax: (1) 555-2452

E-mail: budapest@ret.hu

www.ret.hu

elektronikai alkatrészek