08

RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE

RÁDIÓ— TECHNIKA ÉVKÖNYVE 2008

www.ret.hu
ret
elektronika
Telefon: (62) 554-600

Anico
HÍRADÁSTECHNIKAI KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT
Nyíregyháza – Budapest
Tel: 42/507-620, Tel.: 1/329-4089
hivatalos
MOTOROLA TAIT YAESU
márkakereskedő és szakszerviz
HA0MM-HA0LC
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 megoldásszállító..





R-1251

R-1250

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

PROTEUS

SM-kódok

TERTA



rókavevő

16F877

„PIC-pakk”



PROTEUS

ELEKTRONIKUS TERVEZÉS



AZ ÖTLETTŐL

A MEGVALÓSÍTÁSIG

KAPCSOLÁSI RAJZ | PROSPICE | VSM-SZIMULÁCIÓ | NYÁK-TERVEZÉS

ISIS KAPCSOLÁSIRAJZ-SZERKESZTŐ

Hatékony kapcsolásirajz-szerkesztő. A mai mérnöki igényeknek megfelelően tervezték az összetett kapcsolások gyors bevitelére a szimulációhoz és a nyomtatottáramkör-tervezéshez.

PROSPICE KEVERT MÓDÚ SZIMULÁCIÓ

Az ipari standard Berkeley SPICE 3F5 szimulációs mag kiegészítése széles körű optimalizációval, és továbbfejlesztése valós kevert módú áramkör-szimulációval és -animációval.

VSM VIRTUÁLIS RENDSZERMODELLEZÉS

A világ első és legjobb kapcsolásirajz-alapú mikrokontroller-szimulációs szoftvere. A Proteus VSM lehetővé teszi a mikrokontrolleren futó program és a hozzá kapcsolódó analóg- és digitálisáramkör-együttes szimulációját. Ez lerövidíti a tervezési ciklusokat, és feleslegessé teszi a drága hardver-tesztáramköröket.

ARES NYOMTATOTTÁRAMKÖR-TERVEZŐ

Korszerű és professzionális nyomtatottáramkör-tervező program közvetlenül kapcsolódva az ISIS kapcsolásirajz-szerkesztőhöz. Az olyan funkciók, mint az automatikus elhelyezés és huzalozás, az interaktív DRC és az intuitív kezelőfelület, mind a hatékonyság növelését és a tervezési idő csökkentését szolgálják.

LABCENTER ELECTRONICS LTD.

Az EDA-technológia úttörője 1988 óta.
Műszaki támogatás közvetlenül a program íróitól.
Rugalmas csomagok és árak a felhasználó igényének megfelelően.

labcenter Electronics www.labcenter.co.uk

chipCAD DISTRIBUTION

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

A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE 2008

Szerkesztette:

Békei Ferenc főszerkesztő

okl. vill. üzemmérnök, HA5KU

Írták:

Balás B. Dénes távközlési technikus

Berky Tibor okl. villamosmérnök

Békei Ferenc okl. vill. üzemmérnök, HA5KU

Bus László okl. villamosmérnök

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ/7

Dr. Fábián Tibor okl. villamosmérnök

Horváth Lajos rádióbemondó, HG5TZ

Kóger László híradásipari technikus

Lakézi Miklós okl. villamosmérnök, HA7CR

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök

Mednyánszky László villamosmérnök, HA7VC

Nagy Sándor okl. villamosmérnök

Nagymáté Csaba villamosmérnök

Pálinkás Tibor gépészmérnök

Plachtovics György műszeripari technikus

Schulcz Gábor okl. villamosmérnök, HA7SG

Dr. Simoncsics László okl. villamosmérnök

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök

Vörös Tamás tanár

Wlassits Nándor HA8QC

Tartalomjegyzék

Előszó 3

A Telefongyár története (1876 – 1991) és vevőkészülékeinek ismertetése 4

Hangsugárzók építése (2.) 19

Hangerősítő kapcsolások orosz csövekkel 40

A HIFI-erősítők minősítéséről 61

Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása (10.) Rádióesztétika (1.) 79

Technikatörténet – évszámokban 93

16F877A, Te csodás... 100

PROTEUS, a moduláris áramkörtervező 119

Mikrovezérlők kis lábszámú tokozásban 122

Nagyfrekvenciás erősítőkapcsolások (1.) 140

Újgenerációs GDO és használata 156

RH rókavevő kezdőknek – és haladóknak 168

Közbiztonsági rádiófelderítés – anno... 176

„PIC – pakk" rádióamatőr áramkörök 179

A Nobile expedíció és rádiósa, Biagi 181

Katonai rádiók amatőrkézben (6.) – R-1250, R-1251 . . . 188

CQ de HA... CQ de HG... 2007 200

A repülőrádiózás ínyencségei – megfigyelőknek 205

Sok kis kapcsolás 209

SM-félvezetők kódjelölései (2.) 214

Akciós 2009-es évkönyvrendelés 239

Hirdetések 240

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

Kiadja:

Rádióvilág Kft.

A kiadásért felel: Békei Ferenc ügyvezető igazgató

Nyomdai előkészítés: Sipos DTP-stúdió, Budapest
Felelős vezető: Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök, cégt.

Nyomás: AduPrint Kft., Budapest, 2007 www.aduprint.hu
Felelős vezető: Tóth Éva ügyvezető igazgató

HU–ISSN 0557–6229

Előszó

Hagyományainkhoz híven a „Rádiótechnika" évkönyveinek ezen XLI. kötetében is alapvetően a rádió adás-vétel technika, a műszer- és méréstechnika és az általános elektronika területéről adunk cikkösszeállítást.

Az elmúlt időszakhoz képest csak nehezülő gazdasági környezetben egy szerényebb formai változtatásra futotta erőnkből. Jelen kiadványunk a korábbiaknál jobb minőségű papíron látott napvilágot. Reméljük, azért sokak számára még mindig megfizethető áron.

Legújabb kötetünk tartalmát illetően e helyt csak néhány jellegzetes téma említésére adott a lehetőség. A 2008-as évkönyvünket is egy hazai cégtörténeti írással indítjuk. A TERTA sztoriban olvashatunk a KLERA-ról, az első hazai elektroncsöves katonai adó-vevőről és a 811-es magnetofonról is, melyek az egykoron jó nevű cég korszakos gyártmányai voltak, – sok más termékük mellett. A modern digitális technikát ezen évkönyvünkben is a PIC mikrovezérlők jelenítik meg, a 16F877 és a 16F648-as típusokkal. A hangtechnika szerelmesi, egyebek között, a HIFI-erősítők minősítéséről olvashatnak egy sajátos stílusú, elgondolkoztató anyagot az örökzöld „csöves – félvezetős" vita tárgyában.

A 2008-as 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: ezen kötetünkkel is széles témaválasztékhoz kívánhatunk kellemesen hasznos évkönyvlapozgatást.

A szerkesztőség

GLOBAL FOCUS KFT.

1119 Budapest, Etele út 59-61.

PICO PC alapú méréstechnika

Oszcilloszkópok
Spektrumanalizátorok
Adatgyűjtők
USB csatlakozással





METEX műszerek

Digitális multiméterek
Jelalakgenerátorok
Szervizműszerek
Hordozható oszcilloszkópok

DICKSON hőmérséklet és páratartalom adatgyűjtők

Teljeskörű megoldások a környezetmonitorozás területén



Műszerek és méréstechnikai eszközök forgalmazása, karbantartása

www.globalfocus.hu

Tel.: (1) 481-1233, (1) 481-1161

A Telefongyár története (1876–1991) és vevőkészülékeinek ismertetése

Kóger László és Simoncsics László

A Telefongyárat Neuhold János *távírdaépítő mérnök és iparos alapította. A gyár az alapító halála – és sok átalakulás, profilváltás – után is bővült. Előbb főleg vasútbiztosító berendezéseket, majd távíró- és távbeszélő-készülékeket, telefonközpontokat gyártott. Az I. világháború alatt bekapcsolódott a hadianyag-termelésbe, majd 1917-től katonai adó-vevőket készített. A közszükségleti célú rádiógyártás 1924-ben, a Telefunken céggel kötött szerződés után indulhatott el.*

A szerzők megkísérlik röviden ismertetni a gyár történetét, ezen belül kiemelve a rádiógyártás két, 1924-től 1933-ig és 1954-től 1964-ig terjedő időszakát. Az utóbbiba beletartozik a magnetofongyártás is. A történeti ismertetésnél a Siemens Telefongyár Kft. által kiadott, kereskedelmi forgalomba nem került monográfia adataira támaszkodtunk [1], de fontos forrás „A Magyar Híradástechnika évszázada" [2] is, amely a teljes magyar híradástechnikai iparon belül mutatja be a Telefongyár tevékenységét. Felhasználtuk a BHG, az Orion és a TRT folyóiratában talált cikket [3], amely a Telefongyár alapításának százéves évfordulója alkalmából jelent meg.

A háború előtti katonai rádiógyártás Telefongyárat érintő részének megírásánál „A magyar katonai rádiózás hőskora"[4] kiadványt vettük alapul. A háború utáni időszak egy rövid epizódjának (R-20 rádiókészülék gyártása) ismertetésében nagy segítséget jelentett a részvevő, Gálusz Antal *visszaemlékezése és egy véletlenül előkerült irathalmaz, amely az adott készülékkel kapcsolatos. A képeknél feltűntettük a forrást, néhány képet, amelyeket CD-ROM jelzéssel láttunk el, Rózsa Sándor: A magyar vevőkészülékek katalógusa című CD-ROM-ról vettünk.*

Terjedelmi okokból nem tudunk minden vevőkészüléket bemutatni, de igyekszünk a szerzők birtokában levő ritka anyagokkal és értékes készülékekkel illusztrálni a cikket.

A gyár története a német Siemens AG-vel történő összeolvadással zárult.



1. kép. Neuhold János [1]

Bevezetés

Nagyon nehéz ilyen rövid cikkben egy olyan nagy múltú cég történetét ismertetni, mint a Telefongyáré. Ez a történet visszanyúlik a magyar ipar kialakulásának kezdetéig, felöleli a vasút térhódításától kezdve a híradástechnika összes fontos fejezetét: a táviratozást, a távbeszélést, a rádiózást, és zárul a számítástechnikával.

A vállalat megélt több gazdasági válságot és világháborút. Többnyire lényegesen rosszabb gazdasági körülmények között fejlődött, mint a konkurens cégek, de mindig a magyar és az európai ipar élvonalában tevékenykedett. Ehhez a vezetőknek sokkal több leleményességgel, az alkalmazottaknak nagyobb szorgalommal kellett dolgozniuk, mint ahogy az a nyugati vállalatok esetében volt.

A történet az olvasó számára csak úgy érthető, ha tekintetbe veszi az akkor aktuális hazai és nemzetközi gazdasági-politikai helyzetet.

A magyar ipar fejlődése a kiegyezés után

A kiegyezés előtt az egyetlen fejlett iparág hazánkban a malomipar volt. 1867-ben gazdasági kiegyezésről szóló megállapodást kötöttünk Ausztriával, ezzel gazdasági-társadalmi fejlődésünk elindulhatott. Kialakult a hitelszervezet és megjelent Magyarországron a külföldi tőke. A vasútvonalak hossza néhány év alatt megháromszorozódott, a szénbányászat, a vasérc- és vastermelés gyorsan fejlődött, a kereskedelmi és ipari dolgozók létszámának növekedésével a belső piac is kiszélesedett. A vasút számára szükséges termékek előállítása játszotta a főszerepet. A kormány rendelésekkel látta el a közlekedési eszközöket gyártó vállalatokat. A külföldi tőke behatolása nagymértékben enyhítette a tőkehiányt, sorra alakultak a részvénytársaságok.

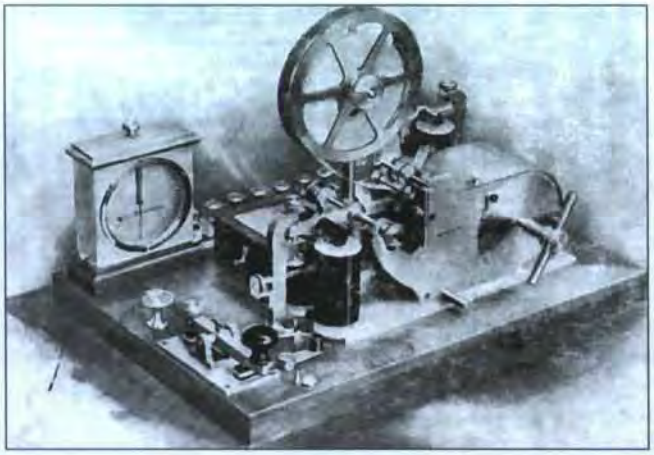
A későbbiekben európai színvonalra fejlődött nagy híradástechnikai cégek elődei a kiegyezést követő időszakban jöttek létre: a Standard Villamossági Rt. elődje az Egger Béla, az Ericsson Magyar Villamossági Rt. elődje Weimer Vilmos és a Decker és Homolka, a Telefongyáré a Neuhold János-féle vállalat.

A Telefongyár történetének rövid összefoglalása

Neuhold János élete és tevékenysége

A Telefongyár alapítójának életútját azért is érdemes követnünk, mert egyszemélyben volt kiemelkedő műszaki tehetség, feltaláló és jó szervezőképességű vállalkozó (**1. kép**). Neuhold János 1840-ben, Sopronban született ([1] szerint Ruszton, Sopron megyében).

Bécsben a Műszaki Katonai Akadémián végzett. Miután harcolt az Osztrák-Magyar hadsereg különféle háborúiban, 1866-ban sebesülten Budapestre került, majd megnősült és otthagyta a hadsereget. Az Állami Távírdaüzemnél dolgozott. A kiegyezés utáni időszak volt a nagytávolságú távíróvezetékek építésének korszaka, ezen a területen szerzett tapasztalatokat különféle munkahelyeken. Mint önálló vállalkozó 1874-ben kezdte az ipari tevékenységét.



2. kép. Morze-rendszerű távírógép [3]

Neuhold János Mechanikai és Távírdakészítő Műhelye

Először Teschenben (Cesky Tesin) rendezett be mechanikai műhelyt, majd két év után, 1876-ban Budapesten, a Stáció (mai Baross) utca 22-ben berendezett mechanikai műhelyében vasúti távírógépek javítását, később gyártását végezte 10–12 alkalmazottal. A Budapesti Cégbíróság bejegyzése alapján ezt az időpontot tekintjük a Telefongyár alapítási idejének. A **2. képen** bemutatunk egy korabeli morzerendszerű gépet.

A vasút- és távíróhálózat gyors fejlődése biztosította az üzem bővítésének lehetőségét. 1879-től már a Dohány utca 80. szám alatt, egy 800 négyszögöles telken, 150 munkást foglalkoztató gyárat vezetett. Az iparfejlesztés terén elért eredményeit az Országos Magyar Iparegyesület díszéremmel ismerte el.

Neuhold felismerte a távbeszélő jelentőségét is. Az első vidéki, 50 előfizetős pécsi központot 1881-ben az ő irányításával szerelték fel. 1883-tól vállalata legfőbb tevékenysége a vasútbiztosító berendezések gyártása volt. A vállalat gyors fejlődését tette lehetővé, hogy 1884-ben a földművelés-, ipar- és kereskedelemügyi minisztertől állami kedvezményeket kapott.

1885-ben nagyobb vasúti építkezések indultak, ezért a Damjanich utcában új gyárat kellett berendeznie. Ekkor a cég elnevezését „Vasúti Szerelvények és Elektrotechnikai Gépgyár"-ra változtatták. A vállalaton belül műszerészképzést is indítottak, mert csak így tudták biztosítani a szakmunkás-utánpótlást.



3. kép. Telefon 1900-ban [3]

Részvénytársasággá alakulás és kiválás

A TRT alapítójának vállalata 1891-ben „Neuhold János Vasúti Szerelvények és Elektrotechnikai Gépgyár Rt." néven részvénytársasággá alakult. 1892-ben rendelésállománya megcsappant és 1894-ben az Rt. egy belga tőkéscsoport tulajdonába került. Neuhold nem értett egyet a vállalat új termékprofiljával, ezért abból kivált, és ugyan nagy veszteséggel, de Neuhold és Társa Vasútfelszerelési és Gépgyára néven új céget alapított. Egy kisebb telephely után 1895-ben már ismét több száz munkást foglalkoztatott a Szilágyi utca 3. szám alatt. A vasutak távíró és biztosító berendezéseit legnagyobb részben ez a vállalat szállította. Ezekből nagyobb exportrendelést is kapott. Ekkor Neuhold külföldi tőkéstársat talált a hannoveri Berliner cég egyik igazgatójának, *Hahn Miksának* a személyében, aki társtagként 1899-ben belépett a Neuhold és Társa cégbe.

A XX. század elején az I. világháborúig újabb fellendülés következett be a híradásiparban, amelynek fő húzóereje a távbeszélő-technika volt. Ezt elősegítette az a tény is, hogy 1897-ben a távbeszélő-hálózatot államosították. 1899-ben Neuhold cége a „Telephonfabrik A. G. vormals J. Berliner" cég hazai részlegévé alakult és telefonok, alkatrészek, továbbá vasútbiztosító berendezések gyártásával foglalkozott. A Berliner-féle szénmikrofon-szabadalom felhasználása biztosította a magas műszaki színvonalat. A budapesti gyárat a német cég vezérképviseletévé alakították át. Neuhold János két társával, Hahn Miksával és *Matlekovics Sándorral* a vezérképviselet vezetését látta el. A 3. képen egy, a századfordulón alkalmazott telefont mutatunk be. A század elején a gyárnak annyi megrendelése volt, hogy 1904-ben a Gizella út 64. sz. alatt új üzemet létesítettek.

Az alapító halála utáni időszak

Neuhold 1904 októberében váratlanul elhunyt és a részvényesek a gyár vezetését fiára, *Neuhold Kornélra* bízták, aki 1900 óta ott dolgozott (**4. kép**). Továbbra is a vasútbiztosító berendezések készítése volt a főprofil. Az ezzel a témával foglalkozó hármas kartell (Ganz és Társa Rt., Roesseman-Kühnemann, Egyesült Izzó) 1909-ben felvette a Telefongyárat is a tagjai sorába, így megosztoztak a rendeléseken. A vállalat megvásárolta az elektropneumatikus vasútbiztosító berendezések használatának szabadalmi jogát; jó üzleti lehetőséget adott ennek a hazai viszonyokra történő átalakítása. A cég ebben az időben építette ki a Hungária körúti telephelyét.

Sikerült bekapcsolódni a postai távbeszélő-rendelésekbe is annak ellenére, hogy az EIVRT a Western Electric társasággal történő megegyezés után a hazai távbeszélőszakmában nagyon erős pozíciót harcolt ki magának. A bu-



4. kép. Neuhold Kornél [1]



5. kép. A Klera elektroncsöve (Mészáros Sándor gyűjtése)

dapesti ellátásra a megrendelést a Postától az EIVRT, de a vidéki távbeszélő-hálózatok központjainak és a hálózatok korszerűsítésének feladatát a Deckert és Homolka, valamint a Telefonygár 50–50%-ban kapta.

1911-ben a további fejlődés érdekében a Telephonfabrik A. G. vormals J. Berliner cég hazai vezérképviselete Telefongyár Rt. néven önálló magyar részvénytársasággá alakult. A részvények többsége ugyan a hannoveri vállalat tulajdonában maradt, de ezáltal további állami kedvezményekben részesült. A dolgozók létszáma 1911-ben 250 fő, 1913-ban 580 fő volt.

Az első világháború alatt és után

A gyárat bekapcsolták a haditermelésbe. A profiljába tartozó gyártmányok helyett három műszakban folyt a hadianyaggyártás. Rádiózástörténeti szempontból érdekes, hogy a Telefongyár 1917-ben megkezdte a „Klera" fedőnevű (Klein Radio, a [4] irodalomban „10 W-os kisrádió") katonai rádió adó-vevőkészülékek gyártását. A vevőkészülékek elektroncsöveit az EIVRT-ben gyártották (**5. kép**).

Mivel a Klera-rádióval kapcsolatban kevés dokumentum maradt fenn, ezért idézzük az alábbi részt a [4] forrásból: „A Tungsram által gyártott elektroncsöveket a Telefongyár már 1917-ben felhasználta. Elkészítette az első 10 W-os adót egy *négycsöves vevőkészülékkel*, 9 m-es T-antennával, valamint a 12 V-os akkumulátor áramával hajtott átalakítót, amely 400 V anódfeszültséget állított elő az adó számára. Ez a készülék azért is nevezetes, mert ez volt a honvédség híradó-alakulatainak első, távíró-üzemmódban használható berendezése *(itt a szerző valószínűleg az első csöves berendezésre gondolt)*. Ezt a Monarchiában az I. világháború végén, az olasz fronton alkalmazták, utána pedig a magyarok még 10 éven át használták a Morse-jelek gyakorlati oktatására. (Sajnos, a berendezésből egyetlen példány, de kép sem maradt fenn.)" Az [1] forrás szerint a világháború utáni években is gyártották ezt a rádiókészülékeket és szállították a Honvédelmi Minisztérium részére, de ezt az információt más forrásból nem tudtuk megerősíteni.

Az 1919-et követő évek gazdasági visszaesése után a Telefongyár folytatta hagyományos termékeinek, elsősorban a vasútbiztosító berendezések gyártását. A Vasútosztály jelentős exportmegrendeléseket kapott. 1921-től a Sirius Művek a Telefongyár leányvállalata lett, itt készültek a Sirius márkájú akkumulátorok és szárazelemek.

A rádiógyártás indulása

1924-ben a vállalat hosszú lejáratú szerződést kötött a német céggel a Telefunken-szabadalmak használatára és műszaki segítségnyújtásra (**6. kép**). Ekkorra már a Telefongyárnak komoly tapasztalata volt a fejhallgatók és alkatrészek gyártásában. Ez lehetővé tette, hogy az első hazai vevőkészülékekkel a Telefongyár jelenjen meg a hazai piacon, jóval megelőzve a *Kremeneczki János* által alapított nagyhírű Oriont. A Hungária körúton folyamatos volt az építkezés, külön Rádió Osztály alakult. Ugyan 1925-ben a gyár részvénytöbbségét az EIVRT szerezte meg, de ez nem okozott változást a termékválasztékban. A Telefongyár a vevőkészülékeibe Tungsram-csöveket épített be. Az Egyesült Izzó vasútbiztosító berendezéseket előállító részlegét beolvasztották a Telefongyár hasonló profilú osztályába.

Újabb változást hozott 1928, mert az EIVRT Telefon és Távíró Főosztályából alakult Standard Villamossági Rt., amely az amerikai ITT (International Telephone and Telegraph Co.) leányvállalata volt, megvásárolta a Telefongyár részvényeinek többségét. Az eddigiekből látható, hogy a nagy hazai rádiógyárak között milyen kapcsolatok voltak. Kivétel talán csak a Philips volt, amely mindig szemben állt fő konkurensével, a Tungsram (Orion) érdekeltséggel. A Telefongyár 1933-ig készített vevőket.

A gyár 1926-ban már előkészületeket tett a Knorr-fékek gyártására. Ebből a termékből a MÁV kizárólagos szállítója lett, de csak 1930-ban kezdte meg a szállítást. Ugyanekkor kezdett foglalkozni a hangosfilmvetítők és több közszükségleti cikk – evőeszközök, csónak-oldalmotorok, gyújtógyertyák stb. – gyártásával. A sokféle termékre való berendezkedés segítette át a vállalatot a gazdasági válság nehéz évein.



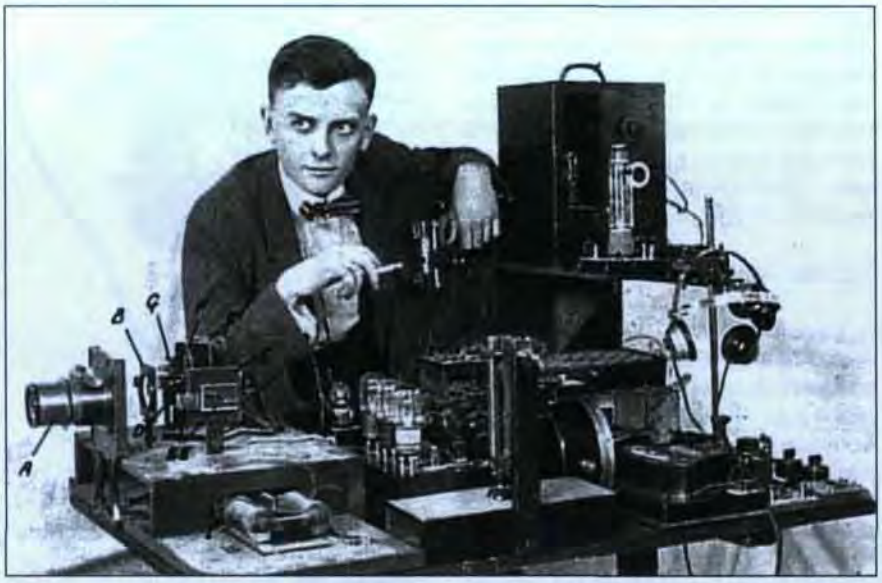
6. kép. Telefunken-reklám [1]

Fellendülés és háborús felkészülés

A gazdasági válság 1933-ban már túljutott a mélyponton, 1934-ben kismértékű, majd 1935-ben jelentősebb fellendülés következett be a gazdaságban. A verseny kikapcsolása érdekében a rádiógyárak – az Orion, Philips, Standard és a Telefunken – kartellegyezményt kötöttek. A vevők típus szerinti gyártását osztották meg egymás között és egységes árpolitikában egyeztek meg. A Telefongyár rendelési ellátottságában is javulás állt be.

Az évtized közepén a cég megkezdte a tábori távbeszélő-készülékek, ugyanakkor a Haditechnikai Intézet laboratóriumával közösen kifejlesztett R-1 és R-2 típusjelű, háton hordozható telepes katonai rádiók gyártását. A MÁV vasútbiztosító berendezéseket rendelt. 1937 elején nyíltan elkezdődött a háborús felkészülés. 1938 végéig az állam 200 M pengős hadimegrendelést adott az iparnak, ennek 70%-át a vas-, fém-, gép- és elektromosipar kapta. A híradástechnikai iparban a Standard, a Telefongyár és a Philips kapták a legtöbb katonai megrendelést. Ennek kielégítésére bővíteni kellett a gyárak kapacitását. A Telefongyár a Hungária körúti épületfrontot építette át.

A Telefongyár 1939-ben hadiüzem lett. A lőszergyártásban a Weiss Manfréd Művekkel dolgozott együtt. 1941-ben pénzügyileg és műszakilag a német Mix és Genest, ill. a Lorenz irányítása alá került. A telefonközpontok dokumentációját és a kapcsológépeket a német cég szállította, az alkatrészeket és a szekrényeket a Telefongyár készítette.



7. kép. Mihály Dénes a Telehor adójával [5]

1942 után a magyar gazdaság a német hadigépezet kiszolgálására állt át. A harckocsikba szerelt rádió adó-vevő berendezéseket a Standard szállította, a német Messerschmidt vadászrepülők készülékeit a Standard és a Telefongyár készítette német dokumentációk alapján. A háború további éveiben mindazokat a híradástechnikai berendezéseket, amelyeket a német ipar kapacitáshiány miatt nem tudott gyártani, a Standardtől és a Telefongyártól rendelték meg. A mozihálózat fejlesztése következtében egyik sikeres gyártmány volt 1936-ban a Viktória nevű normál hangosfilmvetítő.

Háborús károk és újjáépítés

Jelentős károk származtak abból, hogy a Honvédelmi Minisztérium a hadigyártás folyamatosságát féltve, a híradástechnikai vállalatokat részben vagy egészben kitelepítette Budapestről. 1943-ban a Telefongyár repülőgép-szerelvény előállító részlegét a Dunántúlra, majd '44-ben a repülőgép-rádió gyártó részlegét a Nagytétény–Diósárok pincéibe telepítették ki. A németek 1944 novemberében ez utóbbi Németországba történő szállítását rendelték el. A gépek nagy részét szétszerelték, de a front közeledése miatt azok szállítása már nem történt meg.

A gyár Hungária körúti telepe 1945 elején, Budapest ostroma alatt több nehéztüzérségi találatot kapott és néhány épület leégett. Január 12-én szabadult fel; a gyár 60%-a üzemképtelen volt. Azonnal megindult a helyreállítás, a munkát 300 munkás önként vállalta. Megkezdték a gépek összeszerelését, jóvátételi szállításokra 3 db távíróközpontot és különféle híradástechnikai cikkeket gyártottak. 1945 végére a Hungária körúti beomlott épület helyreállítását befejezték.

A termelés elindítása a háború után

1945-46-ban a Telefongyár termelésének 70%-át a telefontechnikai cikkek gyártása tette ki, de készítettek vasútforgalmi berendezéseket és 700 db keskenyfilmvetítőt is. Az 1947-ben elfogadott 3 éves tervben a gyár legfőbb feladata lett a Knorr-fékek szállítása a MÁV számára, de nagy mennyiségű CB telefonkészüléket is gyártottak. A gyárat 1949 végén államosították, egyben a sokféle termékből álló profil szűkítésére került sor.

Elindították a saját fejlesztésű rövidhullámú katonai adó-vevőberendezések, majd az 1953-as párthatározat után a közszükségleti rádiók gyártását: ez 1954-ben az Oriontól átvett Terta 331-es típussal kezdődött, majd 1959-től a tranzisztoros rádiókkal és a magnetofonokkal folytatódott.

A hagyományos profilok átadása, számítástechnikai eszközök gyártása

1963-ban a gyár a csöves készülékek előállítását befejezte. A magnetofon és a tranzisztoros rádiók gyártását átadta a BRG-nek és a VT-nek, a BHG-tól átvette az átviteltechnika fejlesztését és gyártását, a különféle telefonok és központok előállítását. 1975-től készített számítástechnikai eszközöket is.

1976-ban megalakult a „Százévesek klubja", tagjai a Siemens (1860), a BHG (1874), a Telefongyár (1875) és az Ericsson (1876) lettek. A Telefongyár a '80-as években az átviteltechnika és a számítástechnika területén tevékenykedett. Mint ismeretes, ezen a vonalon nem tartoztunk a világ élvonalába. A történet a Siemens Telefongyár Kft. megalakulásával zárult 1991-ben.

A Telefongyár főbb gyártási ágazatai

Ennek a cikknek a terjedelmét többszörösen meghaladná, ha a vállalat összes termékét felsorolnánk. Ezért csak az egyes ágazatok legfontosabb gyártmányait említjük, és csak a vezeték nélküli híradástechnikai eszközökkel foglalkozunk részletesebben.

Vasútbiztosítási berendezések

Az alapító Neuhold János első termékei: a vasúti közlekedéshez, valamint egyéb bánya- és ipari tevékenységhez kapcsolódó távírók és jelzőberendezések és az ezekhez szükséges galván- és szárazelemek. Később a vasútbiztosító berendezések teljes körét gyártotta: a különféle fény- és hangjelző berendezéseket, a vasúti távbeszélő-rendszereket, menetirányító munkahelyeket, sorompó-hajtóműveket stb. De mint említettük, 1930 és 1954 között a fő termék a Knorr-féle fékberendezés volt. A vasúton kívül egyéb közlekedési eszközökhöz elektromos autókürtöket, gyújtógyertyát, de csónakmotorokat és közlekedési lámpákat is gyártottak.

Távolbalátás

A Telefongyár *Mihály Dénes* személye útján került kapcsolatba a távolbalátással. Mihály Dénes (szül. Gödöllő, 1884., megh. Berlin, 1953.) a Műegyetemen szerzett gépészmérnöki diplomát. Nem volt a Telefongyár alkalmazottja, munkásságát a cég 1917 és '24 között szponzorálta, sok szabadalmát megvásárolta, részére laboratóriumot és fizetést biztosított. Mivel mechanikai képbontásra épülő módszere nem oldotta meg a távolbalátás problémáját, addigi kísérletei gazdasági eredményt nem hoztak, 1924-ben megszakadt a kapcsolata a gyárral és Németországban, a Telefunken cégnél folytatta kísérleteit (**7. kép**).



8. kép. TERTA hallásjavító erősítő [3]

Orvosi célú készülékek

1910-ben az elektromos áram gyógyító hatását kihasználó ún. „villamozó készülékeket" gyártottak, majd a '30-as évek elejétől orvosi röntgenberendezéseket. Itt kell megemlíteni a TERTA tranzisztoros hallásjavító készülékét, amelyet 1959-ben gyártott (**8. kép**).

Közszükségleti célú eszközök

Ipari megrendelések hiányában a válságos és a háború utáni években a Telefongyár sokszor kényszerült kisebb hasznot hozó, de az időszak átvészelése szempontjából fontos szerszámok, villámhárítók, zseblámpák, korcsolyák, evőeszközök, darálók és zsebkések, levélnehezékek és különféle bronzöntvények gyártására. Különösen népszerű volt a paradicsom-passzírozója, amelyet a közbeszédben egyszerűen csak „kvódlibet"-nek mondtak.

Vetítőgép-ágazat

A gyár 1930 és 1967 között foglalkozott vetítőgépek készítésével. A '30-as évek közepe volt a hangosfilm elterjedésének ideje. A normálfilmekhez alkalmas hangosfilmvetítők gyártása segített a Telefongyárnak kilábalni a gazdasági válságból. Már említettük a nagyobb filmszínházakban alkalmazott Viktória vetítőgépet. A mozifilm második nagy korszaka az '50-es évek eleje volt, amikor a falvakat kellett ellátni mozikkal. A szállíthatóság miatt tértek át a hangos keskenyfilmvetítők gyártására. Különösen a hordozható 16 mm-es BM-2005-ös típus volt sikeres.



9. kép. A Berliner-féle mikrofon [7]

Katonai ágazat

A katonai rádiókkal külön fejezetben foglalkozunk, ezért itt csak az egyéb hadiipari termékeket említjük. Neuhold János már 1877-ben szerződést kötött az akkori Honvédelmi Minisztériummal ágyú-gyutacsok szállítására, és az I. világháború végéig gyártotta a tüzérségi pillanatgyújtókat az ágyúlövedékekhez. Ezenkívül szállított a hadseregnek lapátokat, kulacsokat, csákányokat, szuronyokat stb., 1906-tól pedig mindennemű tábori távbeszélő-berendezést. Az előzőekben ismertettük a haditermelésre való átállást és a hadiüzemmé nyilvánítást a II. világháború alatt. A háború után távbeszélő-központokat, készülékeket és vivőfrekvenciás berendezéseket gyártott a hadsereg részére.

Telefónia-ágazat

Nevéből adódóan a Telefongyárnak egyik fő profilja volt a telefonkészülékek és -központok gyártása, jóllehet – mint a történeti részben említettük –, a Magyar Posta a megrendeléseket felosztotta az EIVRT (Standard), Decker és Homolka (Ericsson) és a Telefongyár között.

Az említésre kerülő készülékeket mindhárom cég magáénak vallhatta. A '30-as évek közepén a Standard és az Ericsson összeolvadt, majd 1951-ben, az államosítás után, a Beloiannisz Híradástechnikai Gyár (BHG) nevet vette fel [6].

A telefonok, hallgatók és mikrofonok külalakja (**9. kép**) az 1910-es évek elejétől folyamatosan fejlődött, a kor technikai színvonalának megfelelően átalakult. Készültek fali, asztali kivitelben, telepes és induktoros felhívással. Már 1910-ben kialakult a központi telepes (CB, Central Battery) rendszer, így az LB (Local Battery) rendszerrel ellentétben, a központra kapcsolt előfizetőknek nem kellett sem az induktort tekerni, sem a galvánelemekkel bajlódni. Az első telefontípusokat római számmal jelölték (CB-I, CB-IV), majd arab számmal, pl. CB 24 (**10. kép**). Az



10. kép. CB 24-es telefon [8]

'50-es években a BHG a CB 35-ös (**11. kép**) gyártásával leállt, helyette a korszerűbb CB 555-öst nagy sorozatban állította elő. Az utóbbi típus gyártását vette át a Telefongyár 1960-ban. Saját fejlesztésű volt a CB 666-os és a CB 667-es készülék.

Adatátvitel, számítástechnikai ágazat

Ezt a területet csak a teljesség kedvéért említjük; ez már egy új fejezetét jelenti a magyar elektronika történetének. Ismertetése nem is volt, nem is lehetett célunk.

Rádiótechnikai ágazat

Ennek termékeivel a továbbiakban részletesen foglalkozunk.

TRT márkájú vevőkészülékek 1924 és 1933 között

A Telefongyár úttörő szerepet vállalt a hazai rádiógyártás elindításában. Tevékenységét még a hivatalos műsorszórás megkezdése előtt elkezdte. A készülékek bemutatásával a figyelmet kívánjuk felhívni a Telefongyár választékának sokféleségére, azok korhű kivitelére, műszaki színvonalára, amelyet ma már a szakemberek közül is kevesen ismernek.



11. kép. CB 35-ös telefon [9]



12. kép. Telon detektoros vevő (Kóger László gyűjtése)

A bemutatott típusokon kívül más készülékeket is gyártott a TRT. Léteznek olyan vevők, amelyeknek csak a nevét ismerjük, ám lehet, hogy nem is kerültek gyártásba, fennmaradt példányról sem tudunk, a kereskedelmi kiadványokban nem találjuk (Telodyn, Kadét, Luxus II., Béta stb.).

Telon (detektoros 1924)

Ez a készülék az egyik első vevő, amelyet a magyar ipar nagysorozatban gyártott, bár egyes kisebb cégek is állítottak elő ilyen egyszerű rádiókat már ebben az időben, de ezekről nincs hiteles információnk és kevesebb darab maradt fenn eredeti állapotban.

A Telon rádiózástörténeti érdekessége, hogy 1925. december 1-jén, a Magyar Rádió hivatalos adásának megkezdése alkalmából tartott ünnepségen, a Telefongyár a meghívott magas rangú vendégeknek névre szóló táblácskákkal ellátott készülékeket ajándékozott (kb. 50...100 db-ot).

A kisméretű, tölgyfából készült dobozban variométeres hangolású, osztott tekercsű, egyhangoltkörös készülék rejlik. A fenéklapon látható a sorszám, felül 3 db. antennaszorító, 1 föld- és 2 detektorhüvely, elöl két szorító a fejhallgató részére. A szorítók feliratos táblácskákkal vannak ellátva. A hátoldalon található a TRT-embléma. A készülék a Telfunken cég A-típusú detektoros vevőjének licence alapján készült (**12. kép**).



13. kép. Favorit detektoros vevő (Kóger László gyűjtése)

Favorit, Perfektor (detektorosok, 1925)

Külsőre a két készülék teljesen azonos; lapos, hengeres fémházban van, amelyet jégviráglakkal feketére festettek. Alulról kis „szoknyával" ellátott fémlappal van lezárva. A fémházba beütötték az A, F, T és D feliratokat. A detektor részére banánhüvelyek vannak, a többi csatlakozó pedig a gyár Telespir nevű szorítója. Ez alkalmas banándugó, érintkezőpecek és huzalvég fogadására. A Favorit laposvariométer-hangolású, a Perfektor pedig kondenzátoros. A banánhüvelyek és a szorítók színes műanyag alátétekkel vannak a fémháztól elszigetelve. A henger oldalán a TRT-embléma olvasható (**13. kép**).

Telefunken 700 és 2000 (1925)

Mint azt korábban említettük, az első készülékeit a gyár a Telefunken licence alapján készítette. Ezeket a korai, kis darabszámban gyártott pultformájú készülékeket a különböző források eltérő néven említik: találkozunk 3 csöves reflex, 3 csöves zárókörös megnevezésekkel.

A Telefunken 700 a középhullám vételére volt alkalmas, 3 db Telefunken RE 11 (volfrámkatódos) csővel működött reflex-kapcsolásban. Ezt a készüléket tekintjük a magyar ipar részéről az első műsorvevő készüléknek A Telefunken 2000 a közép- és hosszúhullám vételére volt alkalmas. A **14. képen** a reflexvevőt mutatjuk be.

Alfa (1926)

A kis, Tungsram MR 3 típusú csővel szerelt egycsöves készüléket 1926-ban kezdték gyártani, de még 1929-ben is forgalomban volt. A Telefongyár által a hazai hivatalos műsorszórás megindulása után fejlesztett készülékcsalád legkisebb tagja. Ezeket a telepes táplálású rádiókat különböző csőszámmal, egyenes- és szuperrendszerben gyártották; mindet keményfából készített ládába.



14. kép. 3 csöves reflex (CD-ROM)

Az előlap jégvirág mintával festett alumíniumlap, gravírozott feliratokkal, a szerelőlap szintén keményfa. A készülékeket sorszámmal is ellátták, erre szükség is volt a műsorvevő-engedély kiadásánál. A fedőlap könnyen nyitható, mert amikor a fűtőellenállással beállították a fűtőfeszültséget, figyelni kellett a cső „izzítását".

A rádió a fejhallgatóval a helyi adás vételére volt alkalmas. A nagyméretű számskálás forgatógombbal az adót lehetett behangolni, a felső kis forgatógomb a visszacsatolást (variokopplerrel), az alsó a fűtőellenállást állítja (**15. kép**).

Ebből a típusból több darab is szép, eredeti állapotban, működőképesen maradt meg a gyűjtők birtokában. Magasantennával, föld csatlakozással ma is szépen körbe lehet vele rádiózni középhullámon Európát, tiszta hangminőségben.

Porton (1926)

Ebben az időben még ritkaságnak számított a hordozható készülék. A Telefongyár kifejlesztette az Alfa, egycsöves telepes készülék kofferváltozatát. A táskában elhelyezhetők voltak a telepek és a tartozékok is. Molnár János gépészmérnök mindkét készüléket bemutatja [10] (**16. kép**).



15. kép. Alfa (Kóger László gyűjtése)



16. kép. Porton [10]

Többcsöves ládagépek (1926)

Ezeket a vevőket csak reklámokból tudnánk megmutatni, mert kis darabszámban készültek, ezért rendkívül ritkák. A készülékeket a Telefongyár 1926 és 1929 között gyártotta, a legtovább az ötcsöves Neutrodint, amelynek felépítése a telepes triódák korában különlegesnek számított, és a rádiótechnika csúcsát jelentette [11].

Az egyes készülékek elnevezése: a háromcsövesé Triodon, a négycsövesé Tetradon, az ötcsöves volt a Neutrodin; ezek egyenesrendszerű vevők. Az ötcsöves Pentadon, a hatcsöves Hexadon és a hétcsöves Oktadon szuperrendszerű volt.

Champion (detektoros, 1926)

A Telefongyár utolsó detektoros vevője. Különleges kialakítású bakelitházas készülék. A doboz formája illeszkedik a speciálisan ehhez a rádióhoz gyártott, 100 mm átmérőjű forgatógombhoz. A ház nem sokkal nagyobb, mint a forgatógomb, és nem is kerek alakú. A gomb mellett van a detektor két banánhüvelye, oldalt elöl a hallgatóé, jobbra a földé, balra az antennáé. Alul nagy TRT-embléma van a dobozon (**17. kép**).



17. kép. Champion detektoros (Kóger László gyűjtése)

Mivel a doboz pereme sérülékeny, ritkán kerül elő ép darab, de műgyantával restaurálható. Az alkatrészek közül a Red Ball detektor tartozik hozzá, amelyet szintén ebben az időszakban gyártottak. A belső szerkezet a kis méretnek megfelelően speciális, felül a háromszög alakú csillámszigetelésű forgókondenzátor, alul a lapos kosárfenektekercs. A kapcsolása a legegyszerűbb: egy soros rezgőkör.



18. kép. Glória (CD-ROM)

Glória (1929)

A rádiózás igazi fellendülése a hálózati táplálású készülékek megjelenésével kezdődött. A Glória volt a magyar ipar által gyártott első, hangszóróval egybeépített, hálózati táplálású készülék.

Több változatban készült. Egyenáramú hálózat esetén két, soros fűtésű triódával (Tungsram HR 406 és P 410), váltóáramú hálózathoz 2 + 1 csöves kivitelben (AR 4101, L 414 és V 430) (18. kép). A csöveket a készülék alján levő ajtón keresztül lehetett cserélni. A Glória III. az előbbi készülék 1 triódával történő kibővítése (AG 495) volt.

Gloriett (1930)

A 2 + 1-es Glória fémdobozba épített, külsőhangszórós változata. Középhullámú vételre alkalmas rádió és gramofonerősítő. A csövek a hátsó fedél le-



19. kép. Gloriett (CD-ROM)

nyitása után cserélhetők. A hangoló és a visszacsatoló is a TRT Y-forgója. Az audion és a végerősítő között a csatolást hangfrekvenciás transzformátor segítségével oldották meg. A közvetlen fűtésű végerősítő előfeszültségét a fűtőtekercs középleágazásába kapcsolt katódellenállás biztosítja. Ez volt annak idején a leggyakoribb 2 + 1-es kapcsolás.

A két forgatógombon kívül a hálózati kapcsoló, a hangszóró-csatlakozás és a TRT-embléma látható még a jégvirágmintásra festett doboz előlapján (**19. kép**).

Stabilodyn (1929–30)

Ennek a készüléknek is több változata volt: az ugyan ilyen dobozba szerelt háromcsöves, telepes Telodyn mellett, a hálózati táplálású Stabilodyn ABC 929 (3 + 1 csöves) és a korszerűsített változat, az ABC 930.

Mint Szepessy Árpád Évkönyvében [12] beszámol róla, a Telefongyár elsőként alkalmazott glimmlámpás stabilizátort a hálózati készülékekben, mert abban az időben a hálózati feszültség jelentős mértékben ingadozott. Mindhárom készülék kéthangoltkörös, kéthullámsávos és külsőhangszórós kivitelű volt, fekete jégviráglakkal bevont fémházban (**20. kép**).



20. kép. Stabilodyn (CD-ROM)



21. kép. Corona (CD-ROM)

Splendid (1930-31)

Hálózati táplálású, 6+1 csöves nagyszuper. Kétrácsos keverőcsővel (DG 4100) két árnyékolt rácsú (nagyfrekvenciás tetróda) KF-erősítővel (AS 4100), triódás audion demodulátorral (AR 4101) és két hangfrekvenciás triódával (AG 495 és P 430). A készüléknek csak reklámképét tudnánk mutatni, de az ismertetésből látható, hogy ebben az időben a szupervevők igen nagy csőszámmal épültek, ezért nagyon drágák voltak (A Splendid ára külső hangszóróval együtt közel 1000 P!).

Corona (1930-31)

Meglepően modern, egyszerű kinézetű a '30-as évek elején gyártott Corona. Egygombos hangolású, váltóáramú, 4+1 csöves, kéthangoltkörös egyenesvevő. Az árnyékolt rácsú csövek megjelenése után ismét az egyenesrendszerű vevők tűntek előnyösebbnek: olcsóbbak voltak, és a kis anód-rács kapacitás következtében nem kellett a két nagyfrekvenciás fokozatot neutralizálni. Az átmenőtengelyes Y-forgó alkalmazása tette lehetővé a készülék egyetlen gombbal történő hangolását, amely a drágább készülékeknél a vásárlók már elengedhetetlen követelménynek tartottak (ld. az alkatrészek ismertetésénél). A készülék még különhangszóróval üzemelt (**21. kép**).

A gyár a TRT 100 típusú hangszórót gyártotta hozzá



22. kép. Olimpikon (CD-ROM)

Olimpikon (1932-33)

Az előző készülékkel ellentétben ennek a vevőnek a kialakítása díszes, a hangszóró előtt cifra faragással, beépített dinamikus hangszóróval és állomásneveket is feltűntető skálával. Már két változó-meredekségű nagyfrekvenciás tetródát tartalmaz (AS 4105), ezáltal a kézi erősítésszabályzás sokkal finomabb, a demodulátorcső is árnyékolt rácsú (**22. kép**).



23. kép. Szuper Olimpikon (Kóger László gyűjtése)

Szuper Olimpikon (1933-34)

A Lakihegyi nagyadó beindulása után (1933) ismét kiütköztek az egyenesvevők hátrányai a szelektivitás terén. A konstruktőrök igyekeztek a szuperkészülékekben alkalmazott csövek számát csökkenteni. Ezt a csőtechnika fejlődése tette lehetővé. Megjelentek a nagyfrekvenciás és a végerősítő pentódák (HP 4100, PP 4101). Ebben a készülékben a keverőcső, a visszacsatolt KF-erősítő fokozat és végerősítő is pentóda; anódkönyök demodulátort alkalmaztak.

A vevő a Standard és a Telefongyár kooperációjában készült [13], ezért a doboz kialakítása hasonlít a Standard 2XD és Lord jelzésű készülékekéhez, a teljes belső részt a Standard gyártotta (**23. kép**).



24. kép. Progress (CD-ROM)

Progress (1934)

Az előbbi vevőhöz hasonlóan ez is Standard-kooperációban készült, belső szerkezete azonos a Standard RX típusjelű 2+1-es készülékével. Ezek már kétpentódás, dinamikus hangszóróval szerelt, visszacsatolt egyenesvevők, rövidhullám vételére is alkalmasak. A gyártás átengedése a Standardnak már a TRT első sikeres vevőkészülék-építési periódusának végét mutatja (**24. kép**).

Budapest, Akció (1932-34)

Végül egy, a gyűjtők között is népszerű rádiót mutatunk be: a 85 P-ért árult, de részletre is kapható Budapest, más néven Akció készüléket. A gazdasági válság visszafogta a rádiók iránti keresletet, ezért a gyárak mindent megtettek az eladás érdekében. A Telefongyár egy-



25. kép. Budapest (Körömi Imre gyűjtése)



26. kép. TRT Y forgók (Simoncsics László gyűjtése)

szerű fényezett fadobozban dobott piacra csak középhullámú vételre alkalmas, kéttriódás visszacsatolt egyenesvevőt, amely többféle néven szerepelt (pl. „Bocskay"). A készülék átalakítása a Bp. II vételére (1933 után) további 10 P-be került. A vevőben alkalmazott mágneses hangszóró, a számskálás forgatógombok, a hangfrekvenciás transzformátor alkalmazása mindenképpen a néhány évvel korábbi műszaki megoldásokra utal (**25. kép**). A Luxus I. a Budapest készülék továbbfejlesztett változata volt; díszesebb kávát kapott.

Telefongyári rádióalkatrészek (1924-32)

A készülékek ismertetésénél sokszor emlegettük a Telefongyár márkás alkatrészeit, a fejhallgatókat, detektorokat, a forgókondenzátorokat, hangfrekvenciás (ún. „nider") transzformátorokat és csillámkondenzátorokat. Ezek olyan jó minőségben készültek, hogy a korabeli eszközök restaurálása és a korhű másolatok építése során még ma is nyugodtan felhasználhatók. A nagy mennyiségű alkatrész gyártásával a cég segítette a készüléképítő amatőrök munkáját. A szaklapokban megjelent leírások, kék másolatok és a kereskedők által kínált komplett alkatrészkészletek („kittek") segítségével a nem hozzáértők is olcsóbban tudták megépíteni a vevőket. A saját célra előállított rádiónál nem kellett az ún. „csőadót" (a Telefunken cégnek csövenként 6 P szabadalmi díjat) megfizetni.

A *fejhallgatókról* részletes ismertetés jelent meg a gyűjtők lapjában, ezért itt csak felsoroljuk a márkaneveket: *Megoma, Nerofon, Supreme, Claravox, Single, Select, Pentafon*. Érdemes megemlíteni, hogy a Telefongyár még a hazai rádiózás megindulása előtt nagy mennyiségben szállított Angliába fejhallgatókat.



29. kép. Csillámkondenzátorok (Simoncsics László gyűjtése)

A gyár másik híres alkatrésze volt az *„Y" forgó*. Nevét az alumíniumház oldalára erősítésként nyomott fekvő Y-ról kapta, mellette természetesen szerepel a TRT-embléma. Többféle kapacitásértékkel gyártották és kétféle kivitelben: normál egyesforgó és átmenőtengelyes kivitelben, amely ún. „egygombhangolású", kéthangoltkörös vevők készítésére kínált lehetőséget. A **26. képen** bemutatjuk a két forgókondenzátort nagyméretű számskálás forgatógombokkal és a **27. képen** a kétféle forgó összekapcsolási lehetőségét.

A *hangfrekvenciás transzformátorokat* többféle áttétellel, fémházban vagy anélkül gyártották. A készülékekbe többnyire fémház nélkül építették be, de az építő amatőröknek az árnyékolt változatot kínálták. A **28. képen** kétféle, 1:3 és 1:6 áttételű „nídertrafók" láthatók.

A Telefongyár *csillámkondenzátorait* kerek és négyszög alakú fém- és csillámlemezekből szerelték össze. A kapacitást a lemezek száma határozta meg. A korabeli egyenesvevőkben az



27. kép. Y-forgók összekapcsolása (Simoncsics László gyűjtése)



28. kép. Hangfrekvenciás transzformátorok (Simoncsics László gyűjtése)



30. kép. R-1 katonai rádió [14]

audion rácskörében 250 pF, a fejhallgatóval párhuzamosan 2000 pF értékű kondenzátorokat alkalmaztak. A négyszög alakúaknál két furat a fa szerelőpanelhez történő rögzítésre szolgált. A **29. képen** három csillámkondenzátort és a kerek lemezű csillámkondenzátor felhasználásával készített „villanyantenna" csatlakozókat mutatjuk be.

1. táblázat

R-1 rádiókészülék	
Frekvencia-terjedelem	4980–7250 kHz
Hullám-terjedelem	60–41,4 m
Folyószám	611–677 hullám-folyószám
Üzemmódok	távíró (csak vétel)
	távbeszélő (adás-vétel)
Moduláció	amplitúdó, rácsmoduláció
Kivitelezés	adó-vevő egy dobozban
Technikai megoldások	közös elemek adáskor és vételkor
Táplálás	4,5 V/120 V száraztelep
Üzemidő	75 óra (1:4 adás/vétel mellett)
Antenna	hajlékony keretantenna
Hatótávolság	sík terepen 600 m
	hegyes terepen 400 m
Kiszolgálása	1 fő
Szállítása	háton
Telepítési idő	2 perc
Tömege	10,9 kg
Rendszeresítve	1928-ban?

A katonai adó-vevőberendezések a II. világháború előtt

A „Klera" kisrádió után csak a '30-as évek közepén kezdték újra a katonai készülékek fejlesztését és gyártását. A [4] forrásból tudjuk, hogy a hazai fejlesztésű rádiók fő gyártója a Standard volt, de néhányat a Telefongyár fejlesztett a Haditechnikai Intézet irányítása mellett.

Az előzőekből adódott, hogy azonos készülék Telefongyár- és Standard-emblémával is forgalomba került. *Vörös Béla* ezredes közölte a világháború előtti készülékek adatait R-1-től R-15-ig bezárólag [14]. Ennek alapján adjuk meg a két telepes készülék adatait és leírását (rövidítve).

R-1 rádiókészülék

„Ezt a kisteljesítményű hordozható készüléket a katonai vezetés alapszintjén alkalmazták, technikailag még kezdetleges volt. Csak egy üzemmódban működött és hatótávolsága is kicsi volt. Adója mindössze egy elektroncsőből, vevője pedig négy elektroncsőből állt, ebbe beletartozott az adócső is, mert a rádióval vagy adtak, vagy vettek, így közösen használták a G 407 típusú triódát (**1. táblázat**).

A készülék fejlesztése nagy titokban folyt, még az elektroncsöveket is külön katonai fedőszámmal látták el, az adócsöve a 16-os, a vevőcsövei a 7-es számot viselték. Az adó frekvenciája ingadozott, mert nem rendelkezett kvarckristállyal. Antennája, a keretantenna, hajlékony acélív, amely a készülék oldalához csatlakozott. A beszéd egy beszélőszerelvény segítségével történt, amely két egyes fejhallgatóból és szénmikrofonból állt. A póthallgató a parancsnok részére biztosította a belehallgatást.

A készülék kezelése könnyű volt, nem híradós szakképzettségű katona is kezelhette. 1942-ben korszerűsített változata, az R-1/a már 8 elektroncsövet tartalmazott, és mind távbeszélő, mind távíró üzemmódban működött. Hatótávolsága és üzembiztonsága megnőtt, a II. világháborúban hatékonyan alkalmazták (**30. kép**).

R-2 rádiókészülék

„A rádiókészülék távbeszélő és távíró üzemmódban egyaránt működött. Korszerűbb felépítése lehetővé tette a pontosabb hangolást, nagyobb hatótávolságot. Itt is alkalmazták a működésben a közös fokozatokat. Az adó egy LO 410 típusú ikertriódával volt felépítve, amelynek az egyik fele mint



31. kép. R-2 katonai rádió [14]

2. táblázat

R-2 rádiókészülék	
Frekvencia-terjedelem	4980–7250 kHz
Hullám-terjedelem	60,24–41,37 m
Folyószám	611–677 hullám-folyószám
Üzemmód	távbeszélő és távíró
Moduláció	amplitúdóban
Kivitelezés	adó-vevő fémdobozban egybeépítve
Táplálás	160 V anód, 5 V fűtés, száraztelep
Üzemidő	100 óra (1:4 adás/vétel viszonynál)
Antenna	keretantenna
Hatótávolság	távbeszélőmódban (saját típussal)
	sík terepen: 1,6 km
	hegyen: 600 m
	távíróüzemben 1, III. 1,4 km
	távbeszélő módban (R-1 rádióval) 1 km
	távíró üzemben 1,2 km
Kiszolgálása	1 fő
Szállítása	háton
Telepítési idő	2 perc
Tömege	16,7 kg
Rendszeresítve	1937-ben



32. kép. R-10 katonai rádió (Balás B. Dénes gyűjtése)

oszcillátor, a másik fele mint modulátor működött. Billentyűző üzemmódban az anódfeszültséget szaggatták. A vevője négyfokozatú, szuperheterodin elven működött. Már volt lehetőség a frekvenciák pontosságának ellenőrzésére. Akkor a hitelesítést „koppanásnak" nevezték, ami abból adódott, hogy a két összehasonlított frekvencia egyezése esetén az anódáram ugrásszerűen megnőtt, ez a fejhallgatóban koppanásszerű hangot adott (**2. táblázat**).

Az állomás telepítésekor az antennát 1 m-en belül nem volt szabad megközelíteni, mert a készülék elhangolódott. A keretantenna irányító hatása miatt, ha az ellenállomás helye megváltozott, a rádiót is forgatni kellett. Lovas alakulatoknál a rádiót is lovon szállították ún. „közép-saroglya" segítségével. Leginkább század-zászlóalj viszonylatban alkalmazták (**31. kép**)."

Katonai adó-vevőkészülékek a II. világháború után

A „szigorúan titkos" minősítésű katonai berendezések gyártásáról nehéz biztos információkat szerezni, mert csak visszaemlékezésekre támaszkodhatunk. Az említett [1] forrás szerint az R-10 (B51 fedőszámú) URH katonai adó-vevő fejlesztését a Telefongyár végezte, de a gyártás nem ott történt. Ezt az információt más forrásból nem sikerült megerősíteni, ezért ezt a készüléket a **32. képen** bemutatjuk, de a részletes ismertetésére nem térünk ki.

Mivel később erről említés történik, érdemes szólni az R-40-es készülékről, amely a Magyar Néphadsereg „Nehéz rádióállomás"-ának adója volt, kb. 100 W távíró üzemmódú teljesítményével. Végfokozata két OS-51-es csővel működött. Az R-40 még a '60-as évek elején rendszerben volt, ezred-hadosztály-hadsereg kapcsolatra használták. Később az R-118 váltotta fel. A **33. képet** *Balás B. Dénes* bocsátotta rendelkezésünkre, amelyen ő maga kezeli az R-40 adóállomást.

A Telefongyárban fejlesztett és gyártott R-20-as készülék adatait is a [14] forrás alapján közöljük.

R-20 rádiókészülék

„A Néphadsereg könnyű rádiókészüléke, mellyel az átmeneti hullámsávban lehetett összeköttetést létesíteni (**34. kép, 3. táblázat**)."



33. kép. R-40 katonai adóállomás (Balás B. Dénes gyűjtése)



34. kép. R-20 katonai rádió (Debreczeny Ábel gyűjtése)

Az R-20 típusjelű katonai adó-vevő berendezés gyártása

Szerencsére sikerült megszólaltatni egy idős részvevőt ebben az ügyben, *Gálusz Antalt*, aki az alábbiakat idézte fel:

„1951-ben kerültem a Telefongyárba, amikor az R-20-as készülék 10 db-os prototípus-gyártása ment. Úgy

3. táblázat

R-20 rádiókészülék	
Hullám-terjedelem	1,5–5 MHz, 200 m-től 60 m-ig (az ún. halászsávban) két körzetben: – I. körzet 1,5–2,74 MHz – II. körzet 2,75–5 MHz
Kalibráció	A készülék tárcsája Mc/s-ban számozott. Az egyes beosztások 50 kc/s-nak felelnek meg.
Üzemmód	távbeszélő és távíró
Üzemmód-kapcsoló	Ki, Távb., Távi I. (széles sávú), Távi II. (keskeny sávú), Hang., Krist. (hangoló- és hitelesítő állás)
Teljesítmény	0,8 W
Moduláció	amplitúdóban
Tömeg	adó-vevő 16,5 kg, tartozékok 15 kg
Hatótávolság	sík terepen, távbeszélő üzemben – botantennával 10 km – dipóllal 20 km távíró üzemben, – botantennával 30 km, – dipóllal 50 km
Elektron-csövek	DLL 101, 3S4T, 3A4, 1R5T, 1T4T
Táplálás	anód- és fűtőtelepekről
Áramfelvétel	anód 25...30 mA, fűtés 0,43 A

kerültem oda, hogy egy magáncégnél dolgoztam és azt államosították. Egy gyerekkori barátom, *Belkó József*, akinek fontos feladata volt az R-20 gyártásában, vitt be engem oda, mert ezen a területen nagyon kevés szakember volt. A készüléket akkor nem R-20-nak nevezték, hanem B-50-nek, ez volt a fedőneve. Az 50 a fejlesztés évszáma, a B az A, B, és C sorból adódott.

Ez a terület egy teljesen szeparált rész volt, őrök vigyáztak a bejáratoknál, titkos katonai gyártás volt, úgy hívták, hogy speciális (vagy spec.) téma. Akkor én a spec. MEO-ba kerültem, amelynek a Belkó Jóska volt a vezetője, akkor kezdődött a gyártás és a MEO szervezése. A gyártóhelyet „IX-es műhelynek" mondták, amelynek a művezetője egy *Rodics* nevű személy volt. Ebből a társaságból már valószínűleg senki nem él, illetve nem tudok senkiről.

A fejlesztésről csak áttételesen tudok beszámolni, mert addigra már ezen a fázison túl voltunk. Akkor ismerkedtem meg a készülék konstruktőrével, aki a laborban dolgozott. Korábban a Telefunken képviseletnek volt a vezetője: *báró Konrád Guidó*, egy nagyon jó képességű szakember. Akkor kerültek forgalomba az ún. félfűtőáramú Tungsram telepes csövek, ezekkel tudták megkonstruálni ezt a készüléket. A fejlesztés valószínűleg 1950-ben indult, de hogy mikor hozták létre ezt a spec. gyáregységet, azt nem tudom. A barátom, akit említettem, körülbelül fél évvel előbb került oda.

A konstrukcióról annyit érdemes elmondani, hogy az akkori terepviszonyok miatt azon az elven épült fel, hogy kis teljesítményű adó és nagyon érzékeny vevő legyen. A fogyasztással így lehetett takarékoskodni, ami azután megbosszulta magát, mert az előírt hatótávolság az igaz volt nappal, én több terepprobán is voltam, nagyon jól tudtunk összeköttetést létesíteni, forgalmazni, amíg a nap le nem nyugodt. Amint a nap lement, tele lett a sáv külföldi adókkal, a saját partnert már nem lehetett hallani. Ez csak a terepvizsgálatok során derült ki.

A gyártásra jellemző volt, hogy abban csak néhány szakember vett részt. A „IX-es műhely" alkalmazottai, ahol a forrasztónők dolgoztak, utcáról felvett, ezen a munkán betanult személyek voltak. A gyáron belül az egyéb feladatok veszélyeztetése nélkül nem lehetett személyeket áthelyezni, bár a CB-telefonok gyártásán nagyon rutinos szerelő- és forrasztónők voltak. Ebből és a műszaki vezetés tapasztalatlanságából adódtak a konfliktusok. Az első vagy ötven, vagy száz darabos széria volt. A szervezet úgy nézett ki, hogy az alkatrészgyártást, annak a mechanikai részét a gyár mechanikai műhelye készítette. Még a legkényesebb munkákat, mint például a forgókondenzátorokat is ott gyártották. Az egyik hiba az volt, hogy a négyes forgó a finommeghajtóval nem volt eléggé stabil, pedig itt nagyon fontos lett volna. A másik hibát a forrasztónők követték el, de a műszaki vezetők jóváhagyásával. Akkor még a szerkesztők is lenn dolgoztak a műhelyben, ők tanították be a futószalagszerű szériagyártást. Igaz, szalag nem volt, csak tolták egymásnak a készülékeket és minden nőnek megvolt a részfeladata.

Ugyanebben a műhelyben volt egy ún. „élesztő" társaság, ez két vagy három szakemberből állt, és egy nagyon érdekes készüléket fejlesztettek. Akkor ez újdonság volt: bekötésvizsgálóval ellenőrizték, hogy nincs-e elkötés. Ennek csőfej-csatlakozói voltak; minden csőfoglalatba bedugták a megfelelő csatlakozót és 26 állású fokozatkapcsolóval ellenőrizték, hogy jó-e a mért pont vagy nem. Egy varázsszemmel ellátott váltóáramú Wheatstone-híd, amelynek a másik ágában a megfelelő kondenzátorok és ellenállások voltak, jelezte, hogy ki van-e egyenlítve a híd. Ennek a kezeléséhez nem kellett szakember, mert csak fel kellett írni, hogy milyen számú kapcsolóállásban van a hiba. Utána került a készülék az „élesztő" szakemberhez, aki a hibát megkereste és kijavította.

Ezután két műszerész felcsövezte és áram alá helyezte a rádiót. Az „élesztett" készülék bekerült a MEO-ba. Ezt először MEO-nak, később „X-es számú" műhelynek hívták, majd kitalálták, hogy a MEO nem végezhet produktív munkát, ezért létrehoztak egy X/A jelű műhelyt. Én is ott dolgoztam üzemmérnök beosztásban. Az itt dolgozó szakemberek betanítását kellett végeznem és azoknak lettem a vezetője.

A behangolás a szerkesztés részletes utasítása szerint történt, ehhez az EMG nagy szignálját használták. A hangfrekvenciás részt már az élesztés során ellenőrizték. Ennek a szignálnak volt olyan bemenete, amellyel a frekvenciát külső kapacitással lehetett változtatni. Ennek felhasználásával „újítottam": egy vobbulátort készítettem, amellyel külső szkóp alkalmazásával fel lehetett rajzolni az átviteli görbét. De azután kiderült, hogy azoknak a készülékeknek, melyek a behangolás során normálisan viselkedtek, jó volt az átviteli görbéjük, melyek pedig nem, azoknál valami gerjedés lépett fel. Ezek selejtbe kerültek, majd vissza, javításra. Ezért nem volt értelme a vobbulátor használatának. Behangolás után következett a MEO, ahol teljes specifikáció alapján történt az ellenőrzés. Faraday-kalickák voltak, hogy ne zavarják egymást, mert már az adó- és vevőrészt is ellenőrizték. Két kalickasor volt; az egyik a bemérösor, a másik a MEO-sor.

A MEO-soknál volt két nő, akik a skálákat készítették, egyedileg mindenhez. Ekkor jelentették készre a készüléket, ami csak sasszé volt. A skálagyártás akkor újdonság volt: a feketére eloxált alumíniumtárcsát fehér dukkófestékkel vonták be, fotólakkot fújtak rá, bekarcolták az osztásokat, majd a skálagyártók fotózott számokat tettek a megfelelő osztásokhoz. Így világították le az egészet, majd nitrohígítóval feloldották és ecsettel lemosták a fölösleget. A kioldott részeken fekete számok maradtak. Mivel nem volt megfelelő az elszívás, az egyik kolléganő meg is betegedett ettől a művelettől.

A dobozba szerelt berendezés lett átadva a HTI kiküldött szakemberének. Az ún. KÜM (Katonai Üzemi Megbízotti) átvétel kb. 50%-os selejtet konstatált, ezután történt a terepróba. Ott a kivitt 12 készülékből csupán 5 szólalt meg. A többivel baj volt. Akkor már ment a sorozatgyártás. A vizsgálat kiderítette, hogy a MEO által jónak mért rádiók közül sok csőhibás volt, ami abból adódott, hogy a földre menő bekötéseket merev, ónozott huzallal végezték. Elő volt ugyan írva, hogy a bekötésnél „sámfát" (csősablont) kell betenni, de ezt nem tartották be, a csövek később „megőszültek" (megrepedtek). Ez a hiba oda vezetett, hogy a teljes egyéves gyártott mennyiséget egy raktárba, mi úgy hívtuk, hogy „kriptába" kellett tenni. Ezeket újra kellett huzalozni és újra végig kellett vinni a teljes gyártási soron. Ez volt a „kriptajelenet". Ezután a HTI ellenőre már a gyártást is ellenőrizte (a katonatiszt *Orbán Elemér* volt). Akkortól kezdődött tulajdonképpen a sorozatgyártás. Az újragyártásnál én voltam a katonai átadó, de mivel akkor sem voltunk meggyőződve a készülékek jóságáról, csak egy hónapra vállaltam ezt a feladatot. A gyár részéről az volt a megbízatás indoka, hogy én olyan jól ismerem a készüléket, hogy



35. kép. T 331 (Simoncsics László gyűjtése)

meg tudom javítani és meg tudom „magyarázni". Magyarul: a cél a KÜM-átvevő meggyőzése volt."

Mielőtt folytatnánk Gálusz Antal visszaemlékezését, ismertetnünk kell annak a vitaanyagnak a tartalmát, amelyről említés történik az interjúban: egy véletlenül a padlásról előkerült irathalmaz, amely 28 levélből, jelentésből, feljegyzésből és feljelentésből áll. Ezek mind a B-50 készülék gyártásával, minőségi problémáival és az ebből adódó emberi konfliktusokkal voltak kapcsolatban. Terjedelmi okokból nem térhetünk ki az anyag ismertetésére, pedig voltak ezek között az MDP Központi Ellenőrző Bizottságának, sőt, Rákosi Mátyás elvtársnak címzett feljelentések is. A beadványok tükrözik azt a félelmet, amely elfogta a műszaki sikertelenség esetén abban az időben a vezető beosztásban levő embereket, akik igyekeztek magukat lefedezni ilyen irományokkal.

Számunkra legérdekesebb a 20. számú, 1952. január 15-én kelt „szigorúan bizalmas" feljegyzés, amely a B-50 gyártásának történetét írja le az író, Belkó József szemszögéből. A feljegyzés teljes egyezésben van a visszaemlékezésben írtakkal.



36. kép. T 325 (Simoncsics László gyűjtése)

„Az ezzel kapcsolatos viták nagyon jól le vannak írva a fellelt vitaanyagban. A vita abból adódott, hogy mi, szakemberek, szemben álltunk a gyári vezetéssel, akit kifejezetten csak a gyártott darabszám érdekelte -, csak a tervteljesítés.

Dr. Katona János volt a gyár részéről a témafelelős, aki hajtotta a gyártást, mert neki a havi darabszámot kellett produkálnia. Végzettsége ugyan mérnöki volt, de a műszaki dolgokba nem szólt bele, egyben a pártvonalat is képviselte. Annak ellenére, hogy ennél kisebb hibákért is vittek el annak idején embereket, ennek az ügynek nem esett áldozatul senki, egy HTI-s vizsgálattal lezárták az ügyet.

A „kriptajelenet" után, a gyártási és terepróba tapasztalatok alapján Konrád Guidó egyéb változtatásokat is hajtott végre a konstrukción, ezek ellenőrzésére engem kért meg *(az [1] monográfia szerint a javított konstrukciónak volt B52 a fedőszáma).*

Többször jártam nála, három gyereke volt és ő maga három nyelven beszélt. Havonta váltotta otthon a konyhanyelvet, így sajátíttatta el gyerekeivel az idegen nyelveket. 1956-ban „disszidált".

1953-ig dolgoztam a Telefongyárban, ekkorra befejeződött az R-20-as telepes készülék előállítása és kezdődött az R-40-es, nagyteljesítményű, hálózati berendezés gyártása. Ez is hazai konstrukció volt, de nem a Telefongyárban tervezték. A gyártás szervezésében már nem szívesen vettem részt a biztonsági kérdések (1000 V-os feszültség, nagy adóteljesítmény stb.) miatt.

Akkor mentem át az Elektronika Szövetkezetbe: nem nagy örömmel, mert eléggé vegyes, összekényszerített társaság volt ott. Az összes korábbi rádiókereskedő, privát műszerész a saját korábbi anyagát a pincében elkülönítve tárolta azzal a jelszóval, hogy „ezt a rövid időt már guggolva is kibírjuk". Ami miatt nekem szimpatikus volt a katonai terület, hogy az korrekt volt. Megvolt a specifikáció, amit be kellett tartani; ezt a fegyelmezett munkát szerettem. A polgári életben a munka sokkal lazább volt."

TRT márkájú vevőkészülékek az 1954–65 időszakban

A Telefongyárban 1954-ben megkezdődött az Orion 331 típusú vevőkészülék gyártása, ezzel több évtizedes szünet után ismét készített polgári célú rádiókat. Gyorsan ment az átállás, hamarosan követte a saját fejlesztésű T-325 típus. A későbbi fejlesztésű készülékek többféle változatban, lemezjátszóval és magnetofonnal kibővítve is megjelentek a piacon.



37. kép. T 328 (CD-ROM)

T 331 (1954)

Orion alkatrészekkel és 21-es színüveg csövekkel gyártott típusszuper. Külső kialakítása kismértékben eltér az Orion 331 készülékétől, az előlapról hiányoznak a bakelitrácsok, de ugyanúgy felsőskálás, dobváltós készülék. A **35. képen** a TERTA változatot mutatjuk be még Orion-emblémával a skálaüvegen.

T 325 (1955)

Az előző készülék gyártásának tapasztalatai alapján fejlesztett, AM-vételre alkalmas típusszuper. Modernebb alsóskálás készülék még színüveg csövekkel. Rövidhullámon az oszcillátortekerccsel párhuzamosan kapcsolt induktivitás vasmagjának mozgatásával szellemes módon oldották meg a beállított műsorszórósávon belüli finomhangolást (**36. kép**). A sikeres eladások után a gyár tervbe vette, hogy évente két új típust hoz forgalomba.



38. kép. T 406 (Simoncsics László gyűjtése)



39. kép. T 528 MG (CD-ROM)

T 328 (1956–57)

A gyár első készüléke, amely már a korszerűbb nyomógombos hullámváltóval készült (azt itt nem állítjuk, hogy jobb is volt, mint a dobváltós). A végerősítőcső kivételével noválcsöveket alkalmaztak, a demodulátor-dióda miatt maradt az EBL 21-es végcső (**37. kép**).

T 406 (1956–57)

Miniatűrcsövekkel felépített telepes táskarádió, amely az anódtelep helyére betett tápegységgel a hálózatról is üzemeltethető. Az egyik első hordozható készülék, ezért a maga korában nagyon népszerű volt (**38. kép**).

T 426 (1956–57)

Ennek a nyomógombos, noválcsöves készüléknek már volt lemezjátszóval kiegészített változata is. Külsőleg hasonlít a 328 típusjelűhöz.

T 528 (1957-58)

AM-FM vételre alkalmas rádió, volt lemezjátszós (528 G), lemezjátszós és magnetofonos (528 MG) változata és zeneszekrényes (528 K) kivitele is. A beépített magnetofon a gyár első magnetofonja, a TM 9 jelzésű volt. A **39. képen** az 528 MG változatot mutatjuk be.



40. kép. T 1027 (CD-ROM)

T BA 408 F (1957-58)

A gyár második csöves, telepes táskarádiója, kivitele hasonlít a 406 típuséhoz.

T 1004 (1958-59)

A gyár első tranzisztoros táskarádiója, csak középhullámú sáv vételére. A nagyfrekvenciás tranzisztorok importból, a hangfrekvenciások a Tungsramtól érkeztek. Mind a fázisfordítás, mind a kimenőfokozat illesztése transzformátorral történik

T 1027 (1958-59)

Kéthullámsávos (közép–hosszú) tranzisztoros készülék. A nagyfrekvenciás fokozatokat japán, a hangfrekvenciásokat Tungsram tranzisztorokkal építették (**40. kép**).

T 422 (1960-63)

AM-FM vételre alkalmas modern formájú vevőkészülék, amelynek szintén volt lemezjátszós és magnetofonos változata.

T 529 (1960-63)

Egyes vélemények szerint ez volt a Telefongyár legjobb hangú készüléke, mert a korábban alkalmazott kondenzátor-hangszórókat kiváltották oldalt a magas hangú dinamikus hangszórók, így négy dinamikus hangszóró szólt a nagyméretű szekrényből. Középen négy hangregiszter-kapcsoló állította be az optimális frekvenciaátvitelt. Különösen népszerű volt a Supraphon lemezjátszót és egysebességes magnetofont tartalmazó változata. Külsőleg azonos a T 528 MG-vel.

Orionton (1964-66)

A telefongyár egyik utolsó vevője volt az Orionton, amelynek gyártását a VTRGy vette át. Különböző típusszámok alatt gyártották, a nagyfrekvenciás fokozatokban még japán, a hangfrekvenciásban hazai tranzisztorokat alkalmaztak. A fázisfordítás még transzformátoros volt, de már kimenő nélküli végerősítőt használtak (**41. kép**)



41. kép. Orionton (CD-ROM)

T 811 magnetofon (1957-58)

Befejezésül a gyár – a maga korában nagyon népszerű – hordozható, egysebességes (9,5 cm/s-os), szalagos magnetofonját ismertetjük [15]. A készüléknek jellegzetes formát ad a hat nyomógomb, a süllyesztett szalagorsók és az EM 80-as varázsszem (**42. kép**).

A Telefongyár 1957-ben fejlesztette, és 1958-ban már kereskedelmi forgalomba került. A készülék konstrukciójánál elsődleges szempont volt az olcsóság, a mechanikai egyszerűség és a hibalehetőségek minimalizálása. Bekapcsolás után egy ékszíj folyamatosan egymással ellentétes irányba hajtotta a két orsó alatti dörzstárcsás tengelykapcsolót. A gyorstekercselés úgy történt, hogy újjal valamelyik orsó tengelykapcsolóját rászorították, amíg a kívánt számot megtalálták vagy az áttekercselést befejezték. A készülék elektromos jellemzői az akkori nemzetközi szabványoknak megfeleltek, inkább a hazai piacon kapható szalagok minőségével voltak gondok. Népszerűségét mutatja, hogy 1960 végére 20000 db-ot adtak el.

A gyár második típusa a – kisebb számban gyártott – kétsebességes



42. kép. T 811 magnetofon (Apsitos István gyűjtése)

TERTA 922-es, az előző készülék hiányosságait igyekezett kiküszöbölni.

Irodalom

1. Fajcs Lajos szerk. A Telefongyár helye és szerepe a magyarországi műszaki fejlesztés történetében. Monográfia. (Siemens Telefongyár Kft. kiadása, 1997.)
2. Dr. Vajda Endre szerk. A Magyar Híradástechnika évszázada. (Híradástechnikai Tudományos Egyesület kiadása, 1979.)
3. Bánsághi Pál: A százéves Telefongyár műszaki története I.- II. rész. (BHG, Orion, TRT Műszaki Közlemények, 1976. 3.-5. sz.)
4. Kerényi István, Lengyel Endre: A magyar katonai rádiózás hőskora. (A Magyar Honvédség Elektronikai Szolgálatfőnökség kiadványa, 1995.)
5. Langer Miklós: Az elektromos távolbalátás. (Rádió Amatőr, 1927/5.)
6. Horváth Gyula, Kozma Gyula: Rádiós nagyhatalom volt (A 120 éves BHG története). (Rádiótechnika Évkönyve 1997.)
7. Dr. L. Graetz: Die Elektrizität und ihre Anwendungen. (J. Engelhorns Nachf. Stuttgart 1921.)
8. Perőcsényi Péter: 80 éves a CB 24-es telefon. (Nosztalgia Rádió Hírújság 2004. december)
9. Perőcsényi Péter: 70 éves a CB 35-ös telefon. (Nosztalgia Rádió Hírújság 2005. december)
10. Molnár János: A rádiótelefon elméleti és gyakorlati ismertetése 3. kiadás. (Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet, 1926.)
11. Molnár János: Gyakorlati rádiókönyv. (Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet, 1926.)
12. Szepessy Árpád: Magyar rádióipar. (Magyar Rádió Évkönyv 1929.)
13. Kóger László, Simoncsics László: TRT Szuper Olimpikon. (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2003. február)
14. Vörös Béla: Katonai rádió-berendezések 1936-1986. (Rádiók könyve, Ajtósi Dürer Kiadó, 2003.)
15. Grosics Gusztáv: A TERTA 811-es magnetofon. (RT 1960/3.)

Lásd még: http://telefongyar.atw.hu

Mi csak erősödünk, az árunk meg gyengül!



Árrobbanás a HAM-bazárban!

190 mAh-s	6F22- (9 V-os telep-) méretű	NiMH akku	1800 Ft/db	
850 mAh-s	AAA- (mikroelem-) méretű	NiMH akku	350 Ft/db	
1000 mAh-s	AAA- (mikroelem-) méretű	NiMH akku	550 Ft/db	
1500 mAh-s	AA-méretű, forrfüles	NiMH akku	600 Ft/db	(átfás árak)
2000 mAh-s	AA-méretű, forrfüles	NiMH akku	750 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- (góliátelem-) méretű	NiCd akku	1800 Ft/db	
8000 mAh-s	D- (góliátelem-) méretű	NiMH akku	2900 Ft/db	

Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em., H-P. 09–14 óra.
Tel./fax: 239-4932, 239-4933, 36-os mellék,
hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu

NE SOKAT ELEMEZZEN, INKÁBB AKKUZZON!

5

PMR446
a Megoldás

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

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

Nem tévedés: Megveszi és azonnal használhatja!

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



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

Rendelhető tartozékok:
tokok, fejbeszélő-készletek, akkuk, akkutöltők

Aktuális választék és árak a legfrissebb RÁDIÓTECHNIKA lapszámban és az interneten: www.radiovilag.hu

A PMR446-os kézi adó-vevők és tartozékaik megrendelhetők, illetve megvásárolhatók a szerkesztőség HAM-bazárjában:
Bp. XIII., Dagály u. 11. I. em., H–P: 9–14h
Postacím: 1374 Budapest, Pf. 603.
Tel./fax: 239-4932/36 m., 239-4933/36 m.
E-mail: hambazar@radiovilag.hu

Hangsugárzók építése 2.

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

Bevezetés

Ismeretes, mekkora kockázatot rejt egy-egy, a kereskedelemben vagy a magánforgalomban megvásárolt hangszóró használata, ezzel akármilyen típusú doboz megépítése. Lehet a hangszóró ára roppant kecsegtető, a külalakja igen tetszetős, de aligha érjük el az óhajtott célt, a megfelelő, a tervezett hangzást, ha a példány műszaki adatai nincsenek a birtokunkban és azok nem is szerezhetők be. A legfontosabb paraméterek ismerete nékül zsákbamacskát vásároltunk, azt sem tudjuk, hogy a gyártó milyen alkalmazási célra gondolt, amikor az adott hangszórót megtervezte és legyártotta.

Manapság hazánkban már számos helyen beszerezhetők a Monacor cég hangszórói, továbbá megvásárolható a hangsugárzó-építés során szükséges számtalan hasznos kellék, segédanyag, villamos és mechanikai alkatrész. A cég konstruktőrei a kínálatban szereplő hangszórókra alapozva a legkülönfélébb célokra számos hangsugárzót terveztek és építettek meg, egyúttal azokon ki is mérve, a gyakorlatban ellenőrizve a legfontosabb számított tervezési paramétereket. Így egy-egy gyári ajánlat gondos utánépítése a tervrajzok és a szükséges alkatelemek birtokában szinte kockázatmentes, eleve biztos sikerrel kecsegtet. Miután a beszerzés (akár megrendelés útján is) az erre szakosodott hazai üzletekben megoldható, néhány ilyen, kifejezetten utánépítésre szánt, eredeti gyári terv bemutatásával igyekszünk olvasóink hangsugárzó építési kedvét támogatni.

Általános érvényű tanács, hogy a dobozok építésénél alapanyagként részesítsük előnyben bevált faipari félgyártmányokat a fenyő- vagy keményfa anyagok helyett. Ez utóbbiak ugyanis idővel erősen vetemednek a fizikai száradás és az ugyanekkor végbemenő kémiai átalakulások következtében. Akusztikai célokra bevált, igen erős anyag a 19 mm-es MDF (*M*edium *D*ensity *F*ibreboard, „közepes sűrűségű rostlemez"), az olcsó OSB (*O*riented *S*trand *B*oard, „irányított szálelrendezésű lap", egyfajta műgyanta-kötésű fenyőfa-forgács lap) és az előbbieknél jóval drágább rétegelt lemez (angol nevén multiplex). Alárendeltebb célokra – ritkán – használatos még a barnás színű, csak az egyik oldalán sima, finom faköszörülékből préselt, a köznyelvben farostlemeznek nevezett, kissé puha/hajlékony, 3...6 mm vastag anyag is.

Ezeket a faipari félgyártmányokat a nagyobb barkácsáruházakban táblában is beszerezhetjük, de akár ugyanott, akár pedig valamely külső lapszabászatban – az általunk megadott készméretre szabva – megvásárolhatjuk.

Félprofi hangsugárzók

Igényes térhangosítási célokra nagy terhelhetőségű, jó minőségű, strapabíró, robusztus felépítésű hangsugárzókra van szükség. Ezek a kereskedelemben meglehetősen magas árszínvonalon férhetők hozzá. Kezdő, netán kispénzű előadók, együttesek, kis költségkeretből gazdálkodó sportegyesületek, alkalmi hangosítással foglalkozók számára egy-egy komoly hangsugárzó példány vagy kisebb-nagyobb készlet megvásárlása az első időkben aligha lehet kifizetődő, s akár hosszú idő is eltelhet a vásárlásra költött jelentős összeg megtérüléséig. A hangsugárzó ugyanis a teljes hangtechnikai beruházási költségnek csupán többnyire egy kisebb hányadát teszi ki, hiszen még szükség van erősítőkre, keverőkre, mikrofonokra stb., amelyek beszerzése szintén jelentős összeget emészthet fel. Valamely egyszerűbb felépítésű, egy vagy több hangsugárzó házilagos elkészítése – a szükséges hangszórók megvásárlásán kívül – nem kíván jelentősebb anyagi többlet ráfordítást, inkább valamelyes saját munkával jár. Ez a megoldás viszont igen gazdaságos lehet, különösen a jelzett kezdeti, többnyire pénzszűke időszakban.



1. ábra

A Monacor cég – a hazai hangszóró-szakboltokban beszerezhető – nem HIFI, hanem kifejezetten általános hangosítási célra tervezett (tartósan is terhelhető) hangszóróin alapuló néhány olyan, házilagos kivitelre is alkalmas konstrukciót mutatunk be, amelyek bármelyikének saját kezű elkészítése nem kíván különösebb speciális szakértelmet. Tekintélyes összeget lehet azáltal megtakarítani, ha pl. a zenekar, a táncegyüttes, a klub stb. ügyesebb kezű munkatársai készítik el a hangtechnikai berendezés ezen költséges műtárgyát.

A tervezés, az egységek összeválogatásának, összehangolásának problematikáját a cég tervezői levették a vállunkról, így a várható akusztikai végeredmény (hangminőség, terhelhetőség, üzembiztosság) meg fog felelni a várakozásoknak. Az egységek bármelyike átlagos barkács szaktudással könnyen megépíthető, továbbá a szükséges kisebb segédanyagok (csillapítóanyagok, hangváltó alkatrészek, csatlakozók) is a szakboltokban szintén hozzáférhetőek.Ezeket a hangsugárzókat nem HIFI-célokra, hanem nagy hangerőt igénylő, általános félprofi hangosítási célokra tervezték; ennek ellenére jó hangminőségüket a beépített kiváló drájverek szavatolják.

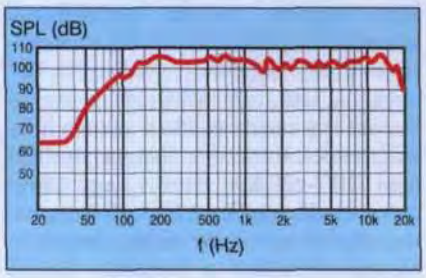
Propatop

Bel- és kültéri hangosítási feladatok megoldásánál gyakorta van szükség igen nagy teljesítményű, univerzálisan használható, szélessávú, félprofi, profi minőségű, tartósan „nyúzható" hangsugárzó-egységekre. Ilyen konstrukció a *Propatop* fantázianevű doboz (**1. ábra**), amelyek a szerkezete, felépítése igen egyszerű, ennek folytán a házilagos kivitelezése anyagilag is igen kedvező lehet.

Itt kell megjegyeznünk, hogy viszonylag kis méretű (mélysugárzó) dobozok használatára akkor van lehetőség, ha az alsó frekvenciahatárt nem választjuk túlságosan kicsire, mint például esetünkben is ez csupán 80 Hz. Ez a legtöbb egyszerűbb, általános hangosítási feladat során (pl. szónoklat közvetítése, háttérzene) elegendőnek bizonyulhat, de ha mégsem, és *van valós igény* a jóval mélyebb hangok átvitelére is, akkor ki kell egészíteni a rendszert egy alkalmas, terhelhetőségben és frekvenciatartományban jól illeszkedő szub-basszus sugárzóval is. (Erre a továbbiakban egy alkalmasan illeszkedő konstrukciót is bemutatunk.)

A doboz – elvi működése szerint – két darab, független, hangolt mélyreflex-üregből áll, amelyek között a közép- és magashangok sugárzására alkalmas, nyomókamrás tölcséres sugárzónak alakítottak ki helyet a tervezők.

A két, mélyreflex-üregbe épített, SP-30A/200PAM típusú hangszóró, továbbá az MRD-200 típusú magashangú nyomókamrás drájver az üvegszálerősítésű, ABS-műanyagból készült tölcsérrel 80 Hz...19 kHz közötti átvitelt tesz lehetővé. Az átlagos hangnyomásszint SPL = 102 dB/1 W/ 1 m, vagyis a rendszer hatásfoka igen jónak mondható. A 4 Ω-os impedanciájú dobozra bocsátható zenei teljesítmény 1000 $W_{max.}$, míg a névleges teljesítménye 400 W_{eff}. A gyári mérések alapján felvett frekvenciamenetet a **2. ábra** mutatja.



2. ábra

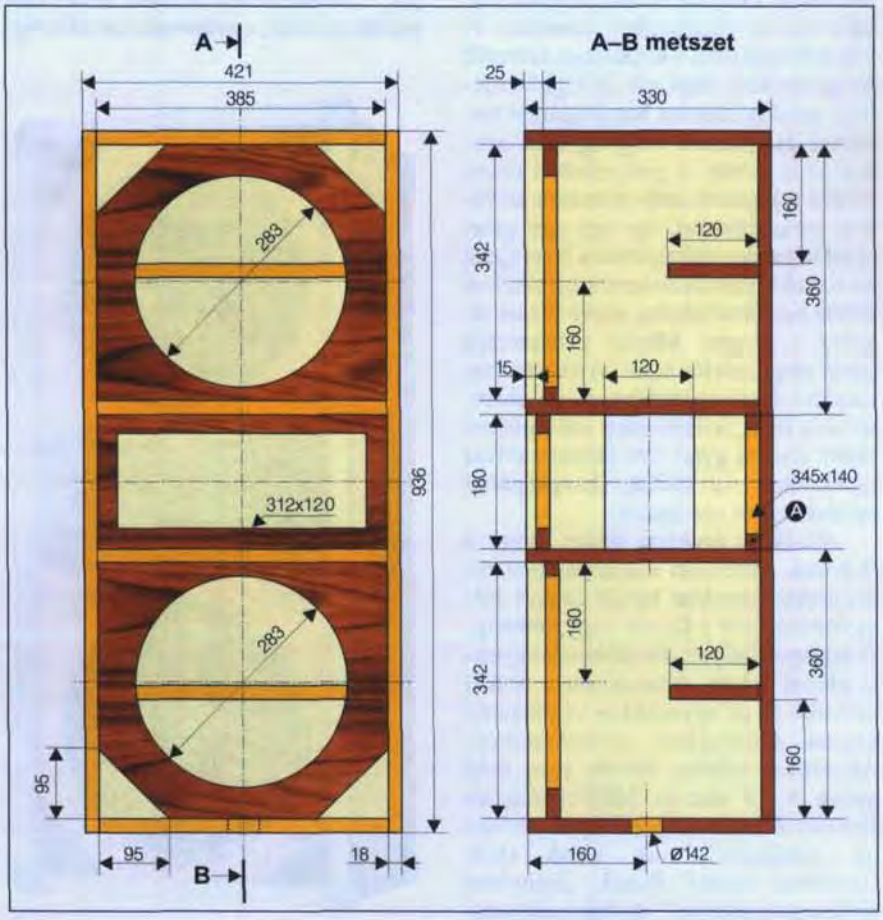
1. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Oldalfal	2	936 x 330
Tető/alaplap	2	385 x 330
Mélyreflex hangfal	2	385 x 342
Tölcsér hangfal	1	385 x 180
Mélyreflex hátfal	2	385 x 360
Középső hátlap és szerelő keret	2	385 x 180
Tölcsér alsó/felső fal	2	385 x 312
Mélyreflex merevítő	2	385 x 120

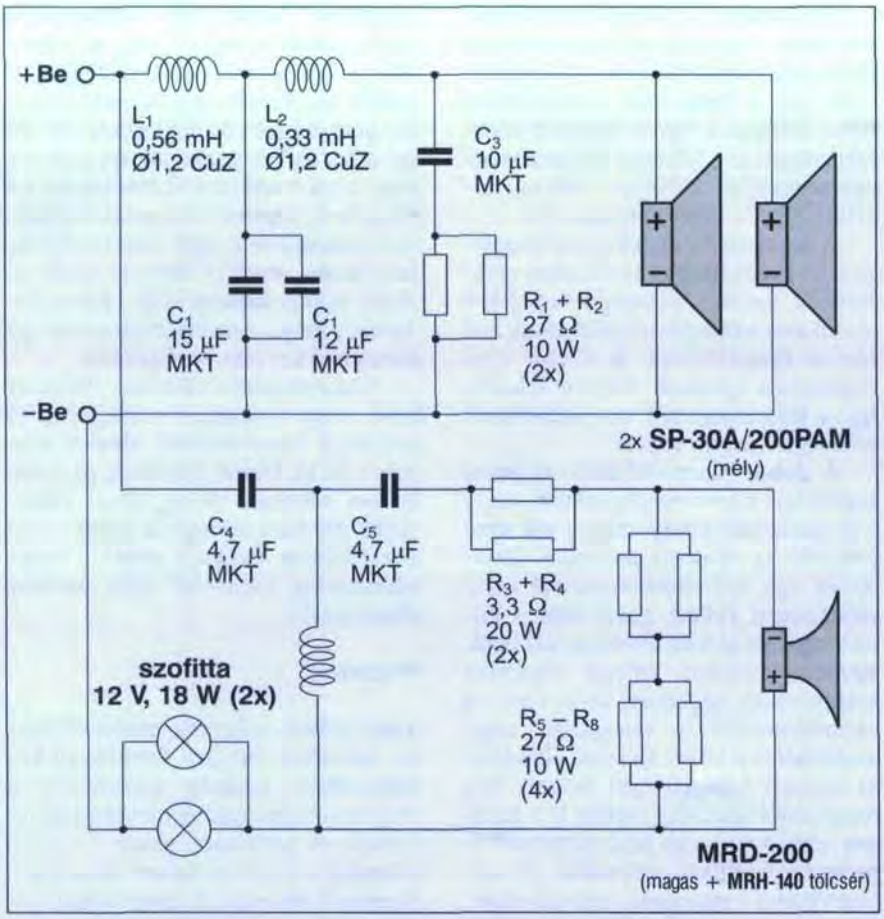
A doboz felépítését a **3. ábrán** tanulmányozhatjuk. Az asztalosmunkája meglehetősen egyszerű, így a hangsugárzó építésben kevéssé járatos asztalos szakemberrel is – hangtechnikailag – kifogástalan minőségben elkészíttethető, ami egyébként nem sok dobozféleségnél mondható el. Természetesen a legolcsóbban akkor úszhatjuk meg a dolgot, ha a szükséges építőelemeket, oldalfalakat egy közeli labszabászatnál megrendeljük, majd a doboz összeállítását mi magunk végezzük el (**1. táblázat**).

Tekintettel a változatos hangosítási feladatoknál természetszerűleg előforduló gyakori szállításokra, a dobozt erős anyagból, 18 mm-es rétegelt lemezből kell elkészítenünk. Az összeerősítéseknél ragasztást és ezen kívül feltétlenül csavarozást is kell alkalmaznunk. A legcélszerűbb csavartípus a fő alkotóelemek összeerősítéséhez a 40–50 mm-es, galvanizált, kereszthornyos facsavar, egymástól legfeljebb 80–100 mm-es távolságban. A lyukak előfúrása feltétlenül szükséges, a rétegelt lemez szilárdságának megőrzése, a széthasadás elkerülése érdekében. Alkalmas méretű előfúrás nélkül ugyanis előfordulhat, hogy a rétegelt lemez egyes rétegeit szétfeszíti a behajtott csavar. Hozzávetőleg 60–70 darab csavarra lesz szükségünk.

Amint az 3. ábrán megfigyelhető, az álló hasáb formátumú doboz egy szimmetrikus kialakítású alsó és felső reflexüregből és a közöttük elhelyezkedő nyomókamrás/tölcséres egységből áll. A reflexüregek azonos méretűek, és



3. ábra



4. ábra

azok középtáján egy-egy vízszintes lap meréviti a hátlapot és az oldallapokat. A reflexnyílást mindkét üregnél két-két 95×95 mm-es, 45°-os kivágás képezi a hangfal sarkánál, amelynek – mint egyfajta reflexcsőnek – a hossza így megegyezik a lapvastagsággal.

A két reflexüreg, továbbá a tölcsért tartalmazó középső üreg nincs akusztikai kapcsolatban egymással, eltekintve attól, hogy a mélyhangszórók hozzávezetései számára kis furatokat kell kiképeznünk a középső üreg alsó és felső fedlapján. Miután a középső üreg tölcsér mögötti része akusztikailag nem játszik szerepet magának a tölcsérnek a működésében, az üreg – lecsavarozható – hátlapján lehet kiképezni a hangsugárzó kivezetéseit, továbbá a tölcsér mögött maradó, eléggé tágas részen lehet elhelyezni a hangváltót (**4. ábra**).

Amint ez a rajzokból is kiderül, a lapokon beépítés előtt még dolgozni kell. Azaz a két mélyhangfalban el kell készíteni a hangszórónyílást, és le kell vágni a sarkokat, a tölcsér alsó/felső falaiban el kell készíteni a huzalok számára a furatokat, továbbá a középső hátlappal azonos méretű lap közepéből ki kell vágni egy 345×140 mm-es darabot, hogy létre jöjjön a keretszerű alkatelem. Amennyiben a dobozt például talpas/lábas csőállványon, emelt helyzetben kívánjuk használni, az alaplapon el kell készíteni a cső fogadására szolgáló, pontos furatot úgy, hogy a lyukon átdugott cső ne ütközzön a hangszóróval. Elegendő biztonságot jelent, ha a cső furatát a doboz külső/elülső élétől 120 mm-re készítjük el, ugyanis a javasolt hangszórótípus megelehetősen lapos. (Más típusú hangszóró alkalmazásánál ellenőriznünk kell azt, hogy az oszlop nem ütközik-e a mágneskörrel.)

A doboz összeépítésénél meglehetősen fontos szerephez jut a lapok méretpontossága, ugyanis már kisebb pontatlanság esetén is összeállítási gondok léphetnek fel. Mindenek előtt nagyon ügyeljünk a hangfalban a reflexnyílást kialakító 45°-os sarkok pontos levágására. Ugyanígy a hangszórónyílások központi, szimmetrikus elhelyezkedése sem mellékes, ezek kivágására is gondosan ügyeljünk.

Az összeállítás során legelőször célszerű az egyik (netán mindkét) oldallap belső felére a csatlakozó lapok későbbi helyzetét bejelölni a ragasztás, az illesztés megkönnyítésére. Ha megfigyeljük a konstrukciót, látható, hogy az alsó és a felső részt az első időben doboz két oldallapja fogja közre, így legegyszerűbb az egyik oldallapot a munkaasztalra fektetve elkezdeni az összeállítást. Kenjük be ragasztóval a három (vagyis az alsó és felső reflexdoboz és a tölcsért hordozó) hangfal éleit ragasztóval, hasonlóképpen az alaplap és a doboztető, továbbá a tölcsér-üreg alsó és felső részénél levő osztólemezek, illetve ugyanezen üreg hátsó részénél elhelyezkedő keret, továbbá a reflexüregek merevítőlapjainak éleit is. Helyezzük ezeket a tárgyakat a munkaasztalra fektetett egyik oldallapra a berajzolt tájékoztató vonalak segítségével. Belátható, hogy a sok alkatelem egyidejű felrakása, elhelyezése egyrészt igen nehézkes lenne előrajzolás nélkül, illetve egy sajnálatosan pontatlan kivágás és illesztés esetén a doboz aligha építhető össze baj és bosszúság nélkül. Különösen ügyeljünk a három hangfalnak az előlaptól mért távolságára, pontos elhelyezésére! Tulajdonképpen minden hangdoboz megépítése során érdemes először „szárazon" összerakni azt, összepróbálni az alkatelemeket és kijavítani az esetleges illeszkedési hibákat.

Ragasztó céljára az egyik legolcsóbb és legcélszerűbb a laminált parkettához is ajánlott tubusos, adagolós, tejföl sűrűségű faipari ragasztó, amelyből igen könnyen és nem utolsó sorban tisztán tudjuk adagolni a szükséges mennyiséget. Ügyeljünk arra, hogy az anyag mintegy 10–15 perc alatt megdermed, ezután a ragasztott darabokat nem ajánlatos elmozdítani egymáson. A félrecsöppent ragasztó vizes rongygyal letörölhető, idejekorán még a ruhából is kimosható. Később ez szinte lehetetlen!

Ha az egyik oldallapon a belső alkotóelemek a helyükre kerültek, méretellenőrzés után a másik oldallapon az előrajzolt helyeken vékonyan kenjük be ragasztóval az illeszkedési helyeket, és igen óvatosan és pontosan helyezzük rá a már összeállított dobozrészre. Ha az ellenőrzés azt mutatja, hogy a készülő doboz eléggé pontos, nem alakhibás, akkor óvatosan, néhány (legalább négy) szorítóval, nem túl erősen szorítsuk össze a két dobozoldalnál fogva a készülő munkát. A tájékoztató előraj-

zolás nyomán készítsük el a facsavarok számára a furatokat, majd csavarozzuk össze a lapokat először az egyik oldal felől, majd – óvatosan megfordítva a dobozt – a másik oldal felől.

Ha jól végeztük az összeállítást, a munka végeztével máris egy igen merev szerkezetet kaptunk, amelyet legalább 24 órára tegyünk félre száradni. Száradás közben a tölcsért már óvatosan bepróbálhatjuk a helyére, és akár be is építhetjük a hangváltót a tölcsér mellett kialakuló üregrészbe. Száradás után elkészíthetjük az oldalfalakon – pontosan középen – a két hordfogantyú számára a 120×180 mm-es kivágást, és ideiglenesen be is építhetük azokat a készülő munka könnyebb mozgathatósága érdekében.

Fektessük a dobozt az elülső oldalára és tegyük be a helyükre az alsó és a felső reflexüreg hátlapjait, továbbá a tölcsér üregének hátsó fedlapját. Készítsük el a szükséges előfuratokat az összeépítéshez, majd rögzítsük csavarozással is a reflexüregek hátlapjait. A hangszórónyílásokon keresztül építsük be a csillapítóanyagot kevés ragasztóval. A középső fedlapon készítsük el a csatlakozók furatait és építsük be azokat. Építsük be a két mélysugárzót – az előlap felől – a helyére úgy, hogy a korábban már felforrasztott villamos csatlakozó huzalokat (lazán hagyva) átbújtatjuk a középső üregbe a már korábban elkészített furatokon keresztül. Kössük be a hangváltóra a mélysugárzók vezetékeit!

A tölcsérsugárzót az előlap felől építsük be a helyére és szintén kössük be a hangváltóba. A tölcsér végére szerelt nyomókamrát támasszuk ki két kis faékkel úgy, hogy a szállítás, rakodás során a tölcsérszerelvény meg ne sérüljön (**5. ábra**). Óvatosságból a két faék és a nyomókamra közé esetleg kis gumilapot is helyezhetünk a szállítási rázkódás csillapítására.



5. ábra

Ha a munkával eddig elkészültünk, a villamos végellenőrzés maradt hátra (pl. a polaritások ellenőrzése), majd beköthetjük a hangváltót a tölcsérüreg hátsó fedlapjára szerelt hangszórócsatlakozókhoz és a középső hátlapot is becsavarozhatjuk a helyére néhány kisebb (20…25 mm-es) facsavarral.

A sokat szállított doboz mélysugárzóit megvédhetjük a mechanikai sérülésektől fémrács felszereléséve. Ilyen rácsot akár házilag is előállíthatunk 2–4 mm-es fémpálcákból. A tölcsér nyomókamrája igencsak mélyen fekszik, így a tölcsérsugárzót nem okvetlenül szükséges ráccsal védeni.

A doboz hangváltójának villamos kapcsolási rajzán megfigyelhető, hogy a jó hatásfokú közép–magas tölcsérre jutó jelet az alkalmas akusztikai illesztéshez egy teljesítményosztóval kissé csökkenteni kellett. Ezen felül a tölcsérsugárzóval sorbakötött izzólámpák egyfajta védelmi jellegű dinamika kompressziót végeznek, távol tartva a nyomókamrától a túlságosan nagy amplitúdójú jeleket. Az izzók ellenállása ugyanis hidegen igen csekély, kis hangerőnél tehát alig osztják le a hasznos jelet. A nagyobb jelek hatására felparázsló, felvillanó izzószálak ellenállása viszont a melegedés arányában rohamosan nő, csekély időállandóval követve a műsorjel váltakozását. Nagy hangerőnél így jelentős pillanatnyi leosztás történik, vagyis a nyomókamrára jutó nagy jelek dinamikusan mérséklődnek, megvédve annak lengőtekercsét a túlzottan nagy kivezérléstől, az esetleges leégéstől. A hatás tervezett működéséhez feltétlenül a megadott típusú (12 V/18 W-os) szofittákat kell használni (hétköznapi autós izzók). Az izzókat célszerűen nem foglalatban, hanem a kifogástalan – és hosszú távon is stabil – érintkezés érdekében beforrasztva kell beépíteni a hangváltóba.

A reflexüregekben elhelyezett csillapítás a Monacor MDM-40 típusú (tojástartó-mintás műanyaghab, ebből 1 db szükséges), illetve az MDM-2 típusú (vattapaplan, ebből 3 db kell) csomagokból állítható össze úgy, hogy az egyes üregekbe az összmennyiség felét-felét juttatjuk.

Valamely rendezvény helyszínén a megemelt hangsugárzó saját biztonságáról, a hallgatóság érdekében szükséges biztonságos rögzítéséről nekünk kell gondokodnunk, ami nem mindig egyszerű feladat.

A dobozt célszerű él- és sarokvasalattal ellátni a faanyag sérülésének elkerülése érdekében. Amennyiben eredeti színben hagyjuk meg a fa felületét, célszerű azt 3–4 réteg, eléggé kopásálló (pl. Trinát vagy hasonló, száradás után eléggé kemény) színtelen lakkal átfesteni. A gyakorlat azt mutatja, hogy a sokat szállított doboz kisebb sérüléseinek, elpiszkolódásának leplezésére célszerűbb a matt sötétszürke/fekete festés, amelyet bármely szennyeződés után pillanatok alatt, akár a rendezvény helyszínén is felújíthatunk egy szórópalackos lakk segítségével.

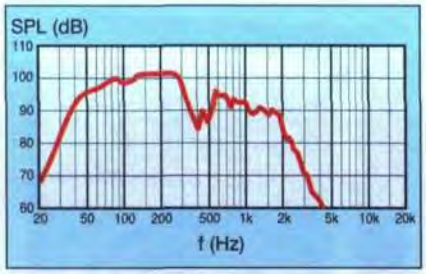
A hangsugárzó alkalmas valamely belső vagy szabadtéri rendezvény jó minőségű hangosítására, alkalmi szónok, előadó, kisebb létszámú, pl. lakodalmas zenekar, táncegyüttes, videovetítő stb. hanganyagának kellő szintű közvetítésére. Szükség esetén a hangteljesítmény fokozható több példány telepítésével.

Propasub

Amennyiben valamely, mélyeffektekkel jelentősen bővített hanganyag következtében szükség mutatkozik a *Propatop* hangsugárzó mérsékelt mélyátvitelének javítására, akkor jól használhatjuk a következőkben ismertetett, *Propasub* elnevezésű, nagy teljesítményű, professzionális szub-basszus sugárzót. A kocka alakú, kb. negyedköbméteres doboz (**6. ábra**) egy tekintélyes, SP-38A/500BS típusú, 15" átmérőjű, jó hírű, nagy teljesítményű, strapabíró, mélysugárzót tartalmaz. Működése összetett, ún. tölcsér-rezonátor nyílással ellátott, különleges mélyreflex. A beépített hangszóró impedanciája 8 Ω, a doboz átviteli tartománya 43…300 Hz, a közepes érzékenysége SPL = 97 dB/1 W/1 m. A doboz zenei teljesítménye 1500 $W_{max.}$, míg a névleges teljesítménye 500 $W_{eff.}$



6. ábra



7. ábra

A gyári ajánlás szerint célszerű a felső frekvenciatartományt 100...200 Hz táján jó minőségű aktív szűrővel felülről erőteljesen korlátozni. Gyárilag mért frekvenciamenetét a **7. ábra** mutatja.

2. táblázat

Megnevezés	darab	Méret (mm)
Oldalfalak	2	536 x 536
Tető/alaplap	2	500 x 536
Hátlap	1	500 x 500
Hangfal	1	408,2 x 500
Reflexcső fedőlap	1	140 x 500
Terelőlap (45°-os)	1	200 x 500
Osztólemez	1	310 x 40

A doboz alkatelemeit a **2. táblázat** alapján lapszabászatban vásárolhatjuk meg. Tekintettel a várható szállításokra, a doboz anyaga 18 mm-es, strapabíró rétegelt lemez. A leszabott anyagot még további megmunkálásnak kell saját kezűleg alávetnünk, mivel a legtöbb lapszabászatban nem vállalják a lapélek szögben történő vágását. Így például a hangszóró háta mögötti, 45°-os szögben beépítendő „B" jelű lap éleit nekünk kell 45°-ban legyalulnunk. Hasonlóképpen a hangfal alsó és felső élét kell 65°-os szögben megmunkálnunk a ferde beépítés következtében. Ugyancsak nekünk kell a hangfalban a kör alakú, 355 mm-es nyílást elkészítenünk a hangszóró számára. Erre a legalkalmasabb szerszám a körkiszúró, ennek hiányában dekopírfűrésszel vághatjuk ki, készíthetjük el a nyílást, bár ez igen gondos fűrészvezetést igényel.

A doboz építési munkái az említett megmunkálásokkal kezdődnek, amelyet az asztalosrajz (**8. ábra**) alapján végezhetünk el. Ha nem sikerül eléggé pontosan dolgoznunk, a kisebb hibákat (réseket) később korrigálhatjuk valamely jó minőségű epoxi ragasztóval (pl. epokittel). Fűrészelési hibák, illesztési rések tömítésére ennél a dobozoknál ne használjunk közönséges, lágy tömítőanyagokat, mert a kellő szilárdságra a várható szállítások miatt szükségünk van.

Az összeépítés első lépéseként ragasszuk és csavarozzuk a reflexnyílás középső osztólemezét („C" jelű lemez) az előírt helyen az alaplaphoz. Az oldallapokon készítsünk segédjelöléseket a ragasztáshoz, majd az egyik oldallapot a munkaasztalra fektetve, ragasztózás után – felhasználva a segédjelöléseket – építsük a helyére az alap- és fedőlapot, a hátlapot, a hangfalat, a 45°-os terelőlapot és a reflexcsatorna felső részét kialakító („A" jelű) fedőlapot. Ha minden a helyére került, ragsztózás után tegyük a helyére a másik oldallapot is, majd óvatos összeszorítás után csavarozzuk össze a doboz részeit egymáshoz 40–50 mm-es kereszthornyos facsavarral (ehhez mintegy 60 db szükséges).

Száradás, kötés után készítsük el a kézifogantyúk 120×180 mm-es kivágásait, továbbá a doboz tetején (pont a lap közepén) a szélessávú egységet tartó esetleges csőállvány lyukját, illetve a hátfalon a hangszórócsatlakozók furatait. Itt jegyezzük meg, hogy a hordozhatóra tervezett hangsugárzó esetében nem luxus, hanem kifejezetten nélkülözhetetlen a hordfogantyúk beépítése.

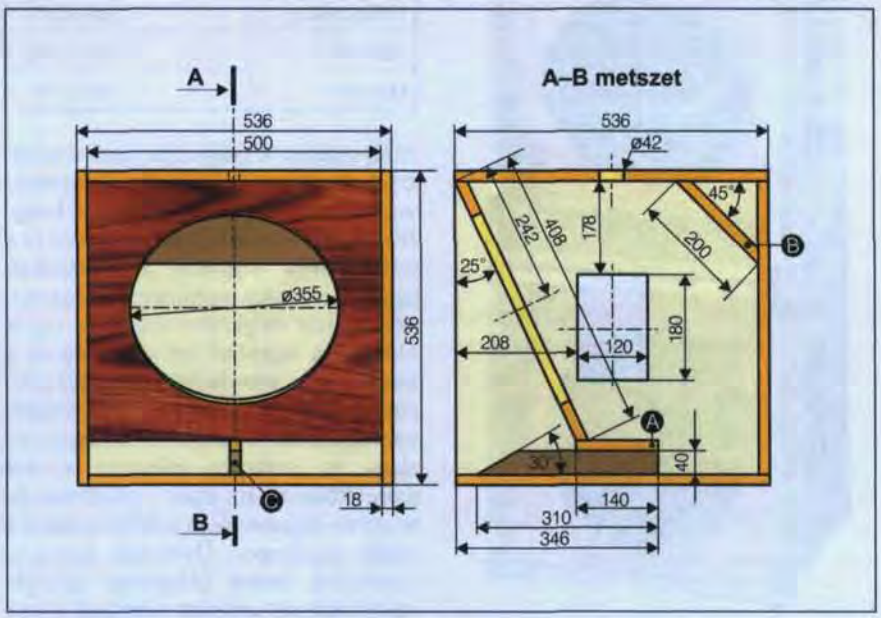
Belül ragasszuk fel a hátlapra, illetve a fedőlapra az MDM-40 csillapítóanyagot (hullámos, „tojástartó"-felületű habszivacs), amely esetében az árusított Monacor csomagnak kb. a 70%-ára lesz szükségünk. Szereljük be a hangszórócsatlakozókat, laza huzallal kössük be és építsük be (kívülről) a hangszórót a helyére. A várható szállítási sérülések mérséklésére lássuk el a dobozt él- és sarokvasalatokkal.

A Propatophoz hasonlóan javasolható a doboz elején valamilyen – akár házilagosan is elkészített – védőrács alkalmazása. A fémrácsot valamely olcsón beszerezhető anyagból (pl. durvább fém szitaszövetből) vághatjuk ki és a doboz élvasalatával rögzíthetjük, szoríthatjuk le. A **9. ábrán** a Propatop és a Propasub ilyen, rácsozattal ellátott kivitelét láthatjuk. A Propasub doboz kivitelét, festését célszerű a Propatop hangsugárzóval azonosra választani, főleg, ha együtt használjuk ezeket.

Amennyiben valamely helyszínen a hangerő fokozására több Propasub példányt kívánunk alkalmazni, akkor a hangsugárzás optimalizálása érdekében – a gyári ajánlás szerint – a dobozokat a **10. ábra** szerinti összeépítésben, párosával kell egymásra helyeznünk.

Smilight-12

Alkalmi muzsikálás (próba) céljára, háttérzene közvetítésére vagy kisebb együttes hangosítására (pl. kisebb létszámú lakodalom, kerti parti számára) gyakorta van szükség kedvezően kis méretű, személygépkocsiban akár párosával is könnyen szállítható, mérsékelten nagy hangerőt biztosító, szélessávú hangsugárzóra. Sok esetben nem a faldöngető hangerő elérése a cél, ha-



8. ábra



9. ábra

nem csupán a kellő jó hangulat alátámasztása, ahol a zene mellett még akár beszéletni is lehet, kiabálás nélkül is.



10. ábra

Az említett célra kiválóan használható a Smilight-12 elnevezésű, „mosolygós" reflexdoboz (**11. ábra**), amelynél a helytakarékosság miatt ív alakban elhelyezett reflexcsövek teszik vidámmá a doboz megjelenését.

A 8 Ω-os, kétutas doboz a 60 Hz...20 kHz-es sávban sugároz, a tervezők által mért frekvenciamenetét a **12. ábra** mutatja. Zenei terhelhetősége 500 $W_{max.}$, míg névleges terhelhetősége 250 $W_{eff.}$

A doboz az SP-30A/300NEO típusú közép-, mélysugárzót, továbbá az MHD-152 típusú, saját tölcsérrel ellátott nyomókamrás magassugárzó egységet tartalmazza. Átlagos hangnyomása igen kedvező, SPL = 98 dB/1 W/1 m. A doboz által sugározható hangteljesítmény lehetővé teszi egy kisebb méretű vendéglőben, annak kerthelyiségében, kerti partin stb. a jó minőségű és kielégítő szintű hangerő szolgáltatását.

A doboz asztalosrajzából látható (**13. ábra**), hogy felépítése roppant egyszerű, voltaképp egy téglatest alakú láda, amelynek a belsejében két merevítőlap is található. A lapszabászat számára szükséges anyagjegyzéket a **3. táblázat** mutatja. A dobozt oldalait 19 mm-es MDF lapból vagy rétegelt lemezből vágathatjuk ki.

3. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Oldalfalak	2	608 x 260
Alaplap/tetőlap	2	350 x 260
Előlap/hátlap	2	350 x 570
Merevítő	1	350 x 100
Merevítő	1	350 x 50

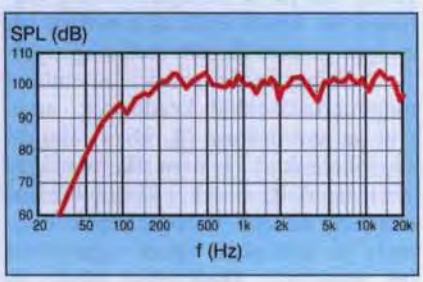
A lapszabászat elkészülte után a sajátkezű munkát a kivágások elkészítésével kell kezdenünk. Vágjuk ki a hangfalon (az előlapon) a két hangszóró és a reflexcsövek számára a nyílásokat, ügyelve a pontos munkára. A ragasztás, összeállítás megkönnyítésére az egyik oldalfalon rajzoljuk be az előlap és a merevítők pontos helyét, majd ezt a lapot sík felületre (munkaasztalra) fektetve, ragasszuk rá az elő- és hátlapot, az alap- és fedlapot valamint a két merevítőlapot. Ez után – gondosan illesztve – ragasszuk rá a félkész műre a másik oldallapot. Óvatosan asztalosszorítóval, ennek hiányában spárgával/kötözéssel enyhént szorítsuk össze a félkész dobozt és 40...60 mm-es, karcsú (kb. átmérő 1,8 mm-es) kereszfejű facsavarokkal rögzítsük egymáshoz a doboz alkatrészeit. Az összecsavarozást könnyítsük meg előfúrt lyukakkal, így a lapok szétrepedését is elkerülhetjük. A ragasztást/kötést egy napi száradásnak kell követnie.



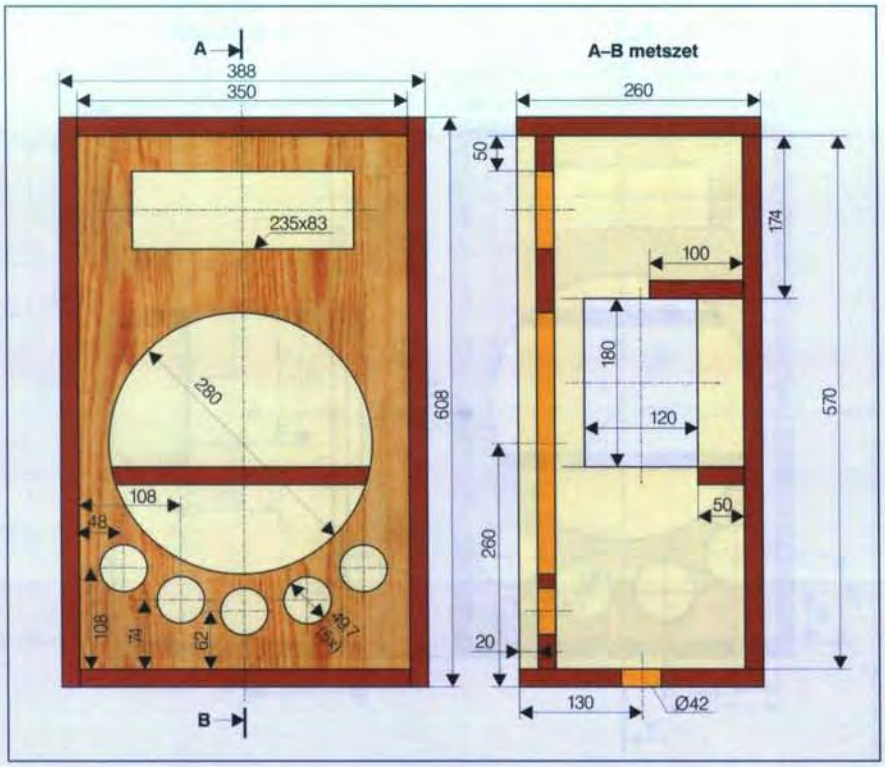
11. ábra

A doboz száradása után készítsük el az oldallapokon a két fogantyú számára a 120×180 mm-es nyílásokat, továbbá a hátlapon az általunk választott csatlakozókhoz szükséges furatokat. A doboz belsejében a tetőlap és a hátlap felső, továbbá középső részére ragasszuk fel a hullámos, „tojástartó" profilú habszivacs (fél csomag = 1 lap MDM-40) csillapítást, majd ezekre néhány pötty ragasztóval a két csomag MDM-2 (vatta) csillapítóanyagot.

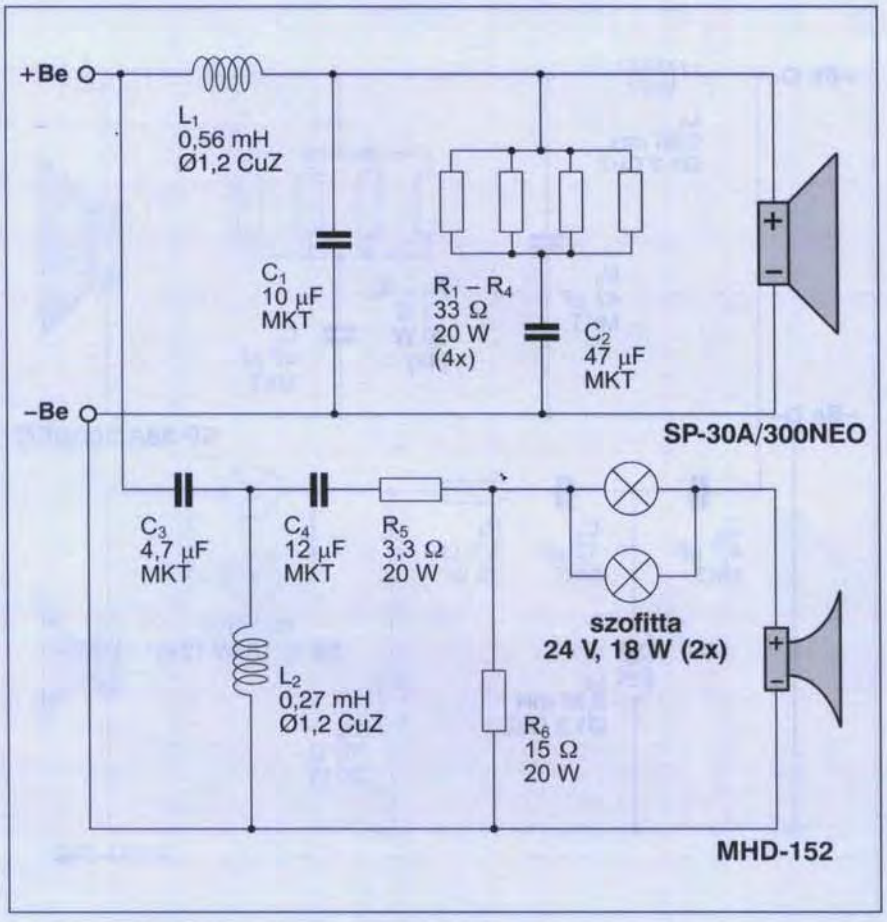
Építsük be a doboz alsó felébe a hangváltót (**14. ábra**), ügyelve arra, hogy ne zavarja az öt darab MBR-45 típusú reflexcső behelyezését. Ez utóbbiakat – ha kellően nem szorulnak a nyílásokban – célszerű be is ragasztani. Ezek után kössük be a hangváltóhoz a



12. ábra



13. ábra



14. ábra



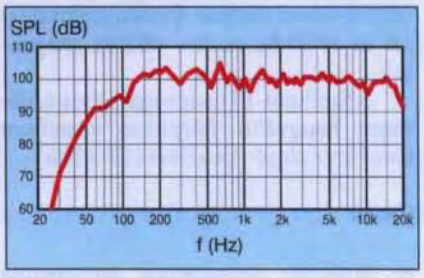
15. ábra

hangszórókat és a helyükre illesztve, csavarozzuk is be azokat az előlapra. Célszerű a dobozt sarok- és élvédőkkel ellátni, ez utóbbiakkal a hangszórókat védő rács is rögzíthető.

Ezen hangsugárzó esetében is a két darab 24 V-os, 18 W-os, (autós) szofittaizzó szerepe a nagyobb amplitúdójú magashangok távoltartása a tölcsérsugárzó nyomókamra-egységétől. Feltétlenül a megadott típusú izzókat használjuk a kívánt védőhatás elérésére!

Smilight-15

Hasonló célokra használhatjuk a Smilight-15 elnevezésű, szintén kétutas reflex kivitelű, „mosolygós" hangsugárzót is (**15. ábra**), amelynek a némileg nagyobb doboz és a nagyobb, 380 mm átmérőjű, SP-38A/300NEO típusú mélysugárzó következtében valamivel jobb a mélyhang-visszaadása. A magashangú tölcsér azonos az előbbi dobozéval. A Smilight-15 hangsugárzó 48 Hz...20 kHz frekvenciatartomány-



16. ábra

ban alkalmas kisebb térfogatok és szabad terek hangosítására.

A kiváló, 99 dB/1 W/1 m érzékenységű hangsugárzó zenei terhelhetősége max. 500 W, névleges teljesítménye pedig max. 250 W. Az egység gyári frekvenciamenetét a **16. ábrán** láthatjuk.

A doboz asztalosrajza alapján (**17. ábra**) látható, hogy a konstrukció – eltekintve a méretektől – gyakorlatilag megegyezik a Smilight-12 dobozéval, így összeállítása, szerelése is azonos azzal. A csekély kivételt a reflexcsövek eltérő típusa (MBR-75) és négyre csökkentett darabszáma jelenti. A dobozanyag kiszabatásához szükséges lapszabászati listát a **4. táblázat** tartalmazza. Alapanyagként 19 mm-es MDF vagy rétegelt lemez jöhet számításba.

4. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Oldalfalak	2	708 x 350
Tető/alaplap	2	410 x 350
Előlap/hátlap	2	410 x 670
Merevítők	2	410 x 100

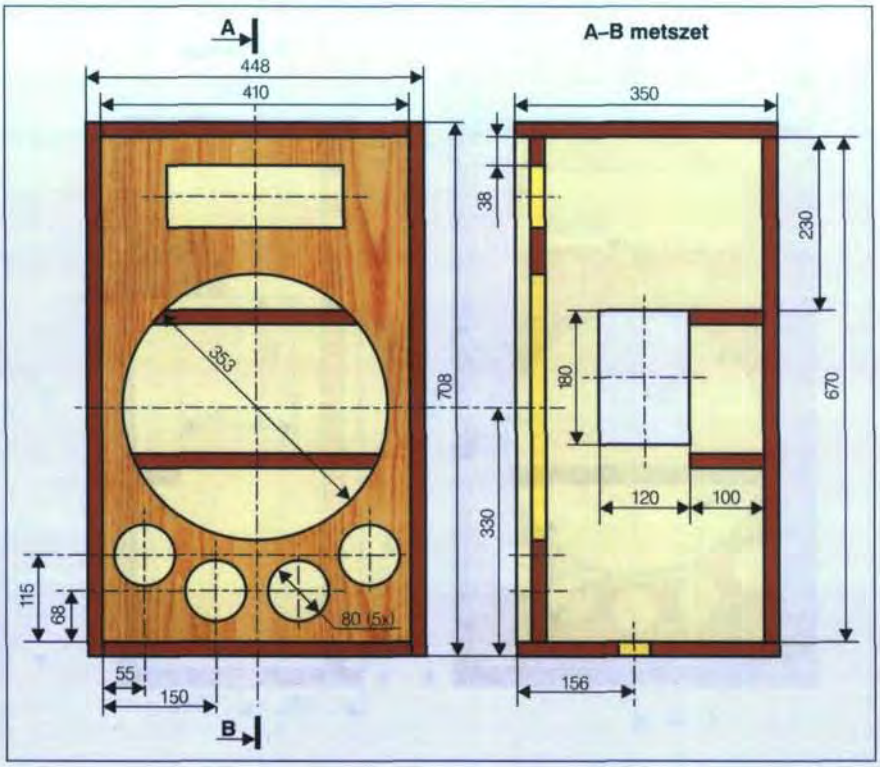
A reflexcsöveket teljes hosszúságukban kell használni. Az előlap/hangfal nyílásait, különösen csöveket befogadó nyílásokat igen nagy gonddal, pontosan vágjuk ki, mert ez a lap meglehetősen ki van könnyítve a számos nyílás által. Hibás, elcsúszott kivágások esetén nem sok lehetőségünk van a korrekcióra, és lehet, hogy a munkát előlről kell kezdenünk a labszabászatnál egy újabb előlap megrendelésével…

A hangszórók beépítése előtt kell a fél csomag MDM-40-es hullámos habszivacs csillapítóanyagot belül a tetőlapra, továbbá a hátlap felső és középső harmadára és a felső merevítőlap tetejére felragasztanunk. A ragasztás megkötése után pedig a három csomag MDM-2 vattát a hátlap felső és középső harmadánál kell rögzítenünk az MDM-40-re történő óvatos ragasztással és szükség esetén vékony szegekkel.

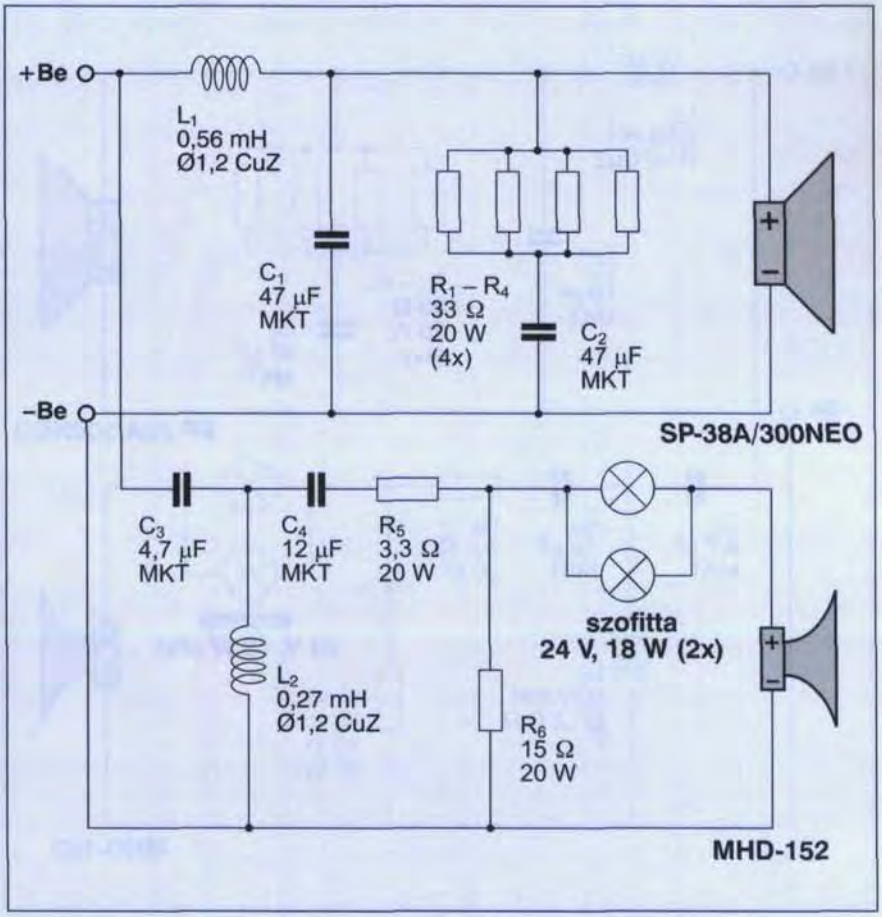
A Smilight-15 hangsugárzóhoz szükséges hangváltó felépítése jelentősen haonlít az előző típuséhoz (**18. ábra**)

Raver

A popzene mélyhangú tartománya vagy a házimozi kísérőhangjának anya-



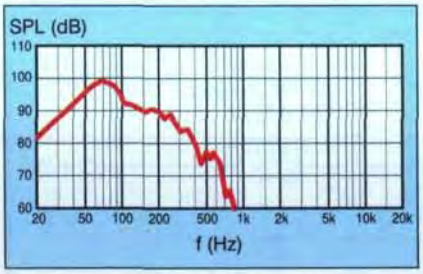
17. ábra



18. ábra



19. ábra



21. ábra

gában előforduló számos mélyeffektus meglehetősen magas igényeket támaszt a hangszórókkal és a hangsugárzókkal szemben, különösen akkor, ha valóban jelentős hangerő elérése a cél.

Amennyiben rendelkezésre áll a megfelelő – nem is csekély – hangfrekvenciás villamos teljesítmény az erősítőrendszerben, akkor a feladat olyan hangszórótípus kiválasztása, amely a várhatóan nagy teljesítményimpulzusokat határolás nélkül, kellő minőségben képes sugározni, és ezt a szolgáltatását hajlandók is vagyunk megfizetni. A hangszóróipar kínálata ebben a vonatkozásban nem túlzottan széles, voltaképp néhány olyan típus áll a rendelkezésünkre, amelyik a jelzett feladatra alkalmas. Ilyen tartósan terhelhető, akusztikai erőmű például a Monacor SPH-450TC típusú, Ø460 mm-es, nagylöketű (±12,9 mm) mélysugárzó (**19. ábra**).

Az ikertekercses (2×4 Ω-os), kétpillés felfüggesztésű lengővel szerelt, kifejezetten szub-basszus egységek számára tervezett hangszóróhoz kétféle kivitelű dobozt is bemutatunk olvasóink számára.

Nagyobb kerti partik és DJ-k számára tervezték a **20. ábra** szerinti erőteljes szub-basszus reflexládát. A doboz 35 Hz...250 Hz közötti hangfrekvenciás sávban működik, de a felső sávhatárt a Doppler-torzítások elkerülése céljából célszerű valamivel kisebb frekvenciára, lehetőség szerint 200 Hz alá korlátozni. Az átlagos érzékenység igen jó, SPL = 97 dB, a doboz zenei terhelhetősége 2×500 $W_{max.}$ vagy 1×1000 $W_{max.}$, névleges terhelhetősége 2×350 $W_{eff.}$ vagy 1×700 $W_{eff.}$, attól függően, hogy a két lengőt külön-külön erősítőről (R_H = 2×4 Ω), vagy sorbakötve, egyetlen nagy teljesítményű erősítőről (R_H = 1×8 Ω) működtetjük. A doboz gyári mérések szerinti frekvenciamenetét a **21. ábra** mutatja. Ebből megállapítható, hogy használatához okvetlenül szükség van korrekciós szűrőre, összhangban a legtöbb szub-basszus ládával.

Az igen egyszerű felépítésű reflexláda asztalosrajzát a **22. ábra** mutatja. Ennek anyaga 19 mm-es MDF vagy rétegelt lemez. A lapszabászat számára szükséges anyaglistát az **5. táblázat** tartalmazza.

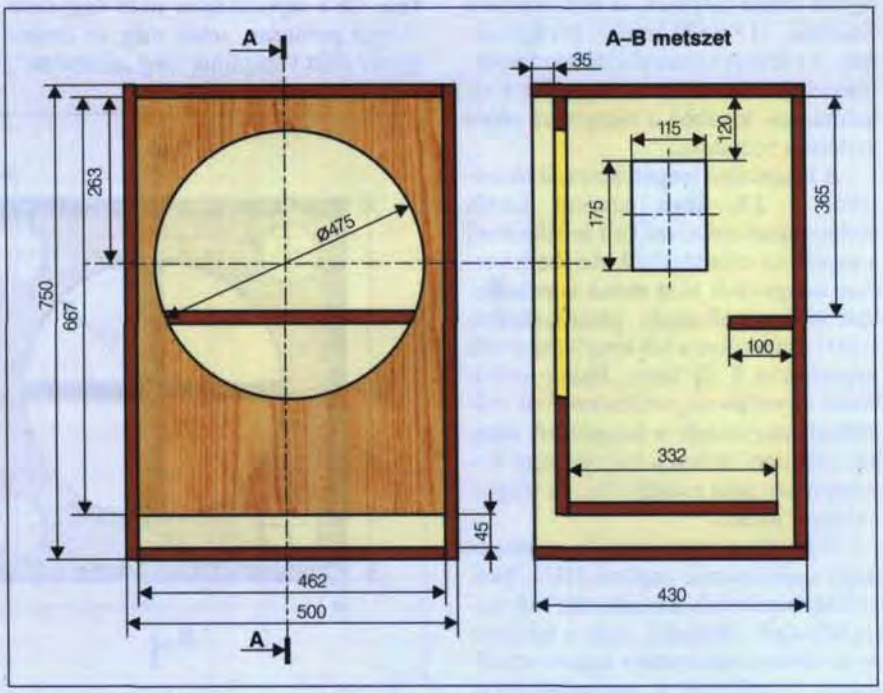
5. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Oldalfalak	2	750 x 430
Alap- és fedlap	2	462 x 430
Előlap	1	462 x 667
Hátlap	1	462 x 712
Reflexcsatorna	1	462 x 332
Merevítő	1	462 x 100

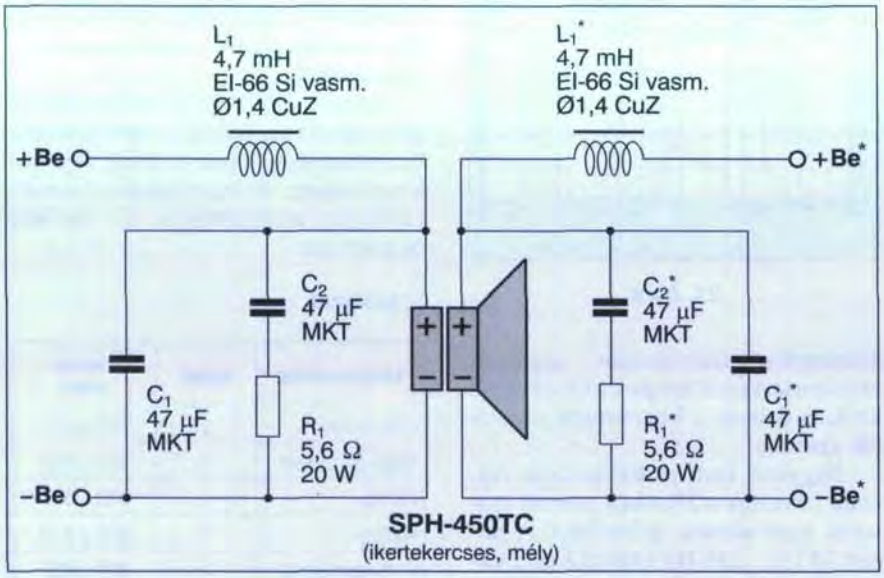
A doboz összeépítése során ne takarékoskodjunk a kereszhornyos facsavarokkal, tekintettel a dobozban fellépő nem csekény nyomásváltozásokra és az oldalakra ható hajlítóerőkre. A hangsugárzó csillapításához szükséges, összesen egy csomag MDM 40 típusjelű hullámos (tojástartómintás) habszivacs csillapítóanyag felhasználása a következő. Be kell borítanunk a hátlap felső részét (a hangszóró háta mögött), illetve a 100 mm széles merevítő tetejét. Ezeken a helyeken pár csepp ragasztó-



20. ábra



22. ábra



23. ábra

val rögzíthető a csillapítóanyag. Szintén habszivacs csillapítóanyaggal kell borítani a reflexcsatorna tetejét képező lap tetejét is (értelemszerűen a doboz belseje felé eső oldalán).

A hangszóró bekötésénél és a csatlakozóknál, de a hangszórót az erősítővel összekötő kábelezésnél is vegyük figyelembe a szokatlanul nagy teljesítményt, a hozzá tartozó jelentős áramcsúcsokat, tehát ne takarékoskodjunk a vezetékek keresztmetszetével. A doboz mérete és tömege indokolttá teszi a hordfogantyúk beépítését az asztalosrajzon jelzett helyekre, az oldallapokon létesített, 115×175 mm-es kivágásokban. Az eddigi konstrukciókhoz hasonlóan célszerű a sarok- és élvasalatok alkalmazása, továbbá a hangszóró előtti védőrács beépítése.

A hangszóró lengőtekercseit okvetlenül a **23. ábra** szerinti kettős aluláteresztő szűrővel kell leválasztani a meghajtó erősítő(k)ről. Az ikertekercses hangszórót akár monó kapcsolásban is használhatjuk, polaritáshelyesen(!) sorbakötve a két lengőt (az eredő impedancia 8 Ω lesz). Ekkor mindössze egyetlen nagyteljesítményű erősítővel megússzuk a hangszóró meghajtását, ami ebben a teljesítmény-tartományban nem csekély összeg megtakarítását jelenti.

A **24. ábra** asztalosrajzán az ismertetett szub-basszus sugárzó HIFI, illetve házimozi célokra konstruált változatát láthatjuk. Jellemző, hogy a felépítése az előbbi változathoz képest erőteljesebb, zömökebb, a vastagabb falak miatt sajátrezonanciára kevésbé hajlamos, viszont a szállítása valamivel komplikáltabb a doboz közel kockatest alakja és nagyobb tömege folytán.

A faanyag 25 mm-es MDF, a lapszabászat számára szükséges anyaglistát a **6. táblázat** tartalmazza.

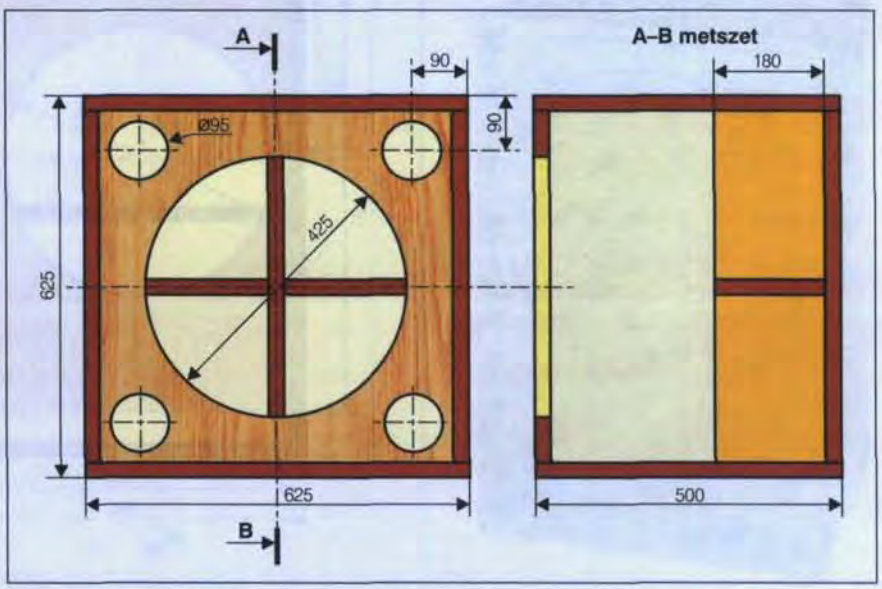
A közel kockatest alakú doboz összeépítése a barkácsolásban jártasak számára nem jelenthet problémát, de egy ügyes kezű asztalos is könnydén megbirkózik a nem nehéz feladattal. A hátlap keresztmerevítője három darab lemez beragasztása után alakul ki. Ezek szorulni vagy lötyögni fognak a helyükön, ha a lapszabászat nem dolgozott eléggé pontosan, tehát még az összeépítés előtt vizsgáljuk meg „szárazon", hogy nincs-e valami probléma a beépíthetőséggel. A dobozhoz szükséges (4 darab) műanyag reflexcső típusa MBR-85, és teljes hosszúságukban kell ezeket használni.

6. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Előlap/hátlap	2	575 x 575
Tetőlap/alaplap	2	625 x 500
Oldallap	2	575 x 500
Merevítő	1	575 x 180
Merevítő	2	275 x 180

HIFI-hangsugárzók

A hangsugárzókat kísérletezve építők örökös problémája – akár számolnak vele előre, akár nem – a megvásárolt hangszórók egymáshoz történő illesztése. A kínálatban található ilyen vagy olyan gyártmányú, a hamisított, a messziről jött, utángyártott vagy a híres Noname cég kiváló No Quality típusai, a kisebb és nagyobb, extra kivitelű és még tetszetősebb típusok között nehéz a választás, nem is említve az anyagiakat. Egy jól sikerült, költséges bevásárlás és némi fúrás-faragás után hamarosan lehet keseregni a kapott eredmény hallatán. Akusztikailag semmi nem illeszkedik semmihez, a hangsugárzó jószerével rikácsol, de nincs igazi mély sem, csak hordóhang, a magasak helyett csak csörömpölés, zizegés és sziszegés van, a frekvenciamenetben több



24. ábra

a lépcső, mint egy toronyházban, egyszóval úgy rossz az egész, ahogy van. Ilyenkor lehet azon töprengeni, hogy talán nem egy találomra kiválasztott szépségesen szép bóvlit, kacatot, „kamionról útközben leesett" terméket kellett volna megvásárolnia, amelynek a gyártója már tavaly, tavaly előtt megszűnt, köddé vált, hanem valamely nevesebb, évek óta – és még valószínűleg jövőre is – a piacon levő cég elfogadható árszínvonalú, bizalmat keltő készletében kellett volna gondolkodni. Lehet, hogy a cég készletéből kiválasztott termék nem tartozik a High End kategóriába, de a minősége ismerhető, számonkérhető a katalógus alapján, az ára pedig mindenképpen a minőséggel arányos. Nem kell arra számítanunk, hogy az árucikk kifizetése, átvétele után a kereskedő a lábait a nyaka közé kapva elszalad, eltűnik, felszívódik a zugpiacon, de legalább is eskü alatt vallja, tanúkkal is bizonyítja, hogy minket sohasem látott és hangszórót soha nem is árult.

A következőkben néhány, az olvasók érdeklődésére számot tartó HIFI hangsugárzó-típust mutatunk be a Monacor cég speciális ajánlásai alapján. Ezek esetében biztosak lehetünk abban, hogy a dobozok működése korrekt, a beépített hangszórók kiválasztása frekvenciamenetben, teljesítményben, érzékenységben stb. egymáshoz illően történt, tehát a gyári ajánlások, tervek alapján, a cég hangszóróival megépített hangsugárzók működése megfelelő, a befektetett költséggel és munkával arányos lesz. Miután a várható munka és a várható költségek még a beszerzés előtt ismertek, illetve felmérhetők, nem zsákbamacskát veszünk, hanem korrekt, ismert, megbízható paraméterű termékeket. Mindezek alapján eldönthető, hogy a fentieket megfontolva a zugpiacon, kéz alatt, olcsón vásárolunk egyszerhasználatos, eldobható, ismeretlen gagyit, vagy korrekt termékek után nézünk.

Pro Domo

A **25. ábrán** látható, 3 és 1/2 utas, D'Appolito-elrendezésű, karcsú, tetszetős, elegáns kivitelű mélyreflex doboz kiváló paraméterekkel rendelkező HIFI hangsugárzó. Névleges impedanciája 4 ohm, üzemi frekvenciatartománya 33 Hz...19,5 kHz, átlagos érzékenysége SPL = 89 dB/2,83 V/1 m (ez eléggé mérsékelt érték), zenei terhelhetősége 300 $W_{max.}$, névleges terhelhetősége 150 W_{eff}. A hangsugárzó gyárilag mért frekvenciamenetét a **26. ábra** mutatja.



25. ábra

Felépítése (**27. ábra**, asztalosrajz) kissé szokatlan és egyúttal igen érdekes is. A működést illetően lényegében két részre bontható. A karcsú, oszlopszerű doboz felső részében egy elkülönített kisebb kamrában helyezkedik el a DT-300 típusú magassugárzó dóm és a két kis átmérőjű, SPH-100AL típusú, alumíniummembrános középsugárzó, D'Appolito elrendezésben. A mindössze néhány literes, kis zárt doboz működése a három hangszóróval ismert alapokon nyugszik, és belátható, hogy a kis doboztérfogat, a kis hangszóróátmérők és a váltószűrő adottságai folytán a mélyátvitele természetszerűleg eléggé korlátozozott.

A negyedik, az SPH-250CTC típusú, ikerlengős, max. 2×150 W-os, HIFI szub-basszus hangszóró a doboz alsó részében, egy reflexdobozban helyezkedik el, a nagy átmérő miatt *oldalsó beépítéssel*. A toronyszerű, karcsú doboz méretei ugyanis lehetővé tették, hogy annak alsó részében eléggé jelentős hasznos térfogatú reflexsugárzót alakítsanak ki. Ennek mélyhang-átvitele kétféle módon is és jelentős mértékben támogatja, kiegészíti a felső kis dobozrész szűkös lehetőségeit. Ezt az oldalsó beépítésű mélysugárzót súlylyesztve, egy külön kis kiegészítő, belső hangfal-rész hordozza. Az MBR-85 típusú reflexcsövet pedig az előlap felől kell beépíteni.

Amennyiben az ikerlengős HIFI szub-basszus hangszórónak csak az egyik lengőtekercsét vonnánk be a mélyhangok sugárzásába, akkor egy szabályos háromutas rendszerrel van dolgunk. Ha viszont a második tekercselést is alkalmas szűrőáramkörön keresztül párhuzamosan kötjük a teljes rendszerrel, akkor jelentős mélyhangtöbbletet kapunk ott, ahol az első lengő által képviselt akusztikai jel már csökkenni kezd (3 és 1/2 utas rendszer).

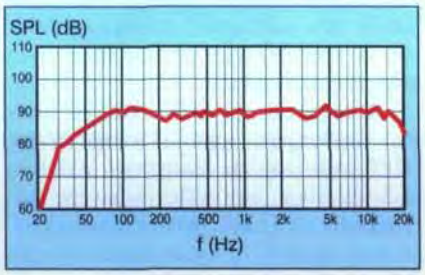
Ha viszont külön szub-basszus erősítőről hajtjuk meg ezt a tekercsrészt, akkor a mélyhangok szintjét és alsó frekvenciahatárát – a hangsugárzó doboz lehetőségein belül – jelentősen módosíthatjuk is.

A jelzett megoldásnak köszönhető, hogy a nem túlságosan nagy térfogatú doboz alsó frekvenciahatára alapesetben is igen kedvező, 33 Hz.

7. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Oldalfalak	2	350 x 1100
Hátlap	1	197 x 1100
Előlap	1	197 x 1069
Alaplap	1	197 x 331
Tetőlap	1	197 x 312
Belső doboz	2	197 x 312
Reflexcsatorna	1	197 x 180

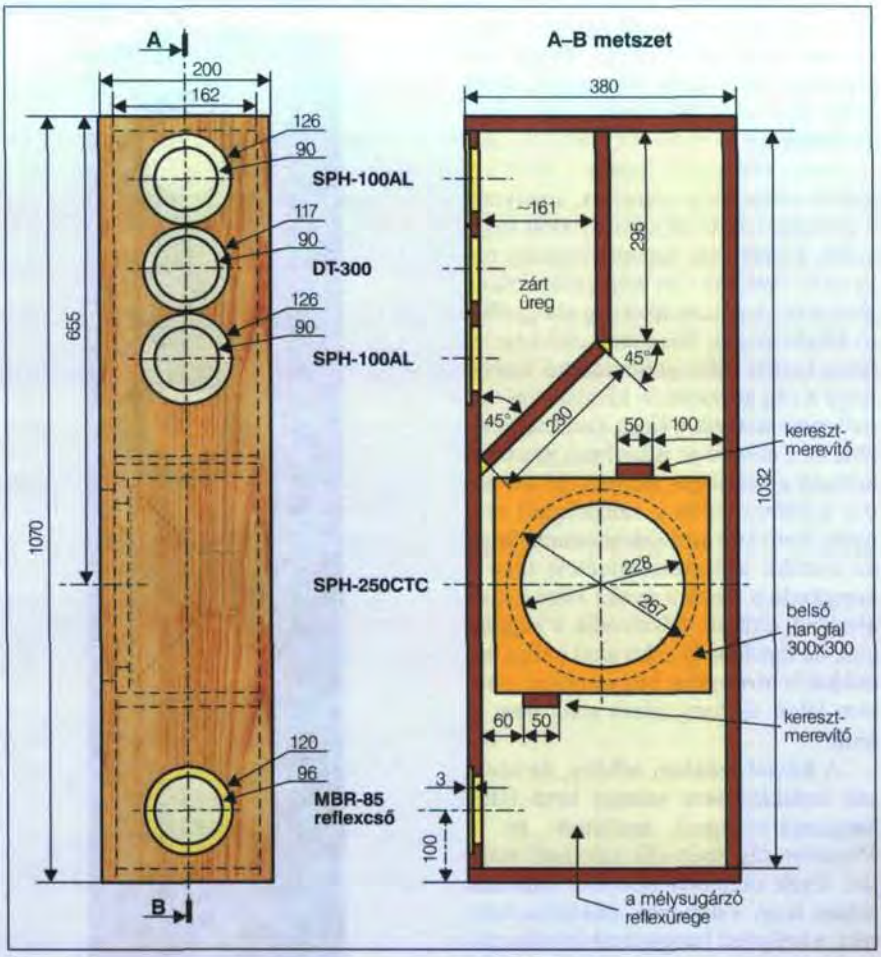
A lapszabászat számára szükséges anyaglistát a **7. táblázat** tartalmazza azzal a megjegyzéssel, hogy még a megrendelés előtt döntsük el az előlap



26. ábra

asztalos-konstrukcióját, annak házilagos lehetőségeit. A némileg problémás helyzetet az okozza, hogy a három felső hangszórót az előlapba kell besüllyeszteni. Nincs gond, ha az „A" terv szerint rendelkezésünkre áll olyan asztalos-marógép, ami a kívánatos süllyesztéket elkészíti. A többségnek azonban ilyen gépi művelet megrendelésére, elvégeztetésére nincs módja, és ekkor lép életbe a „B" terv, ami mindig a barkácsmegoldást jelenti. Esetünkben a megoldás a kétrétegű előlap, azaz lesz egy vékonyabb és egy vastagabb előlapunk. A vatagabb előlap készülhet 19 mm-es MDF-ből vagy rétegelt lemezből, a vékonyabb pedig kellő vastagságú, esetünkben legalább 6 mm-es pozdorjából vagy rétegelt lemezből. A vastagabb előlapon, vagyis a tulajdonképpeni hangfalon a rajzon jelzett kisebbik átmérőjű kivágásokat kell elkészítenünk. A süllyesztés abból adódik, hogy erre a lapra ráragasztjuk a vékonyabbik, pl. pozdorja anyagú, a nagyobbik átmérőjű nyílásokat tartalmazó lapot. A konstrukció lényege az asztalosrajzon, továbbá a **28. ábrán** látható, ez utóbbin az előző ábrából hiányzó méretetek feltüntetése mellett. Az egész művelet kellemetlensége egyrészt a külön, minden más ragasztást megelőző többlet-ragasztási műveletből, továbbá a két lapon a 2×4 darab, kör alakú, szép, koncentrikus nyílás elkészítéséből adódik. A kör alakú nyílások kivágását nagyban megkönnyíti a körkiszúrónak nevezett, fúrógépbe befogható szerszám, amely akár barkács kivitelben is beszerezhető, elfogadható áron. Ahhoz, hogy a kész munka tetszetős is legyen, igen nagy türelem és némi kézügyesség is szükséges.

Ha a lyukak elkészültek (és szépek is), a két lapot pontosan illesztve össze kell ragasztanunk. Hasonló, kör alakú, koncentrikus nyílás készítési műveletre kerül sor az oldallapba beépített szubbasszus sugárzó számára kialakított kis belső hangfal-résznél is. Ez a süllyesztés-készítést pótló, eléggé gondos mun-

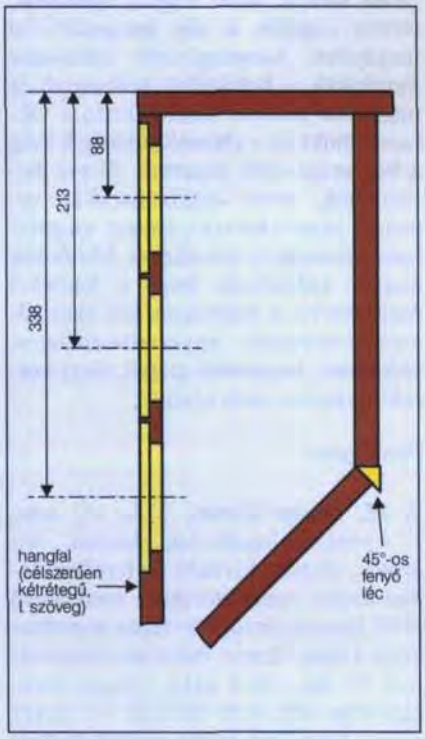


27. ábra

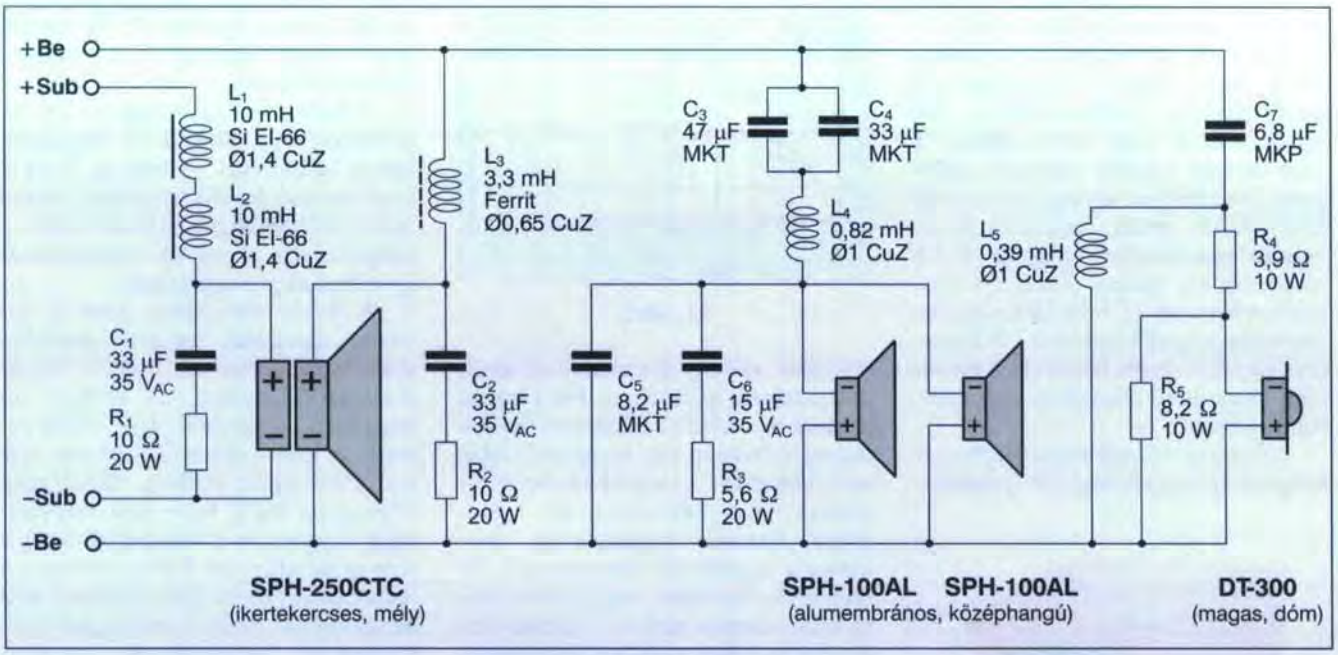
kát igénylő két művelet természetesen legalább egy nappal megelőzi a komplett doboz összeragasztását.

Az előlap és az oldallap száradása, kötése után következhet a doboz összeállítása, célszerűen a doboz bal oldallapjára ragasztva a hangfalat, a tető- és alaplapot és a hátlapot. Ha eddig eljutottunk, célszerű a doboz alját és tetejét óvatosan összeszorítani, hogy a további műveletek során darabokra ne hulljon. Ezek után építsük be a felső zárt üreg határoló lapjait, ahol a 45°-os élek nehézkes elkészítését, gyalulgatását megtakaríthatjuk 45°-os (fenyő) profillécek alkalmazásával, ahogy ez a rajzon is látható. A két belső merevítőléc elhelyezkedésére támpontot ad a szub-basszus sugárzó belső hangfalának helyzete. Ezeket is beragasztva felhelyezhető, felragasztható a jobb oldallap is, majd óvatosan összeszorítva a dobozt végezzük el a lapok facsavaros rögzítését.

Az előlap függőleges éleit óvatosan munkáljuk le 45°-ban. Ezt legcélszerűbben asztalos munkagépen, vagy



28. ábra



29. ábra

elektromos kézi gyaluval tudjuk elvégetni. A művelet nagy mértékben meghatározza dobozunk küllemét. A kialakuló felület szélessége ne legyen több 12–12 mm-nél. Ezek után következhet a doboz kikészítése, amelynek módozatai teljesen egyéniek lehetnek (festés, lakkozás, tapétázás stb.)

Száradás, kötés után készítsük el a hátlapon a csatlakozók furatát, majd építsük be a váltószűrőt a doboz alsó részébe. A felső, zárt üregbe kis és utóbb szilikonpasztával tömített nyílásokon vezessük át a csatlakozó (és egyértelmű jelzésekkel ellátott) huzalokat. Töltsük meg lazán a kis zárt üreget 2 csomag MDM-40 típusú csillapítóanyaggal (vattával) és építsük be a hangszórókat. A szub-basszus hangszóró becsavarozása után a reflexüreg felső részében, illetve a hangszóró fölött is helyezzünk el egy csomag csillapítóvattát. Ezen felül a reflexüregben még 3 csomag MDM-40 hullámos („tojástartó") felületű habszivacs lapot hajlítsunk kettőbe, ék alakúra és a hangszóró háta mögé csúsztatva azt, néhány pötty ragasztóval rögzítve azt, majd utolsó lépésként építsük/ragasszuk be az MBR-85 típusú műanyag reflexcsövet a helyére.

Itt kell megjegyeznünk, hogy a hangszóró elhelyezése egyes lakberendezési megoldásoknál látszólag gondot okozhat, mert a szub-basszus sugárzó oldalra dolgozik. Ez kellő oldaltávolság mellett nem okozhat gondot. (Sztereó hangszórópár esetén természetesen szimmetrikus kivitelű dobozokat kell készíteni, azaz egy jobbost és egy balost.)

A hangsugárzóhoz tervezett hangváltó kapcsolási rajzát a **29. ábra** mutatja. A hangdoboznak értelemszerűen négy kivezetése van, vagyis a mélysugárzó második lengőtekercs-része akár parallel köthető a többi hangszóróval, akár pedig külön szub-basszus erősítőről hajtható meg.

Mercury

Abban az esetben, amikor eleve rendelkezésünkre áll egy szub-basszus erősítő, de a lakószoba adottságai nem teszik lehetővé a terebélyes külön szub-basszus láda alkalmazását, akkor más megoldást kell keresnünk. Az olyasféle karcsú dobozok, mint például a Pro Domo, könnyen elhelyezhetők egy kisebb lakószobában is, de ennél a típusnál – az oldalra néző hangszórók miatt – egyes esetekben a hangsugárzó és a bútorzat összehangolása kissé nehézkes lehet. Jelen esetben viszont egy olyan konstrukcióval állunk szemben, amelyet eleve felkészítettek a külön szub-basszus erősítő használatára és nem adódik elhelyezési probléma sem. Így egy 3 1/2 utas hangsugárzó áll rendelkezésünkre, két külön térfogatú, de alkalmasan egybeépített doboz formájában: a Mercury valójában egy zárt dobozos szélessávú és egy reflexdobozos szub-basszus egységet foglal magában (**30. ábra**).

A hangsugárzó 4 Ω-os kivitelű, frekvenciatartománya 35 Hz…20 kHz. Átlagos hangnyomása lehetne kedvezőbb is, SPL = 87 dB/2,83 V/1 m, zenei teljesítménye 200 $W_{max.}$, névleges teljesítménye 120 W_{eff}. A hangszóró gyári frekvenciamenete a **31. ábrán** látható. A Mercury külső megjelenésében erősen hasonlít a Pro Domo típushoz azzal a különbséggel, hogy ennek nincs oldalra sugárzó hangszórója. A hangsugárzó asztalosrajzát a **32. ábra** mutatja, míg a lapszabászat számára szükséges anyaglistát a **8. táblázat** tartalmazza.

8. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Oldalfalak	2	350 x 1100
Hátlap	1	197 x 1100
Előlap	1	197 x 1069
Alaplap	1	197 x 331
Tetőlap	1	197 x 312
Belső doboz	2	197 x 312
Reflexcsatorna	1	197 x 180

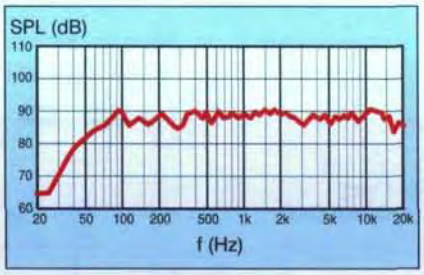
Az asztalosrajzon megfigyelhető, hogy a doboz belsejében három független térfogat alakul ki az összeépítés során. A legfelső, nagy zárt üreg tartalmazza az SPH-170AL típusú alukónuszos mély-, illetve a DT-254 típusú magassugárzó (dóm) hangszórót. Ehhez csatlakozik a középső, kis méretű, szintén

zárt üreg, amelyben az SPH-130AL típusú, szintén alumembrános középsugárzó foglal helyet. Az oszlopszerű konstrukció alsó felében található, alul réssel ellátott nagy üreg alkotja a szub-basszus sugárzó rezonáns térfogatát. Esetünkben ugyanis a második SPH-170AL típusú hangszóró szub-basszus szerepkörben dolgozik. Ezt a hangszóró kis méretei ellenére meglehetősen alacsony (f_s = 39 Hz) rezonanciapontja és egyéb kedvező T/S konstrukciós adatai teszik lehetővé. A három üreg nincs belső akusztikai kapcsolatban egymással.

A kemény alu-kónuszos High-tech hangszórók a gyártó legjobb típusai közül valók, és nagy dinamikájú műsorok lesugárzására képesek. A felső három hangszóró a felső és a középső zárt dobozzal voltaképp egy komplett, széles sávú akusztikai egységet képvisel és alkalmas a hangfrekvenciás sáv legnagyobb részének visszaadására, eltekintve a legmélyebb tartománytól. Ez utóbbi visszaadására – egy külön erősítő közbeiktatása mellett – az alsó reflexüregbe épített szub-basszus sugárzó szolgál, amely egészen 35 Hz legalsó frekvenciáig terjeszti ki a Mercury frekvenciahatárát.

A fenti megoldás voltaképp fél-aktív sugárzóvá alakítja a Mercuryt, amely lehetőséget ad arra is, hogy a szub-basszus erősítő szintszabályozása útján – a lehetőségek határain belül – a hallgatási tér akusztikai viszonyaihoz igazíthassuk a hangsugárzót.

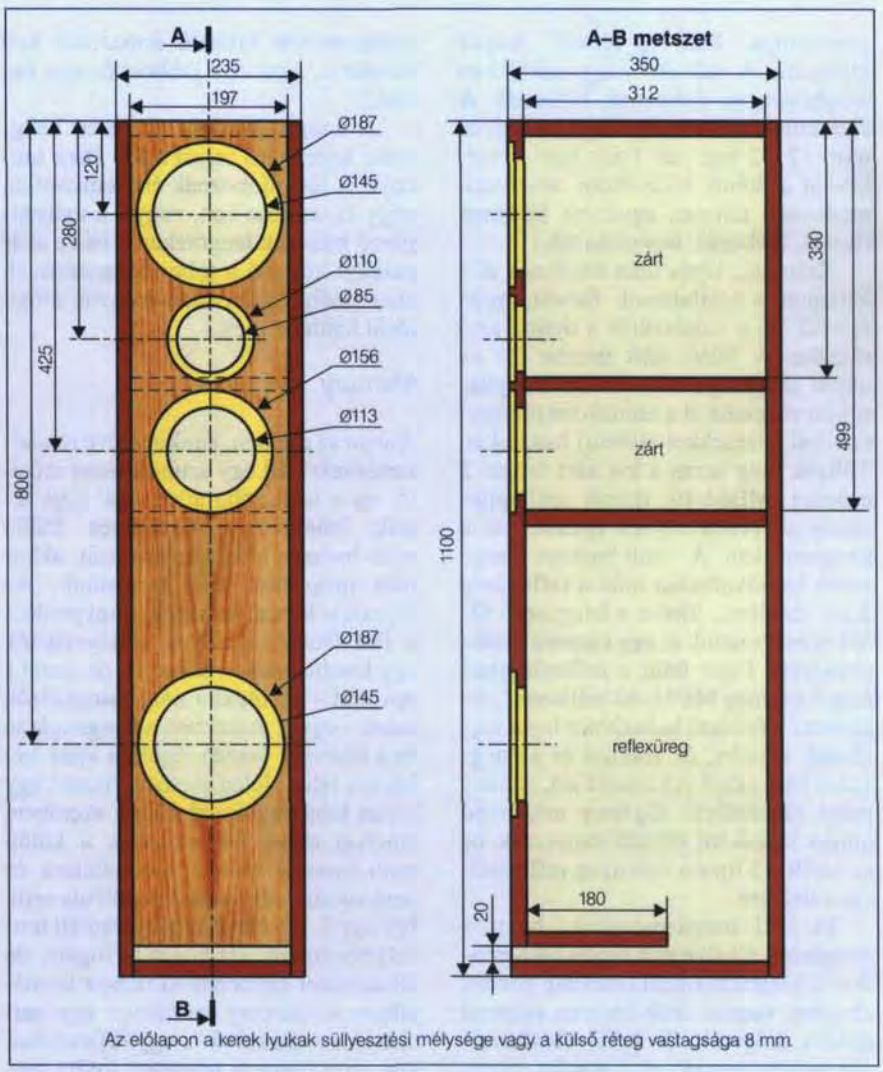
A doboz elkészítése során a Pro Domo dobozánál tapasztal nehézségekkel találkozhatunk, vagyis faipari marógép hiányában az előlapot (a hangfalat) kétrétegűre kell elkészítenünk. A jelen esetben is a 19 mm vastag, előkészített (kifúrt), illesztésileg ellenőrzött MDF lapra kell ragasztanunk egy szintén előkészített (kifúrt), 6 mm-es farostlemezt. Ezen a két lapon a hangszórók furatait igen gondosan kell berajzolnunk, majd kézzel/géppel (körkiszúróval) kimunkálnunk, egyrészt,



31. ábra

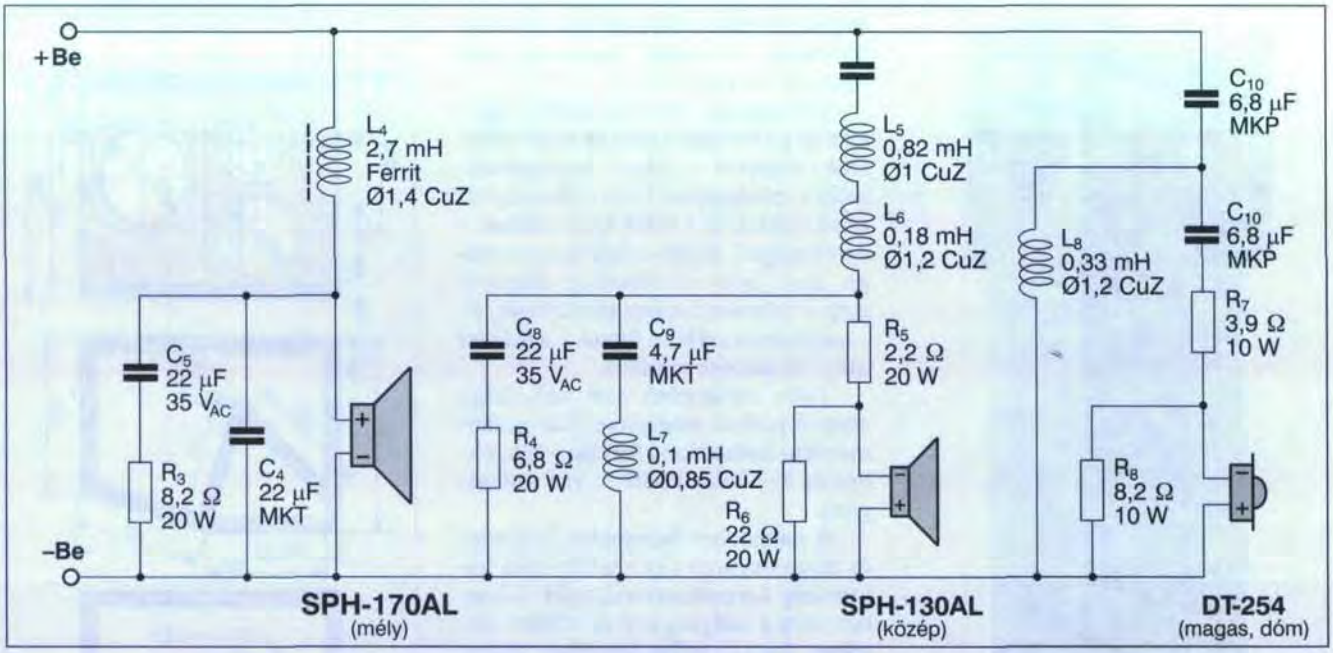


30. ábra



Az előlapon a kerek lyukak süllyesztési mélysége vagy a külső réteg vastagsága 8 mm.

32. ábra

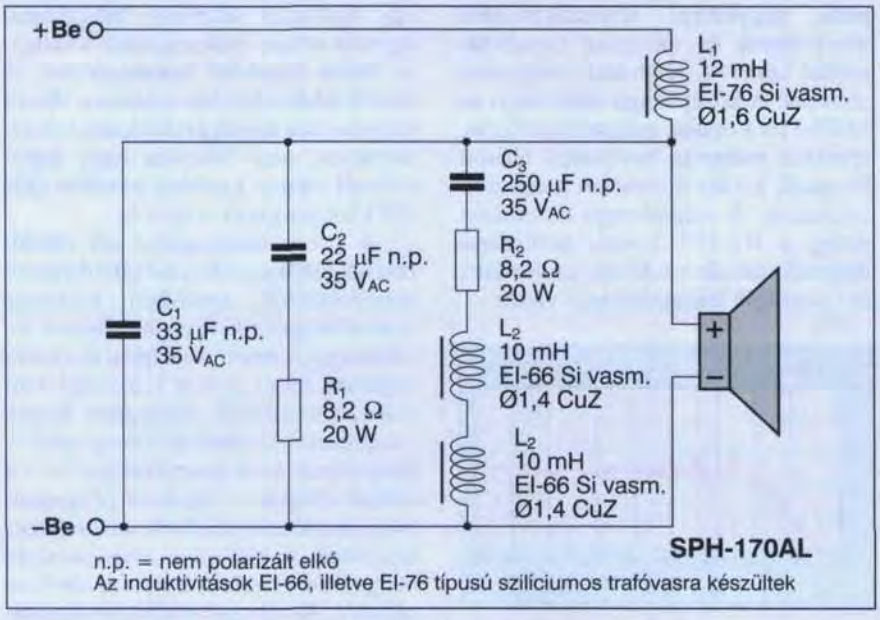


33. ábra

hogy a hangszórók egyáltalán gond nélkül beépíthetők legyenek, továbbá, hogy a készülő doboz tetszetős is legyen.

A doboz összeépítése az előző típusokéhoz hasonlóan történhet. Az egyik oldallapra berajzolt tájékoztató sablon szerint felrakjuk a ragasztózott élű alap- és fedlapot, az elő- és hátlapot, a középsugárzó dobozának alsó és felső határoló lapját, továbbá a reflexcsatornát kialakító lapot, majd mindezekre a másik oldallapot. Összeszorítás után az egyes lapokat keresztélű facsavarokkal is érdemes rögzítenünk egymáshoz. Egy napi száradás/kötés után alakítsuk ki az előlap 45°-os letörését. Ezen művelet után következhet a doboz kívánság szerinti kikészítése festéssel, tapétázással stb.

Építsük be a reflexdobozba a hangszóró-csatlakozókat (ebből most négy darab is van) és a két hangváltót, majd az elegendő hosszúságúra hagyott bekötő huzalozást vigyük el a hangszórókig, és ezek után tömítsük a huzalok átvezetésére szolgáló lyukakat a középső üreg tetején és alján.



34. ábra

Borítsuk be az alsó üreg oldalfalait az MDM-3 típusú, 3,5 cm vastag , félbehajtott vattapalannal, majd töltsük meg lazán a felső és a középső kamrát az MDM-60 típusú, hullámos („tojástartó") felületű műanyag habbal. Ezek után a megadott polaritások szerint a csatlakozó vezetékeket forrasszuk be a hangszórókra, és csavarozással rögzítsük azokat a nyílásaikban.

A hangsugárzó két darab hangváltóval rendelkezik A felső hangszórócsoportot egy háromutas szűrőáramkörön keresztül (**33. ábra**) táplálhatjuk erősítőnkről, míg az alsó reflexüregbe épített hangszóró esetében – feltételezve egy külön szub-basszus erősítő létezését – mindössze egy felülvágó szűrő (**34. ábra**) gondoskodik a magasabb hangok távoltartásáról.

Thesis

Kisebb házi hang- és videostúdió létesítésekor gyakori problémát jelent a megfelelő *közeltéri hangmonitor* beszerzése. A készülő műsor hanganyagát többnyire ugyanis az igencsak szűkre méretezett technikai helyiségben kell ellenőrizni, lehallgatni, ahol nem mindig van elegendő hely és mód a kellő akusztikai környezet gondos kialakítására, a szokásos méretű, azaz gyakorta negyed- vagy félköbméteres, jó minőségű hangsugárzók felállítására. Elfogadható engedményekkel, „füles" nélkül is megkerülhető a probléma akkor, ha kis méretű, speciális konst-



35. ábra

rukciójú, ún. közeltéri monitort alkalmazunk. Ez olyan hangsugárzó, amelynek tervezése során az akusztikai tulajdonságokat/illesztéseket kifejezetten a közeli hallgatásra optimalizálták. Ilyen közeltéri monitor célra – és akár HIFI-célokra is – használható, tetszetős és alkalmas kialakítású hangsugárzó a Thesis (**35. ábra**).

Amennyiben HIFI-berendezésünk létesítése során – a kis lakószoba-méretek, valamint a rendelkezésre álló szűkös költségkeret miatt – erre az olcsón megépíthető típusra esett a választásunk, gondoljunk arra, hogy ezt a hangsugárzót *valóban közeltéri célokra* tervezték. Ez azt jelenti, hogy esetünkben a fülünk és a hangsugárzó közötti hallgatási távolságnak 2 méteren belül kell lennie!

Ha nem vagyunk elégedettek a mélyebb hangfrekvenciák visszaadásával, akkor használhatunk szub-basszus sugárzót is, de egy túl kicsi, gyakorta szinte fülkényi technikai helyiségben aligha észlelünk lényeges változást (a zsúfoltság növekedésén kívül...). A Thesis használata során a szub-basszus sugárzó frekvenciamenetének felső tartományát feltétlenül korlátozni kell max. 60–80 Hz körül.

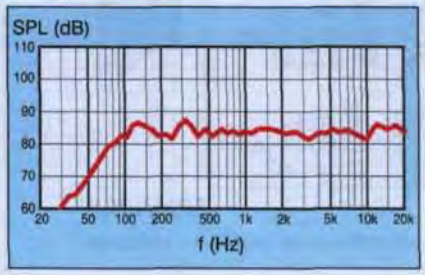
Dobozának tervezése során igyekeztek a szokásos külső és belső reflexiók mértékét a lehető legminimálisabbra csökkenteni. Ezt a célt szolgálja az oldalfalak és a belső üreg falainak a derékszögtől eltérő szögű beépítettsége. Igaz, hogy ez látszólag alaposan meg is nehezíti a doboz elkészítését, de – majd amint ezt látni fogjuk – a helyzet mégsem ennyire tragikus.

Talán említenünk sem kell, hogy sztereó párban megépítve – az aszimmetrikus konstrukció folytán – egy jobbos és egy balos kivitelre van szükségünk.

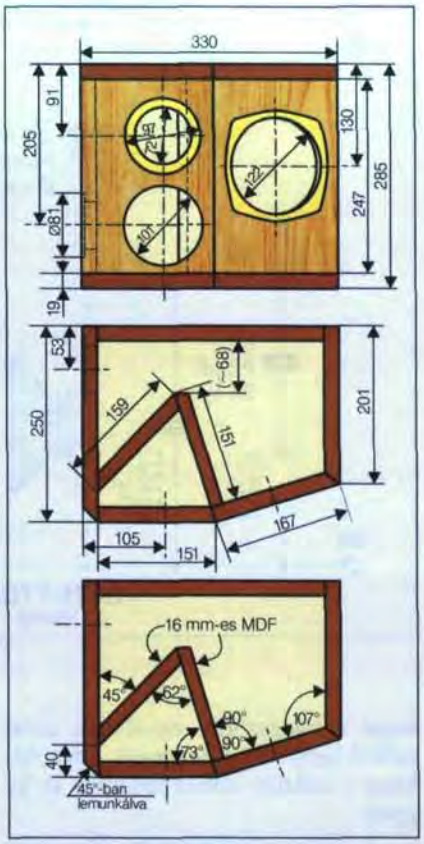
A hangdoboz háromutas, a közép- és magassugárzó egy szabálytalan háromszög keresztmetszetű, zárt dobozban, míg a mélysugárzó az előbbit magában foglaló reflexdobozban dolgozik. A mélysugárzó reflexcsöve a bal oldallap alsó részére került, amint ez a fotó alapján megfigyelhető. A háromutas rendszer – a gondosan megválasztott keresztezési frekvenciák mellett – minimális modulációs jellegű (Doppler-) torzítást eredményez a csekély hangszóróátmérők ellenére is. Névleges impedanciája 4 Ω, átviteli frekvenciatartománya 45 Hz...20 kHz.

A doboz átlagos hangnyomásszintje SPL = 84 dB/2,83 V_{eff}/1 m, ami erősen közepes értéknek tekinthető. Zenei terhelhetősége 100 $W_{max.}$, névleges terhelhetősége 60 W_{eff}. A doboz gyári frekvenciamenetét a **36. ábra** mutatja.

Mélysugárzóként az SPH-135C típusú, nagylöketű, szénszálerősítésű membránnal és műanyag membránszéllel készített, High-tech hangszóró szerepel. A középhangú tartományt az MSH-116/4 típusú, csúcstechnológiás, speciális csillapító bevonattal ellátott kónuszú, kiváló linearitású hangszóró sugározza. A magashangú tartományt pedig a DT-107 típusú, textilalapú dómmal rendelkező, kiváló csillapítású és linearitású hangszóró adja vissza.



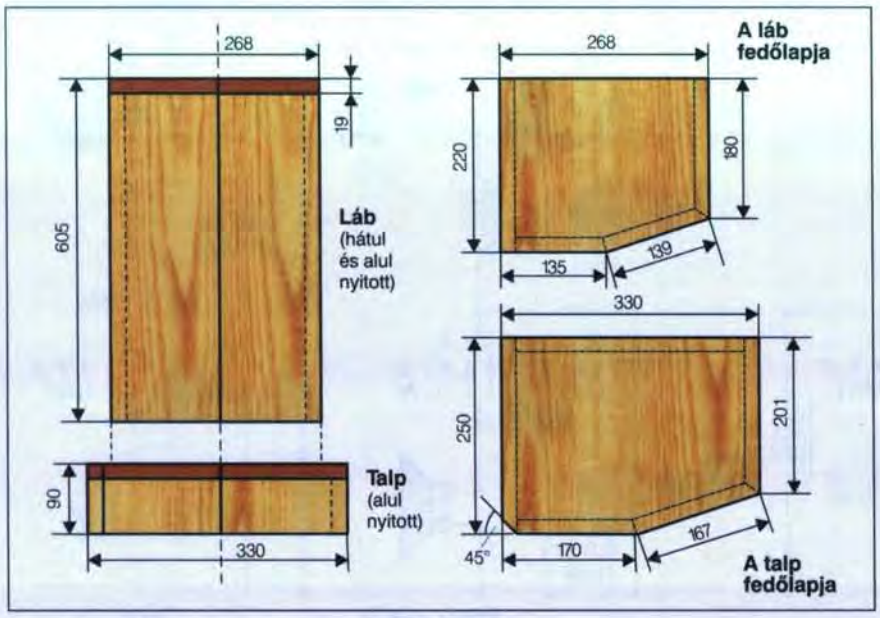
36. ábra



37. ábra

A műszaki adatokból látható, hogy – eltekintve a speciális tulajdonságoktól – nem kifejezetten nagy terek hangosítására szolgáló, mérsékelt hatásfokú, nem túl jelentős hangerőt produkáló típusról van szó, ami egyébként összhangban is van az alkalmazás jellegével. Egy kis műszaki helyiségben, egy tipikusan közeltéri hallgatásnál ugyanis semmi szükség nincs a hallgató fülébe bömbölő hangsugárzóra. A kisebb lakószobákban szokásos, illetve kényszerűen adódó kis hallgatási távolságokban, nem túlzottan nagy hangerőknél viszont kiválóan beválhat akár HIFI hangsugárzó céljára is.

A Thesis hangsugárzó két alkotórészből áll: magából a tulajdonképpeni hangdobozból, amelyben kizárólag csak a hangszórók foglalnak helyet, továbbá egy dobozszerű talppal és az arra rögzített, hátul nyitott lábrésszel rendelkező, kombinált állványból. Ennek a talprészébe építhető be a hangváltó. A hangszórók és a hangváltó között – a lábban elrejtett – bontható (dugaszolható) huzalozás található, az esetleges kísérletek, a különféle aktív/paszszív hangváltók és erősítők stb. kipróbálása céljából. Az állvány egyébként akusztikailag nem része a hangsugárzónak,



38. ábra



39. ábra

más formában, kivitelben is elkészíthető vagy akár el is hagyható, noha ekkor a hangváltó máshol történő elhelyezéséről gondoskodnunk kell.

A hangdoboz asztalosrajza a **37. ábrán** látható, míg a lapszabászat számára szükséges anyaglistát a **9. táblázat** tartalmazza. A doboz és az állvány anyaga 19 mm-es MDF, a dobozban rejtett belső üreg két oldalfala pedig vékonyabb, 16 mm-es MDF-ből készül. A táblázat a bruttó, azaz a ferde szögben történő *lemunkálás előtti* méreteket tartalmazza, vagyis a jelzett méretű anyagból a végleges munkadarab – gondos munkával – elkészíthető.

9. táblázat

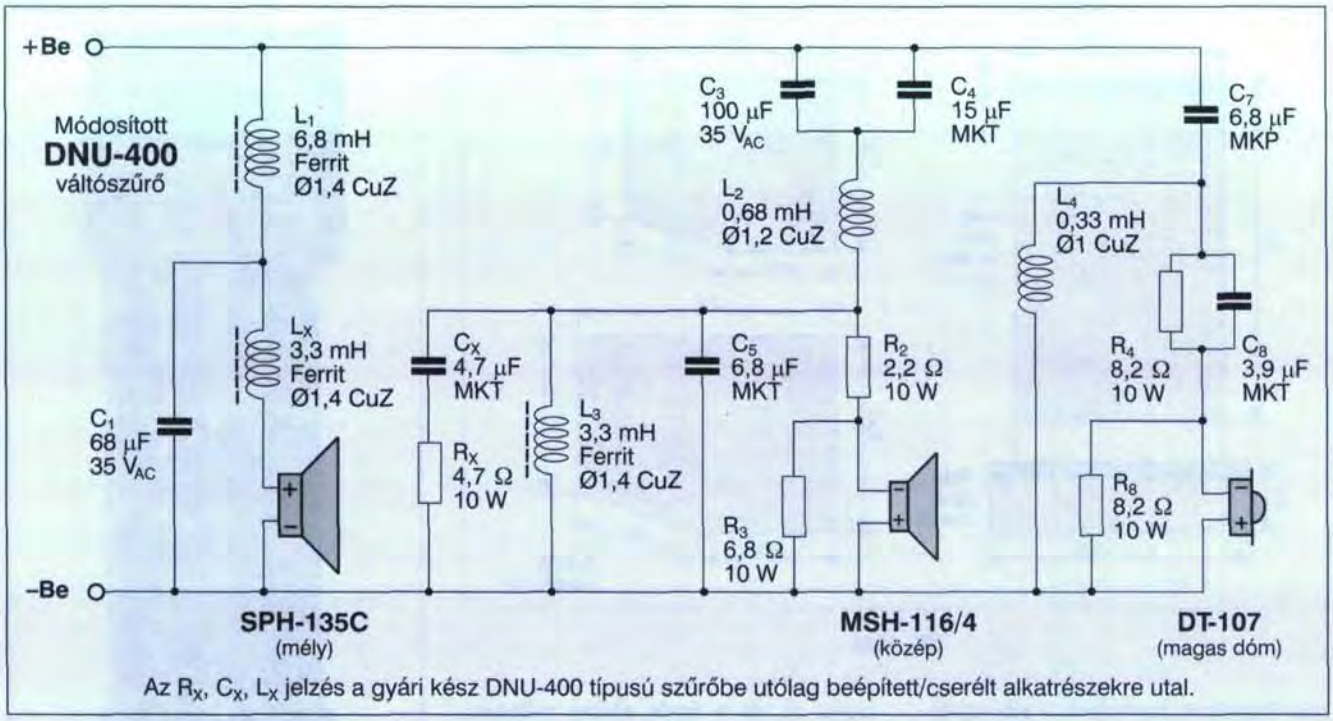
Megnevezés	darab	méret (mm)
Alap- és fedlap	2	250 x 330
Előlap-bal	1	151 x 247
Előlap-jobb	1	167 x 247
Hátfal	1	292 x 247
Oldallap-bal	1	250 x 247
Oldallap-jobb	1	201 x 247
Belső üreg-bal	1	159 x 247
Belső üreg-jobb	1	151 x 247

A doboz oldaléleinek ferde szögű kiképezése elvileg igen pontos asztalosmunkát igényel, ami többnyire csak alkalmas asztalosipari géppel végezhető, érhető el. Ezt úgy kerülhetjük meg, hogy a lapokat lapszabászatban készítetjük el, és a ferde éleket villamos kézigyaluval munkáljuk meg. Ez többnyire mérsékelt sikerrel kecsegtető művelet, amelynek pontosságától aligha leszünk elragadtatva. Jól tesszük, ha az illesztgetést, a szögben történő gyalulást több lépcsőben kíséreljük meg, próbálgatással közelítve meg a kívánt értéket. A legjobbnak ítélt állapot is hagyhat kívánnivalót maga után, ami a bosszantó illesztési rések jelentkezésében fog megnyilvánulni. Sebaj, állítsuk össze a dobozt az alaplapon úgy, hogy minden külső és belső alkatelemét egymáshoz illesztve összeragasztjuk, de a tetőlap kivételével! Száradás után tapasztalni fogjuk, hogy bizony maradtak rések a ferde lapok között. Ezek nagyságát eleve mérsékelhetjük azzal, hogy az első ragasztás során sűrű ragasztóanyagot használunk és a résekbe jócskán adagolunk belőle. Utólag, a száradás után is adagolhatunk még pótlólag ragasztót a megmaradt kisebb résekbe. Ha mégis túl nagy rések maradtak volna némely helyen, akkor oda műfát, azaz könnyen illó ragasztóanyag hordozóba kevert fűrészport, vagy szikloplaszt típusú (többnyire ecetsav illatú), tubusos tömítőpasztát adagolhatunk. A tömítőpaszta neve, típusa közömbös.

A bal oldallapba, továbbá a két ferde beépítettségű előlap-félbe még az összeépítés előtt célszerű elkészíteni a reflexcső, illetve a hangszórók számára a kerek nyílásokat. A nyílásoknál az optimális hangszóró-beépítéshez szükséges süllyesztés mértékét ne vegyük többre 3 mm-nél, így a komplikált marási műveletet megkerülhetjük hasonló vastagságú (3–4 mm-es) farostlemezből készült előlap-rátéttel, ahogy erre az eljárásra már több doboztípusnál utaltunk. Végszükségben a süllyesztékek el is hangyhatók.

Ha a doboz belsejét rendbe hoztuk, akkor végezetül felragaszthatjuk rá a fedőlapot is, vigyázva arra, hogy most már lehetőleg ne keletkezzenek rések, illesztési hézagok. A művelet után terheljük le a fedőlapot valamilyen alkalmas nehezékkel. A réseken kifolyt ragasztót általában igyekezzünk viszonylag hamar, még képlékeny állapotában lemetszeni késsel, szikével, mert a kötés után a kőkemény ragasztó lefaragása, reszelgetése már igen fáradságos és a külalakot többnyire elcsúfító művelet.

A doboz hátlapján készítsünk furatokat a hangszórók szorítós vagy dugaszos kivezetései számára. A belső doboz falán készítsünk furatokat a hangszóróhuzalok számára. Készítsük el a hangszórócsatlakozók és a hangszórók közötti huzalozást, elegendő hosszúságú huzalt alkalmazva, ügyelve a polaritásokra. Bújtassuk át a közép- és magashangú hangszórók huzaljait a kis



40. ábra

üregbe fúrt lyukakon és ezután tömítsük a furatokat. Építsük/ragasszuk be az MBR-50 típusú reflexcsövet (kívánatos hossza kb. 25 cm). Alaposan tömjük ki a kis háromszög alakú üreget MDM-3 típusú csillapítóanyaggal (vattával), továbbá borítsuk a mélyhangú hangszóró üregének alját egy réteg MDM-3 csillapítóanyaggal. Ezen felül még hajtsunk félbe egy nagyobb darab vattalapot és ragasszuk fel azt a mélysugárzó mögötti hátfalra. Ezek után kössük be a hangszórókat és rögzítsük azokat a helyükön.

A hangdoboz így elvileg használatra kész lenne, de nem tartalmazza a hangváltót.

A doboz célszerű használatához ajánlatos a **38. ábra** szerinti asztalosrajz alapján elkészíthető, két részből álló, formatervezett állványt alkalmazni, annál is inkább, mivel a hangváltót valahol mindenképpen el kell helyeznünk. Az állványt a megadott méretek szerint elkészítve, kellemes hallgatási magasságba emeli a hangdobozt, de igényeink szerint készíthetünk magasabbat vagy alacsonyabbat is, változtatva a lábrész magassági méretét, továbbá lehetőséget nyújt a dobozszerű talprészben a hangváltó elhelyezésre. Ezen kívül a villamosan leválasztható (dugaszolható) hangváltó folytán mód van az egyszerű elektromos próbákra, kísérletezésre is.

Az állvány fa alkatelemeit az asztalosrajz vagy saját elképzeléseink szerint módosított forma alapján lapszabászatban rendelhetjük meg, és a ferde szögű élek összemunkálása után következhet a ragasztás, csavarozás. Amennyiben a rajz szerinti állványt készítjük el, a talp és lábrészt csavarozással, ragasztással gondosan erősítsük egymáshoz a befejező munkálatok során. Ezen felül oldjuk meg a hangdoboz oldható rögzítését az állványhoz. A hangdoboz rögzítésekor az oszloprész felső fedlapjára helyezzünk néhány, 5–8 mm magas lécet, amivel egy rést kialakítva elemeljük a dobozt a lábtól, hogy a résben elférjenek a csatlakozó zsinórok (**39. ábra**). A hangsugárzóhoz tervezett háromutas hangváltó kapcsolási rajza a **40. ábrán** látható.

Az állvány talprészének belső térfogata elegendő helyet biztosít akár egy (kissé módosított) gyári hangváltó számára is (**41. ábra**). Amennyiben ugyanis az építési, szerelési munkát egyszerűsíteni óhajtjuk, esetünkben egy alapjaiban alkalmas gyári hangváltó csekély átmunkálásával, egész pontosan a a DNU-400 típusú (Monacor) hangváltó néhány kisebb módosításával a jelzett célt könnyedén elérhetjük. Ehhez az R_1 ellenállást egy 3,3 mH ferrit induktivitásra kell cserélnünk, ki kell képeznünk a mélyhangú hangszóró új csatlakozópontját és a középhangú



41. ábra

hangszóróval parallel kell kötnünk egy 4,7 Ω + 4,7 µF soros tagot.

A hangváltóból például elegendő hosszúságú, rejtett banándugós huzalokkal csatlakozhatunk a láb fedőlapjához rögzített hangdoboz hátsó falán elhelyezkedő érintkezőkhöz (39. ábra).

Challenge MK-II

Sokakban lép fel az igény az olcsó és mégis jó minőségű hangvisszaadásra PC-ből vagy egyéb, szerényebb képességű/teljesítményű multimédiás jelforrásból. A zenélő, cincogó műanyag szappanosdobozok kevesek igényeit elégítik ki, és igencsak emlékeztetnek a néhai „HIFI de Lux" feliratú, kéttranzisztoros, egyszerhasználatos gyermekrádiók akusztikai színvonalára. Ugyanekkor ezek az eszközök többnyi-



42. ábra

re – főleg a minőségükhöz képest – egyáltalán nem tekinthetők olcsóknak. Aki sajnálja PC-jét HIFI berendezéséhez, házimozi rendszeréhez csatlakoztatni, de a szappanosdobozoknál mégiscsak jobb minőségre vágyik, annak a számára ajánlható a Challenge MK-II hangszóró-rendszer megépítése.

Való igaz, hogy ez a hangsugárzó rendszer a HIFI-t alulról közelíti meg, de nem is rosszul, és mindenképpen sokkal jobb minőséget nyújt, mint a cincogó PC-s műanyag dobozok. A PC-n kívül szerephez juthat egyéb hangforráshoz csatlakoztatva is, alkalmilag vagy állandó használatra is.

Igen sok lakásban van igény arra, hogy a meghatározott helyre, általában a nappali szobába telepített „nagy" HIFI-berendezés mellett más helyiségekben is legyen alkalmas hangtechnika, hangosítási lehetőség, például a második (pl. hordozható) tévé, a hordozható rádiósmagnó, CD-s rádió stb. hangját az eredeti adottságoknál valamivel jobb minőségben is szeretnék hallani. Nyilván erre a második vonalbeli hangrendszerre már az alárendeltebb szerep miatt is kevesebbet áldozna bárki, mint a többnyire igen költséges, nagy HIFI-berendezésre, ennek ellenére igény van itt is a lehető legjobb hangminőségre.

Gyakori probléma, hogy ezen további hangrendszer elhelyezésére már igencsak szűkös hely áll rendelkezésre, tehát amellett, hogy egyrészt kívánatos a jó hangminőség, másrészt a hangsugárzók kis mérete is meghatározó követelmény. Belátható, hogy kompromisszumos megoldásra kell törekedni, amelyet csak ügyesen összeválogatott, megfelelő minőségű hangszórókkal és alkalmas akusztikai kialakítással érhetünk el.

A Challenge MK-II hangrendszer két részből áll (**42. ábra**). A szélessávú, de kis dobozméretű, így a mélyhangok visszaadására kevéssé alkalmas szatellitsugárzó-pár kétutas, zárt-dobozos konstrukció. Bruttó térfogata 3 liter, ami azt is jelenti, hogy egy ilyen kis méretű (100×200×150 mm-es) doboz-pár elhelyezése bármely lakótérben vagy a PC mellett nemigen okozhat gondot.

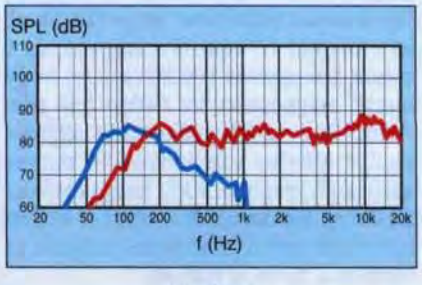
A mélyhangok visszaadására egy különleges felépítésű szub-basszus sugárzó szolgál. Egyrészt működésileg első közelítésben egy bruttó 8 liter térfogatú mélyreflex dobozról beszélhetünk, amely azonban két belső üreget rejt magában, és noha ez kívülről nem észlelhető, két – ellentétes polaritással összekötött – hangszórót tartalmaz, izobarikus beépítésben. Ez azt jelenti, hogy mindkét hangszóró membránja a jel hatására azonos irányban mozdul el, a közrezárt térfogat – és az itt uralkodó nyomás – így állandó. A doboz ugyanis egy válaszlap által egy nagyobb és egy kisebb üregre van felosztva.

Úgy is mondhatjuk, hogy a kisebb üreg elő- és hátoldala képezi a két, egymásnak háttal beépített hangszóró hangfalát. A belső, így a szemlélő által nem látható hangszóró a reflexcsővel rendelkező rezonáns üregbe dolgozik. Amint arról már korábbi cikkeinkben szó esett, az izobarikus beépítés többletköltség árán jobb mélyátvitelt eredményez, viszont erre most a meglehetősen kis méretek folytán égető szükség van.

A teljes hangszórórendszer – két szatellitsugárzó és egy mélyreflex szub-basszus sugárzó – paraméterei a kis méretek ellenére meglehetősen jók, de csodára azért mégse számítsunk. A **43. ábrán** ábrán a piros görbe a szatellitsugárzók, a kék görbe a szub-basszus láda átvitelét mutatja

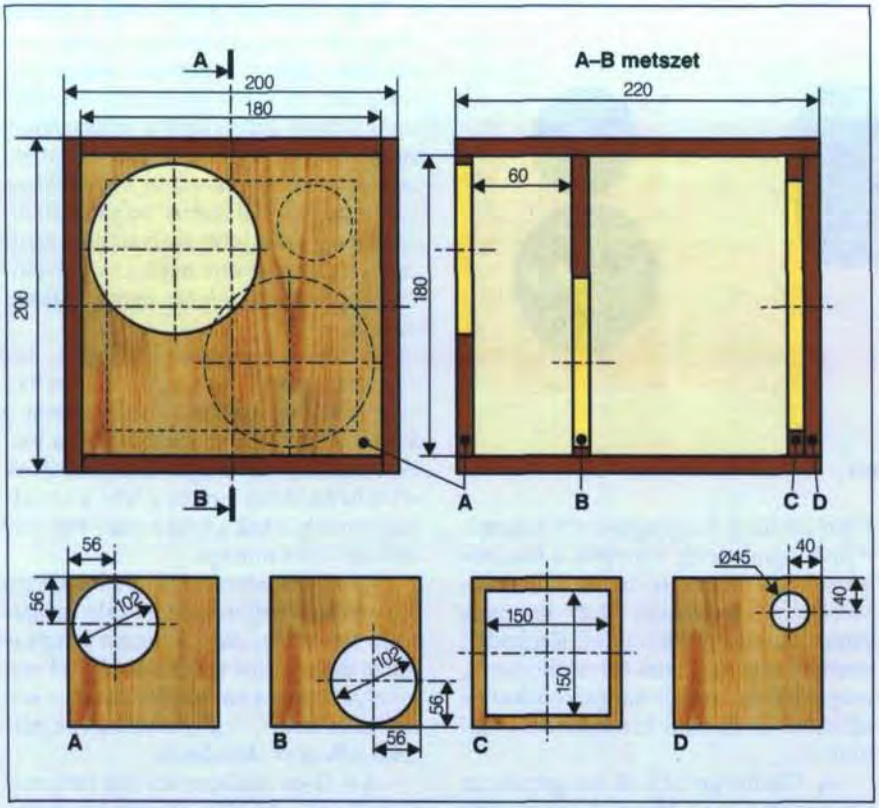
A teljes rendszert kis terekben, szerény méretű helyiségekben való hallgatásra tervezték, ahol a három hangsugárzó egymáshoz viszonylag közel van elhelyezve, és a hallgató is ezekhez közel tartózkodik. A PC esetében ez például jellemző elrendezés.

A 4 Ω-os rendszer átviteli tartománya 55 Hz...20 kHz, átlagos hangnyomásszintje SPL = 84 dB/2,83 V/1 m, ami eléggé szerény érték. Zenei terhelhetősége 2×80 $W_{max.}$, névleges terhelhetősége 2×40 $W_{eff.}$. A gyárilag mért átviteli karakterisztikán jól megfigyelhető, hogy a két szatellitsugárzó mélyhangátvitele valóban igen mérsékelt, tehát beszédhangra ugyan elmegy, de zenei műsorhoz a szub-baszszus láda nélkül aligha elegendő. Ugyanekkor azonban azt is vegyük figyelembe, hogy a két szatellitsugárzó és a szub-basszus láda *egy komplex villa-*



43. ábra

Angyalföldről az Angyalföldi útról
C+F Kft.
ISO 9002
Qbis Antisztatikus csipesz
haupa Erősáramú kéziszerszám
BELZER Kéziszerszám
Erem Fogó, csipesz
Weller® Márkaszaküzlet
1134 Bp., Angyalföldi út 38.
Telefon, fax: 340-8456, 340-8476
E-mail: cf@cf.hu
www.cf.hu



44. ábra

mos/akusztikai rendszert képeznek, külön-külön használatuk nem javasolt.

A kis mértetű szub-basszus láda asztalosrajza a **44. ábrán** látható. Megfigyelhető, hogy az oldallapokon, az alap és a fedőlapon kívül négy egyforma lapot kell elkészíttetnünk a lapszabászaton. Az **A** jelű lap – vagyis az előlap, amely a kész hangsugárzón kívülről is látható – az egyik hangszórót hordozza, a szokásos beépítésben (azaz befele forduló mágneskörrel). A **B** jelű lap a doboz belsejében helyezkedik el, az előlaptól 60 mm távolságban, és a másik hangszórót hordozza úgy, hogy annak mágnesköre az előlap felé néz. Azért, hogy a két mágneskör egymás mellett elférjen a mindössze 60 mm-es mélységű üregben, a két hangszórót az átellenes két sarok felé eltolva kellett beépíteni, amint ez az asztalosrajzon és részben a fotón is látható.

A hátlapszerelvény összetett, voltaképp két külön részből áll, magából a kívülről is megfigyelhető hátlapból és egy belső merevítő keretből. A merevítő keretet célszerű fixen beragasztani, míg a hátlapot oldható csavarozással rögzíteni. Ez utóbbin található egyébként az MBR-35-ös reflexcső nyílása, továbbá itt helyezhetjük el a hangszórócsatlakozókat is.

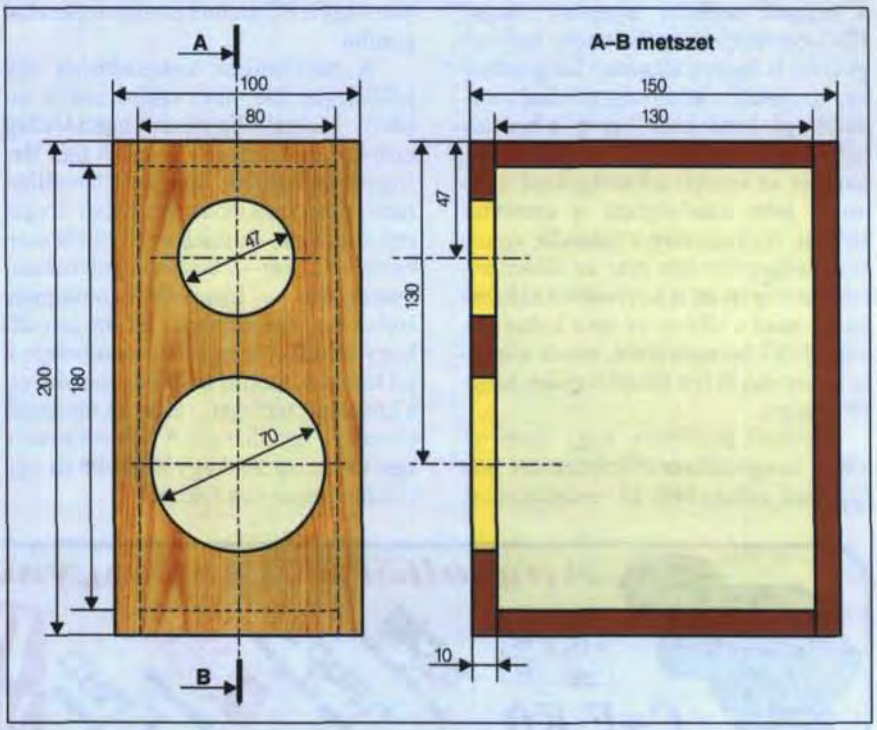
A szerelés megkezdése előtt készítsünk két-két furatot a hangszóróvezetékek számára a belső válaszlapon és bújtassuk át azokon a vezetékeket. Kössük be a külső hangszórót és csavarozzuk a helyére. Kösszük be a belső hangszórót és szereljük be azt is a helyére úgy, hogy a mágnesköre a másik hangszóró felé nézzen. Mindkét hangszóró polaritását jelezzük a vezetékeken!

Építsük be a két hangváltót a dobozba és kössük be azokba a hangszórókat, majd csvarozzuk fel a helyére a hátlapot, ügyelve a hangszórócsatlakozók (2×2 darab!) polaritáshelyes bekötésére.

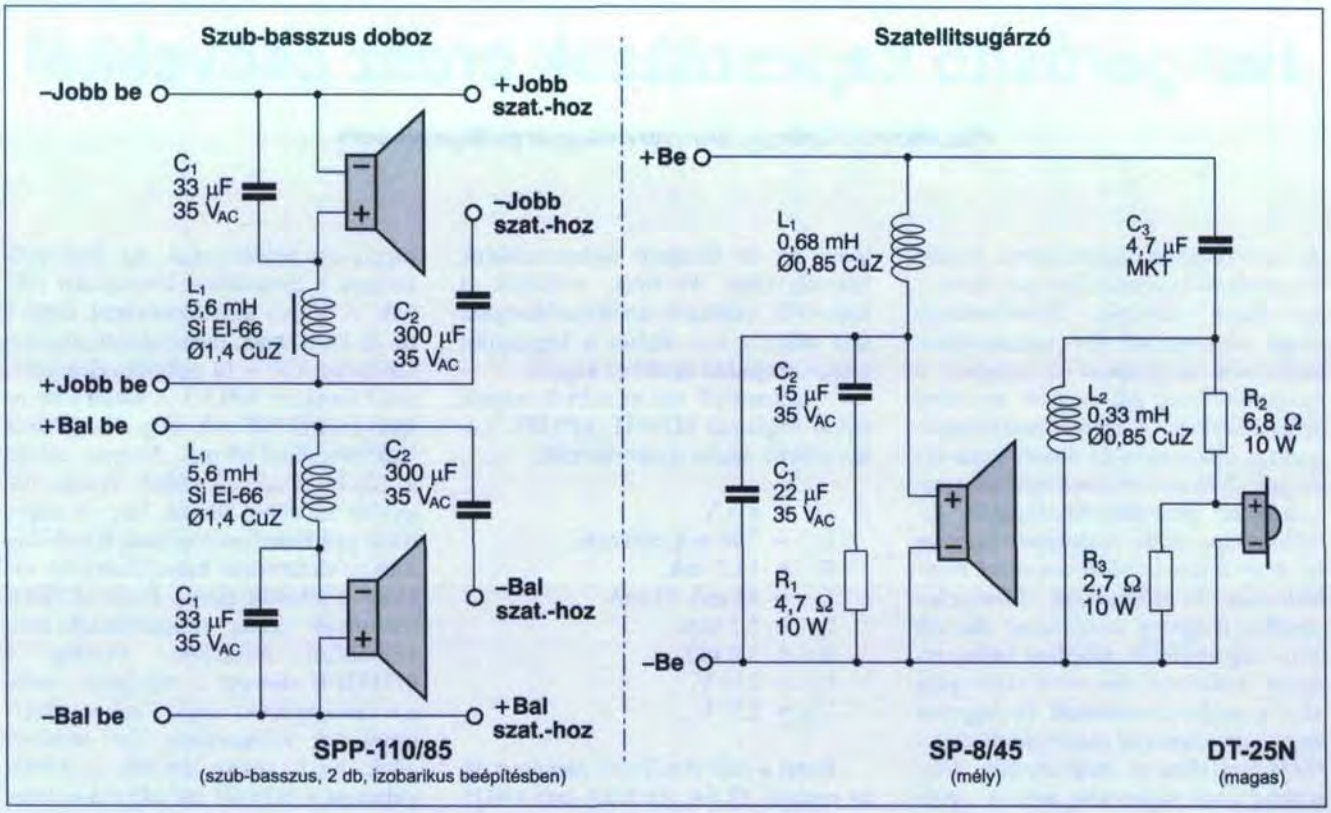
10. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Szub-basszus sugárzó, 1 darabhoz!		
Oldalfal	2	200 x 220
Alap és fedőlap	2	180 x 220
A+B+C+D lap	4	180 x 180
Szatellitsugárzó, 1 darabhoz!		
Oldalfal	2	130 x 200
Elő- és hátlap	2	100 x 200
Alap- és fedőlap	2	130 x 80

A szatellitsugárzók dobozainak elkészítése a lehető legegyszerűbb. Az asztalosrajz alapján (**45. ábra**) a két



45. ábra



46. ábra

téglatest alakú doboz elkészítése még a kezdőknek sem okozhat nehézséget. A doboz száradása után helyezzünk el abban 1/8 MDM-3 csillapítóanyagot (vattát), vagy kb. 8×33 cm-es, kb. 3,5 cm vastag ipari vattát. Építsük be a hangváltókat és bekötve a hangszórókat, építsük be azokat is. A dobozok elkészítéséhez szükséges anyaglista a lapszabászat számára a **10. táblázatban** látható. A dobozok anyaga 10 mm-es rétegelt lemez vagy MDF lap lehet.

A szub-basszus sugárzó számára szükséges *váltószűrő-részáramkör* a **46. ábra** bal oldalán látható. Alaposan figyeljük meg a polaritásokat, és törekedjünk a helyes bekötésre. Ha a hangminőséggel nem vagyunk elégedettek, pl. nincs mélyhang, akkor minden bizonnyal fordítva kötöttük be az egyik hangszórót (ekkor cseréljük meg a polaritását!). Amint a kapcsolási rajzból kitűnik (a 46. ábra középső részén), a szub-baszszus ládából, annak *kimeneti kapcsairól* vezethetjük tovább a szatellitsugárzókat tápláló jelet. A szatellitsugárzókban található a *váltószűrők második fele*, amelyek kapcsolása a 46. ábra jobb oldalán látható. *A két szűrőegység együtt képez egy komplett egészet*, így a hangdobozok külön-külön való használata nem javasolt. Ügyeljünk arra, hogy a kis dobozméretekből adódó zsúfolt elrendezés miatt a hangszórók kivezetései és a szűrők alkatrészei között nehogy zárlat keletkezzen, ezért érdemes a különféle forraszhelyeket, csupasz vezetékrészeket elrejteni vagy szigetelőszalaggal egymástól elszigetelni. Érdemes a laza villamos alkatrészeket és a hosszabb vezetékeket tubusos szilikon tömítőpasztával is rögzíteni a helyükön. Mindeközben ügyeljünk a hangszórómembránok épségére is.

HiFiMix
TERMÉKEK
ALKATRÉSZEK
@ online műszaki áruház
www.hifimix.hu
info@hifimix.hu

INCOMP Electronics Elektronikai alkatrész kis- és nagykereskedelem
2120 Dunakeszi, Fő út 35. Tel.: 27/342-407 Fax: 27/341-601 E-mail: incomp@dunaweb.hu
Nyitva: hétköznap 9.00–17.00 óráig Postai utánvételes csomagküldés
Raktárról kínálunk többezer féle elektronikai alkatrészt.
IC-k, ellenállások, kondenzátorok, diódák, tranzisztorok, LED-ek, kvarcok stb. nagy választékban, SMD kivitelben is.
Internet címünkről www.incomp.hu online keresési és rendelési lehetőség!

Hangerősítő kapcsolások orosz csövekkel

Plachtovics György, plachtovics.gyorgy@gmail.com

Az alábbiakban ismertetésre kerülő hangerősítő kapcsolások orosz csövekkel lettek felépítve. Természetesen olyan elektroncsöveket választottam, melyeknek megvannak a magyar, a nyugat-európai, sőt még az amerikai helyettesítői is. A szovjet elektroncsőgyártás túlnyomórészt átvette ezen országok elektroncsöveinek technikai paramétereit, gyártástechnológiáját. Általános tapasztalat (valamint a sajátom is), hogy a szovjet elektroncsövek megbízhatóak, jó minőségűek. Történelmi okokból rengeteg elektroncső maradt az ország területén. Időnként bolhapiacokon, különböző börzéken viszonylag olcsón megvásárolhatóak. Itt jegyzem meg, hogy ezeket az elektroncsöveket a HAM-bazárban is megvehetjük. Esetenként áruk magasabb, mint a „gyékényről" árult testvéreiké, viszont bevizsgált, garantáltan működő példányokat vehetünk.

Cikkem első részében a 6N1P (6H1П) és 6P14P (6П14П) elektroncsövekkel megépített kapcsolást ismertetem. A novál foglalatú kettőstrióda, azaz a 6N1P lényegesebb adatai a következők:

U_f = 6,3 V ±0,6 V,
I_f = 0,6 A,
S = 4,35 mA/V,
μ = 35,
U_a = 250 V,
I_a = 7,5 mA.

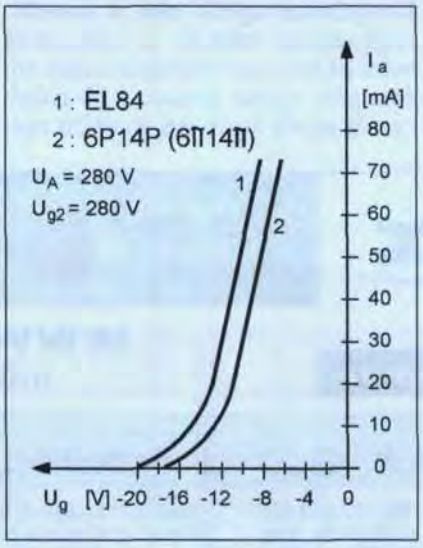
Az adatlap az elektroncső hangfrekvenciás célú felhasználását javasolja. A 6N1P-t jelenleg is gyártják Oroszországban, Kínában s az USA-ban.

Hasonló paraméterekkel rendelkezik az ECC85-ös elektroncső. Amerikai jelölése 6AQ8. Lábkiosztásuk megegyezik. Az ECC85 két adatban tér el a 6N1P-től, amelyek a következők: S = 5,9 mA/V és μ = 57. A következő csőtípus, mely helyettesítheti a 6N1P-t, az ECC81, melynek amerikai jelölése 12AT7. Ez a típus 12,6V-ról is fűthető, ezt a feszültséget a 4-es és 5-ös lábra adjuk. A 6,3 V-os fűtésnél a 4-es és 5-ös lábat összekötjük, a második láb a 9-es. Az itt felsorolt elektroncsövek bármelyikével kiválóan működik a kapcsolás, esetleg az anódfeszültségnél lesz néhány volt eltérés a kapcsolási rajzon megadott értékhez képest.

A végerősítő cső szintén 9 csapos, novál foglalatú 6П14П (6P14P). Lényegesebb adatai a következők:

U_f = 6,3 V,
I_f = 760 mA ±60 mA,
S = 11,3 mA,
I_a = 48 mA ±8 mA,
I_{g2} = 5,5 mA,
R_a = 5,2 kΩ,
U_a = 250 V,
U_{g2} = 250 V.

Ezzel a csővel teljesen megegyezik az európai EL84. Az USA-ban 6BQ5 típusjelzéssel került forgalomba. A Siemens, Valvo és Telefunken forgalmazta ennek a csőnek az ipari változatait. Jelzése E84L volt. E csövek az EL84 ipari változatai. Határadataik nagyobbak, a megadott élettartam is hosszabb: ezek az úgynevezett 10 000 órás csövek. Ezeket az elektroncsöveket egyes cégek szigorított gyártástechnológiával készítették, mások a kommersz EL84 közül válogatták ki az erre



1. ábra. A 6P14P és az EL84 rácselőfeszültség–anódáram karakterisztikája

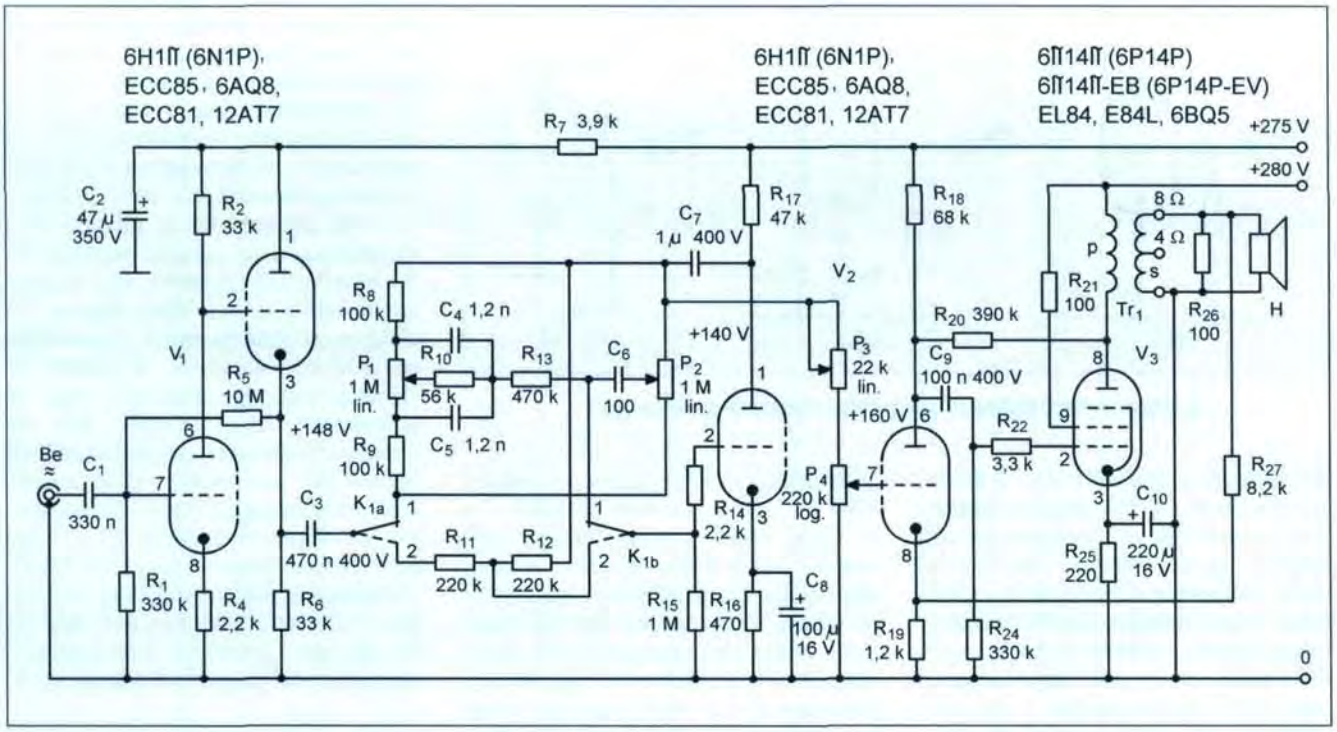
megfelelő példányokat. Az ipari csöveknek a határadatai lényegesen jobbak. A Valvo katalógusadatai alapján pl. az E84L max. megengedett anódfeszültsége 450 V (a polgári célra gyártott csöveknél 400 V). A katódáram az ipari csőnél 100 mA, míg a kommersz elektroncsőnél 65 mA. Az ipari csőnél a rácslevezető ellenállás értéke nagyobb. Ez abból adódik, hogy a szigorított gyártástechnológiának köszönhetően az elektroncső belsejében jobb vákuumot sikerült elérni. Ezek az elektroncsövek ritkán vásárolhatóak meg különböző börzéken. Elvileg a 6П14П-E változat is válogatott, katonai célra gyártott típus. Ezek az elektroncsövek valószínűleg ipari minőségűek. Az **1. ábrán** láthatók az EL84, valamint a 6П14П (6P14P) rácselőfeszültség-anódáram karakterisztikái, 280 V-os tápfeszültség mellett.

Az alábbiakban közölt kapcsolások ezekre a csövekre épülnek. Jó minőségű erősítőket építhetünk a felsorolt eszközökkel a közreadott kapcsolások alapján.

Az elmúlt években folyamatosan jelentek meg a Rádiótechnika folyóirat, valamint a Rádiótechnika Évkönyve lapjain elektroncsöves erősítővel foglalkozó cikkeim. Ezeket célszerű végigolvasni. Sajnos manapság már nehezen lehet megvásárolni más olyan műszaki irodalmat, amely ebben a témában adna útmutatást...

Az itt közölt kapcsolások mindegyikét megépítettem, végigmértem. Amennyiben nem követünk el hibát (más értékű alkatrész, forrasztási hiba, rossz nyomtatás) a kapcsolás „egyből ugrik". A munkaponti beállításoknak köszönhetően a csőparaméterektől függetlenül beállnak a kapcsolási rajzon megadott értékre.

Itt jegyzem meg, hogy az elektroncsöves erősítőknél nincs igazi jelentősége az anódfeszültség stabilitásának. Vegyünk egy példát: trióda hangerősítő kapcsolásban. A tápfeszültség 280V. Az „A" osztályú működést figyelembe véve az optimális anódon mérhető feszültség 150...160 V. Ez azt jelenti, hogy kb. 55 V váltófeszültség vehető le az anódról, ami jóval több, mint amit a



2. ábra. Az erősítő kapcsolási rajza

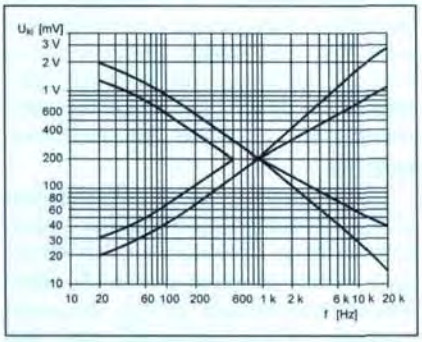
következő fokozat bemenete igényel. Ha tehát néhány tíz volttal „elcsúszik" az anódfeszültség a csőparaméterek eltérése miatt, attól az áramkör még kiválóan működik, hiszen hatalmas tartalékkal rendelkezik. (Sajnos a félvezetős áramkörökre ez már nem mondható el, ennek oka az elektroncsöves áramkörökhöz képest alacsony tápfeszültség.)

Egy „hagyományos" erősítő

Az erősítő kapcsolási rajza a **2. ábrán** látható. Csatornánként három darab elektroncsövet tartalmaz. Szolgáltatásai a következők: A K_1 kapcsoló 1-es állásában a magas és mély hangszín külön szabályozható. Az emelés és vágás lehetővé teszi, hogy a hangforrás, vagy a hangdoboz akusztikus hibáit korrigálja, beállítsa az ideális hangzást. A K_1 kapcsoló 2-es állásában a hangszabályozót kikapcsoljuk, ekkor a frekvenciamenet lineáris, a fokozat erősítése egyszeres.

Az erősítő műszaki adatai a következők:

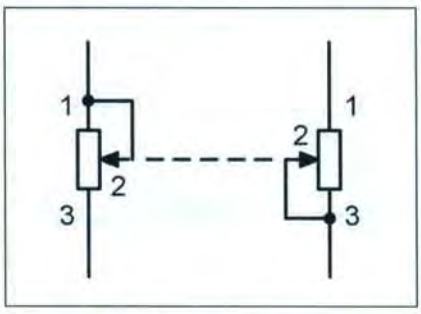
Bemeneti érzékenység: 100 mV (P_{ki} = 3 W)
Bemeneti impedancia: >330 kΩ
Hangszínszabályozó: K_1 kapcsoló 1-es állás, maximális emelés és vágás állásban
20 Hz: +20 dB; –20 dB
20 kHz: +22 dB; –21 dB
Kimenőteljesítmény: 4 W szinuszos (f = 1 kHz, k = 1,8%)
Névleges kimenőimpedancia: 4 Ω vagy 8 Ω.



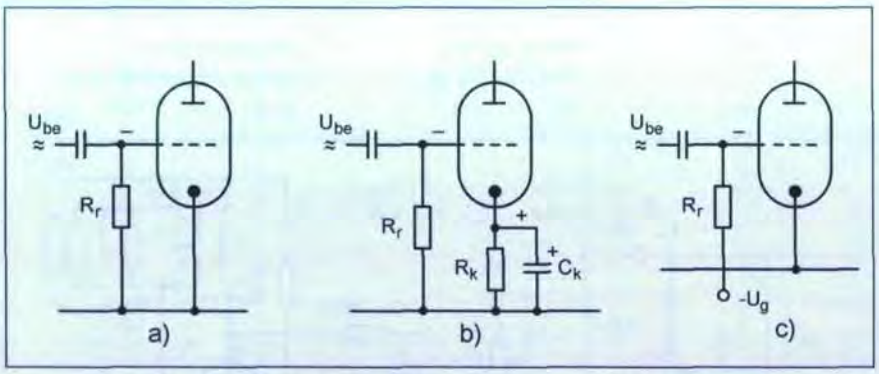
3. ábra. A hangszínszabályozó átviteli görbéje különböző potenciométer-állásoknál

A hangfrekvenciás jel a C_1 csatoló kondenzátoron át a V_{1a} trióda rácsára kerül. A rácselőfeszültséget az R_1, R_5 osztó, valamint az R_4 katódellenállás állítja be. Ezzel az áramköri megoldással nagy mérvű, negatív visszacsatolást valósítunk meg, amely beállítja a fokozat erősítését, csökkenti torzítását. A V_{1a} trióda anódja (6) galvanikusan kapcsolódik a V_{1b} trióda rácsához. A V_{1b} trióda katódkövető (katódfollower) kapcsolásban üzemel. Ezt a típusú kapcsolást a nagy bemenő impedancia és a kis kimenő impedancia jellemzi. A katódkövető alig terheli az előző V_{1a} triódás erősítő fokozatot. Az R_5 visszacsatoló ellenállás a katódkövetőre van kapcsolva. Ezzel az AC-DC visszacsatolásba mind a két triódát bevontuk. Gyakorlatilag a csőparaméterektől függetlenül beáll a kapcsolási rajzon megadott egyenfeszültség, valamint a fokozat erősítése (kb. 20 dB).

A kis kimenőimpedancia a hangszínszabályozó működése szempontjából lényeges. Az R_6 katód ellenállásról a jel a C_3 kondenzátoron át a K_1 kapcsolóra jut. A kondenzátor feladata a galvanikus leválasztás. A kapcsoló 1-es állásában, a V_{1b} és a V_{2a} elektroncső közé egy Baxandall-típusú hangszínszabályozót kapcsolunk be. A ke-



4. ábra. A balanszszabályozó bekötése



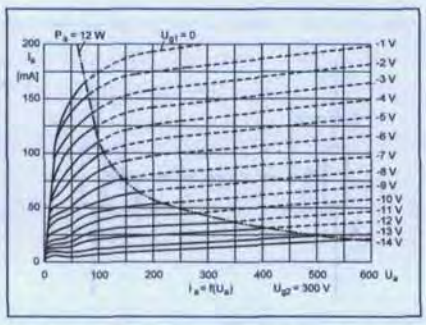
5. ábra. A rácselőfeszültség előállításának lehetőségei

resztezési frekvencia 900 Hz. A szabályozó elemek „A" jelzésű, azaz lineáris potenciométerek. A P_1 mélyhangot szabályozó potenciométer csúszkájával sorba kapcsolva található az R_{10} ellenállás. Ennek hatására kisebb emelés és vágás esetén csökken a keresztezési frekvencia. A P_2 jelű magashangszín szabályozó potenciométer a következőképpen működik: az emelési és vágási frekvencia állandó, a potenciométerrel a görbe meredeksége változtatható. A leírtakat szemlélteti a **3. ábra**. A K_1 kapcsoló 2-es állása lineáris frekvenciamenetet produkál.

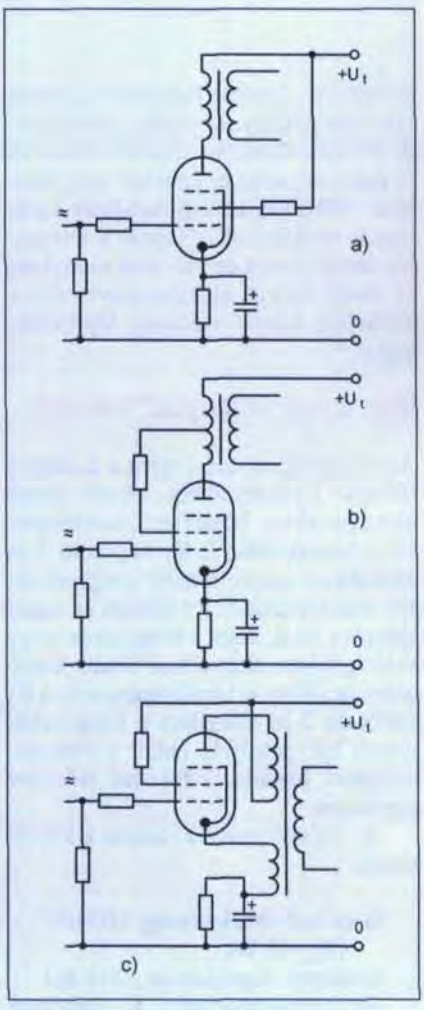
Sokan idegenkednek a hangszínszabályozó használatától. Szerintük meghamisítja a természetes hangképet. Kétségtelen, hogy jó minőségű hangforrás és hangdoboz birtokában nincs szükség beavatkozni a frekvenciamenetbe. A V_{2a} trióda rácselőfeszültségét az R_{16} katódellenállás állítja be. A C_8 katódkondenzátor a katódellenálláson fellépő váltóáramú negatív visszacsatolást szünteti meg, ezzel növelve a fokozat erősítését. A felerősített jel kicsatolása a C_7 kondenzátoron keresztül történik. A balansz szabályozás a P_3 lineáris karakterisztikájú kettős potenciométerrel történik. A potenciométert „keresztbe" kötöttem. Amikor az egyik oldal értéke csökken, akkor a másik értéke nő. Ezt a bekötést szemlélteti a **4. ábra**. Ennek a megoldásnak, hogy csatornánként külön potenciométerrel végezzük a balanszállítást, a következő az előnye. Nem hozunk létre földhurkot a jobb és bal csatorna között, így a zaj jelentősen csökken. A balansz (P_3) potenciométerek alsó pontjához kapcsolódik a P_4 jelű logaritmikus karakterisztikájú hangerősítő szabályozó kettős potenciométer. A P_4 hangerő-szabályozó potenciométer csúszkájáról a jel a V_{2b} trióda rácsra kerül. A trióda feladata feszültségerősítés. Anódjáról a felerősített jel a C_9 csatolókondenzátoron át a V_3 végerősítő cső vezérlő rácsára jut.

A végpentóda rácselőfeszültséget az R_{25} katódellenállás állítja be. A rácselőfeszültség előállításának három ismert változatát mutatja be az **5. ábra**. Az **a) ábrarészen** látható áramköri megoldást előerősítőkben kis jelek (néhány millivolt) erősítésénél használják. Az R_r rácslevezető ellenállás szokatlanul nagy értékű, 10...22 MΩ. Az induló rácsáram negatív feszültségesést hoz létre, amely beállítja az elektroncső munkapontját. A kapcsolás előnye, hogy a katód földpotenciálon van. Így megszűnik a katód-fűtőszál tökéletlen szigeteléséből adódó 50 Hz-es brumm. A **b) ábrarészen** az automatikus rácselőfeszültség kapcsolása látható. Az elektroncső katódja és a föld közé ellenállást iktatnak (R_k). A csövön átfolyó áram feszültségesést hoz létre az ellenállás sarkain. A földhöz képest a katódon pozitív feszültséget mérünk. Normál üzemben az elektroncsövek rácsáram nélkül működnek. Ha áram nem folyik az R_r ellenállás „aljáról", a negatív potenciál csökkenés nélkül a rácsra jut. Az automatikus rácselőfeszültség egy bizonyos határig stabilizálja a munkapontot. Példával illusztrálom. Öregedés hatására csökken a cső emissziója. Kisebb áram folyik át az R_k katódellenálláson, a sarkain létrejövő feszültségesés is kisebb lesz. A kisebb rácselőfeszültség nagyobb anódáramot eredményez, a munkaponti áram gyakorlatilag visszaáll az eredeti értékre.

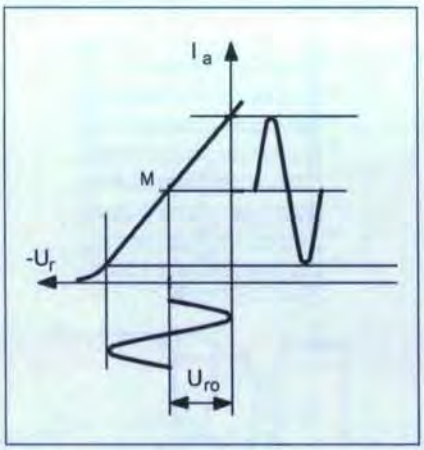
A **c) ábrarészlet** az állandó (fix) rácselőfeszültség sémáját mutatja. Az R_r rácselvezető-ellenállás alja negatív fezültséget kap a földhöz képest. Az elektroncső katódja ennél a kapcsolásnál a földre van kötve. A negatív feszültség nagysága határozza meg az elektroncső munkapontját. Ezt az áramköri megoldást nagyteljesítményű végerősítő csöveknél alkalmazzák. Ezek anód és segédrácsfeszültsége magas. A rácselőfeszültséget 20 V felett nem érdemes automatikus úton katódellenállással előállítani. Ebben az esetben külön feszültségforrásról negatív feszültséget kapcsolunk a rácslevezető ellenállás alsó pontjára. Ennek nagysá-



6. ábra. A 6P14P és az EL84 disszipációs hiperbolája



7. ábra. A három szimpla „A" osztályú végerősítő kapcsolási rajza

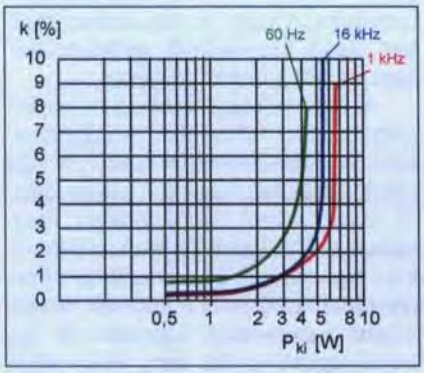


8. ábra. Az „A" osztályú munkapont ábrázolása

gát potenciométerrel állítjuk be a kívánt értékre.

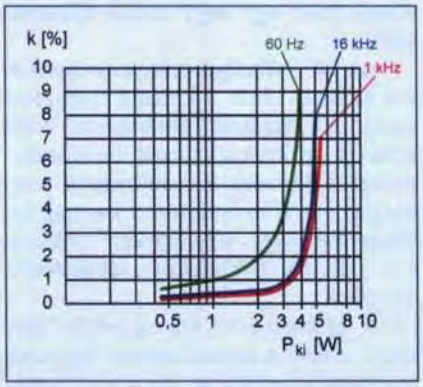
Némi kitérő után térjünk vissza a 2. ábrán lévő kapcsoláshoz. Az R_{25} katód ellenállás sarkain 9,6V esik. Ez természetesen csövenként változhat. Ez 43,6 mA nyugalmi katódáramot jelent. Ebből le kell vonni a segédrács áramot, amely ennél a tápfeszültségnél a katalógusok szerint kb. 7...8 mA (csövenként változik). A **6. ábrán** látható az EL84-es cső (6P14P) disszipációs hiperbolája. A végerősítő cső nyugalmi anódárama görbe alatti területre esik.

A szimpla „A" osztályú végerősítők kapcsolásának három változatát mutatom be a **7. ábrán**. Az **a) részleten** látható a hagyományos felépítésű, „A" osztályú végerősítő. A végerősítő munkapontját a katódellenállással állítjuk be. A **b)** az ultralineár változatot szemlélteti. A kapcsolás lényege, hogy a segédrács árama is áthalad a kimenőtranszformátor primer tekercsének egy részén. A segédrács körbe kapcsolt tekercsrész a teljes primer menetszám 20...45%-át teszi ki. Az ultralineár



9. ábra. A 7.a ábra szerinti végerősítő torzítása a teljesítmény függvényében, különböző frekvenciákon

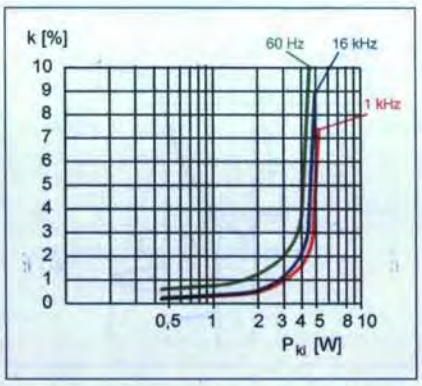
kapcsolással olyan áramkört hozunk létre, amely egyesíti a triódás és a pentódás (tetródás) végerősítők előnyös tulajdonságait. A triódák karakterisztikája a pentódákénál kisebb görbületet mutat, a közelítő görbe másodfokú, tehát a trióda elsősorban második harmonikust termel. A trióda belső ellenállása az optimális illesztő ellenállásnál kisebb, legfeljebb egyenlő azzal, ezért a triódákkal felépített végerősítők csillapítási tényezője 1-nél nagyobb. A triódás végerősítő hatásfoka rossz (25...30%), a teljesítménytrióda erősítése kicsi, a rácsokra nagy vezérlőfeszültség szükséges. A pentódák karakterisztikája a magasabb fokú görbültsége miatt jelentős páratlan számú harmonikust termel. A pentódás teljesítményfokozatok csillapítási tényezője



10. ábra. A 7.b ábrán látható végerősítő torzítása a teljesítmény függvényében, különböző frekvenciákon

lényegesen kisebb 1-nél, a pentóda áramgenerátornak, míg a trióda feszültséggenerátornak tekinthető. Az alacsony csillapítási tényező azt eredményezi, hogy a sugárzókban lévő hangszórók kevésbé vannak csillapítva, rezonancia pontjukon nagy amplitúdóval sugároznak. A pentóda (tetróda) hatásfoka, erősítése a triódáénál lényegesen nagyobb, ezáltal egyszerűbb felépítésű meghajtó fokozat és kisebb tápegység szükséges. Az ultralineár kapcsolásban üzemelő végerősítő műszaki adatai jelentősen javulnak, maximális kimenő-teljesítménye viszont csökken. Jelen esetben a segédrácsot a primer tekercs tápfeszültségtől számított 33%-os leágazáshoz kapcsoltam.

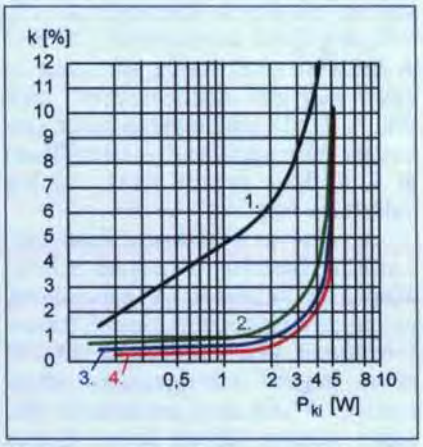
A **c)** az ún. Quad-kapcsolás. Előnye a kis kimenő impedancia, igen jó linearitás és a pentódának (tetródának) megfelelő hatásfok, hátránya a nagy meghajtó feszültség igény, amely a szoros ellencsatolás eredménye. Előnye az ultralineár kapcsolással szemben, hogy a segédrács egyenfeszültsége az anódfeszültségtől független, így ez a kapcsolás olyan csövekre is alkalmazható, amelynél az anód és g_2 feszültségek különbözők. A kimenő-transzformátor végcsövenként két primer tekercset tartalmaz, az egyik tekercs a cső anód-, a másik a katódkörébe kapcsolódik. Pentódáknál (tetródáknál) segédrács ellencsatolása is fellép, mivel a katódáramban jelen van a segédrács áram is.



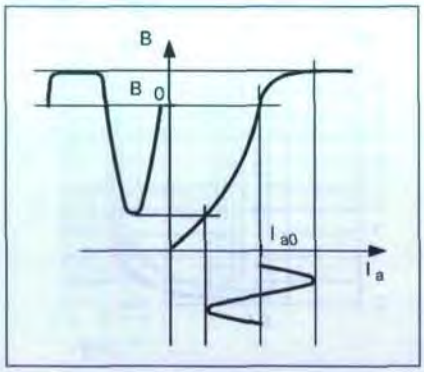
11. ábra. A 7.c ábrán látható végerősítő torzítása a teljesítmény függvényében

A V_3 végerősítő cső „A" osztályban üzemel. Ez azt jelenti, hogy a rácselőfeszültség – anódáram karakterisztika lineáris szakaszának közepén vesszük fel a nyugalmi (vezérlés nélküli) anódáram értékét. Ekkor legnagyobb az elektroncső kivezérelhetősége. (Lásd **8. ábra**!)

Megmértem a vázolt végerősítőket a teljesítmény függvényében, különböző frekvenciákon. A 7.a szerinti kapcsolás görbéi a **9. ábrán**, a 7.b a **10. ábrán**, míg a 7.c mérési eredményei a **11.**



12. ábra. A Quad végfok torzítása különböző ellencsatolásoknál



13. ábra. Az előmágnesezett transzformátor átvitele szinuszos táplálás esetén

ábrán láthatók. A mérési eredményeket összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a Quad-kapcsolás hozza a legjobb eredményt. Az ultralineár és a Quad-kapcsolásnál a torzításcsökkenés teljesítménycsökkenéssel jár. Megmértem a hangzás szempontjából is legjobbnak ítélt Quad kapcsolás torzítását, különböző ellencsatolásoknál. Ezt szemlélteti a **12. ábra**. Az 1-es görbe a visszacsatolás nélküli teljesítmény-jelalak torzítást ábrázolja. A 2-es görbe a Tr_1 kimenőtranszformátor szekunder tekercséről történő ellencsatolást ábrázolja. Látható, hogy a jelalaktorzítás jelentősen csökkent. A 3-as görbe az R_{20}-as ellenállással megvalósított ellencsatolás torzítást csökkentő hatását mutatja be, amely a V_{2b} trióda anódja és a V_3 végpentóda anódja között helyezkedik el. A 4-es görbe a katódkörbe kapcsolt visszacsatoló tekercs áldásos hatását bizonyítja.

Itt jegyzem meg, hogy az ellencsatolások növelésével (ultralineár, Quad) a teljes kivezérléshez tartozó bemenő feszültség emelkedik Az előzőekben megadott 100 mV bemeneti érzékenység az ultralineár kapcsolásnál 110 mV, míg Quad kapcsolásnál 120 mV. A bementi érzékenység változása az egyre nagyobb ellencsatolásból adódik. A Tr_1 kimenőtranszformátor szekunder tekercséről az R_{27} ellenálláson át 13,4 dB-es negatív visszacsatolást valósítunk meg.

Az 1960-as évek hangerősítő kapcsolásait tanulmányozva érdekes megállapításra juthatunk. A kapcsolások egy része agyonosztott kimenő transzformátorral készült, ezeknél 20...30 dB-es negatív visszacsatolást alkalmaztak. A műszeres méréseknél alacsony torzítást lehetett kapni. Sajnos élő zenénél, nagy dinamikájú hanglemezeknél az erősítő „lefulladt". Ezt a jelenséget Sipos Gyula részletesen leírta. A hangszererősítőknél a legtöbb cég, Marshal, Selmer, Vox stb. nem alkalmaztak a kimenő transzformátorról negatív visszacsatolást. Ez egyrészt az előbbiekben leírtakból adódik, másrészt abból, hogy ezek a transzformátorok rossz minőségűek voltak frekvencia átvitel szempontjából. A szekunder tekercsről történő visszacsatolás, amely a kimenő transzformátort is bevonta volna a torzítást csökkentő láncba, csak a középhangokra volt hatásos. Viszont elmondható, hogy elviselhető torzítás mellett nagy dinamikacsúcsokat tudtak leadni.

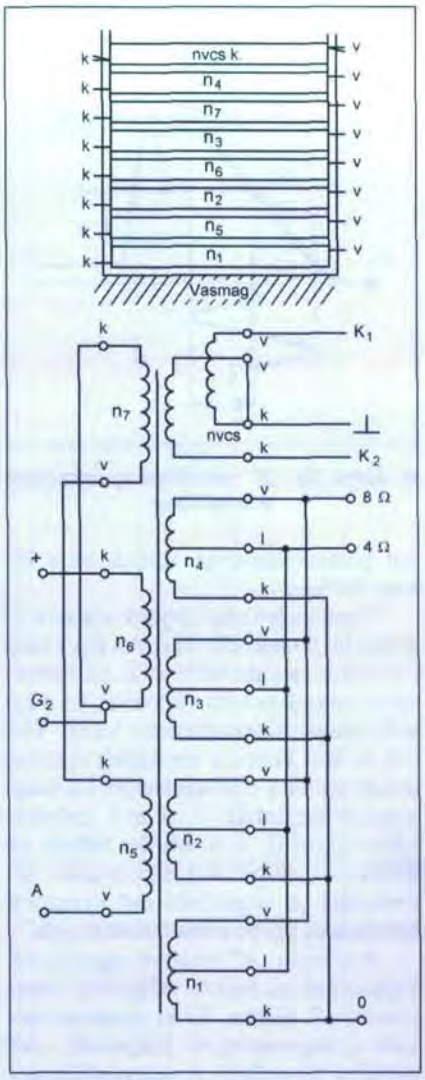
Az ideális megoldás többféle negatív visszacsatolás egyidejű alkalmazása. Ezek egyenként kicsinyek, de összességükben megfelelnek az elvárásoknak. Lényegesen jobb eredményt adnak, mint egy nagy értékű ellencsatolás.

Az „A" osztályú szimpla végerősítők kritikus része a kimenő transzformátor. A nyugalmi (munkaponti) áram átfolyik a primer tekercsen. Ez előmágnesezi a kimenő transzformátor vasmagját. Az előmágnesezett vasmag kivezérelhetősége lényegesen csökken. Ezt a fizikai folyamatot szemlélteti a **13. ábra**.

A jelenség ellen két megoldás létezik. Az első a transzformátor lemezek légréses összeépítése. Az E és I lemezek közötti légrést vékony szigetelő lemezzel (prespán) állítjuk be. Kisebb kimenő teljesítménynél 0,1.. 0,2 mm a hatásos vastagság. Sajnos ennek a megoldásnak a hátránya, hogy kisebb lesz a primer indukció. Ezáltal a mély hang átvitel csökken.

Ekkor növeljük a primer menetszámot, hogy meglegyen a szükséges primer indukció. A nagy menetszámú primer tekercsnek nagy a szórt kapacitása és a szórt induktivitása. Ezek viszont a magas hangátvitelt csökkentik. Ebből is látható, hogy ésszerű kompromisszumot kell kötni a kimenő transzformátor elkészítésénél.

A másik jól bevált megoldás a nagy méretű vasmag alkalmazása. Ifjúkorom kedvenc rádiója az AR702 F, Orion által gyártott nagyszuper készülék volt (kéthavi fizetésemből vettem meg). A rádió végerősítője az EL84-es cső volt. A kimenő transzformátor szokatlanul nagy keresztmetszetű vasmagra készült. Az eredmény az átlagosnál jobb mélyhang átvitel, valamint a nagyobb kimenő teljesítmény. Az utóbbi abból adódik, hogy a nagyobb vasmag keresztmetszet miatt kisebb menetszám szükséges. Ezt viszont nagyobb ablaknyílásba tekercseljük. A huzal átmérőt tehát növelhetjük. A rézveszteség csökkenésével javul a transzformátor hatásfoka. A nagy darabszámban gyártott olcsó készüléknél természetesen nem ez volt a döntő szempont.



14. ábra. A kimenőtranszformátor tekercselési sorrendje, tekercseinek kötése

A mintapéldány kimenő-transzformátorát több változatban is elkészítettem. A transzformátor tekercsei úgy lettek kialakítva, hogy a 7. ábrán látható három verzió bármelyikéhez használhatjuk. Az erősítő nyomtatott áramköri lapja lehetővé teszi néhány alkatrészoldali átkötéssel a különböző végerősítő kapcsolások kipróbálását. Így lehetőségünk nyílik arra, hogy meghallgatás után eldöntsük, melyiknek szebb a hangja. A cikkben közölt mérési eredmények a 4% szilícium ötvözetű

1. táblázat

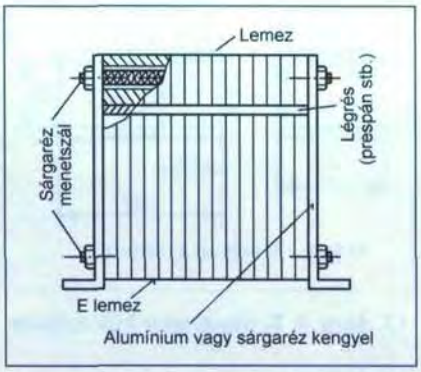
Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_5	940	Ø0,22 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között két sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag: EI 82/30, A = 7,5 cm^2 Légrés: 0,1 mm
	n_6			
	n_7			
Szekunder	n_1	120 leágazás 84	Ø0,4 mm Mz	
	n_2			
	n_3			
	n_4			
	nvcs. k.	80	Ø0,28 mm Mz	

2. táblázat

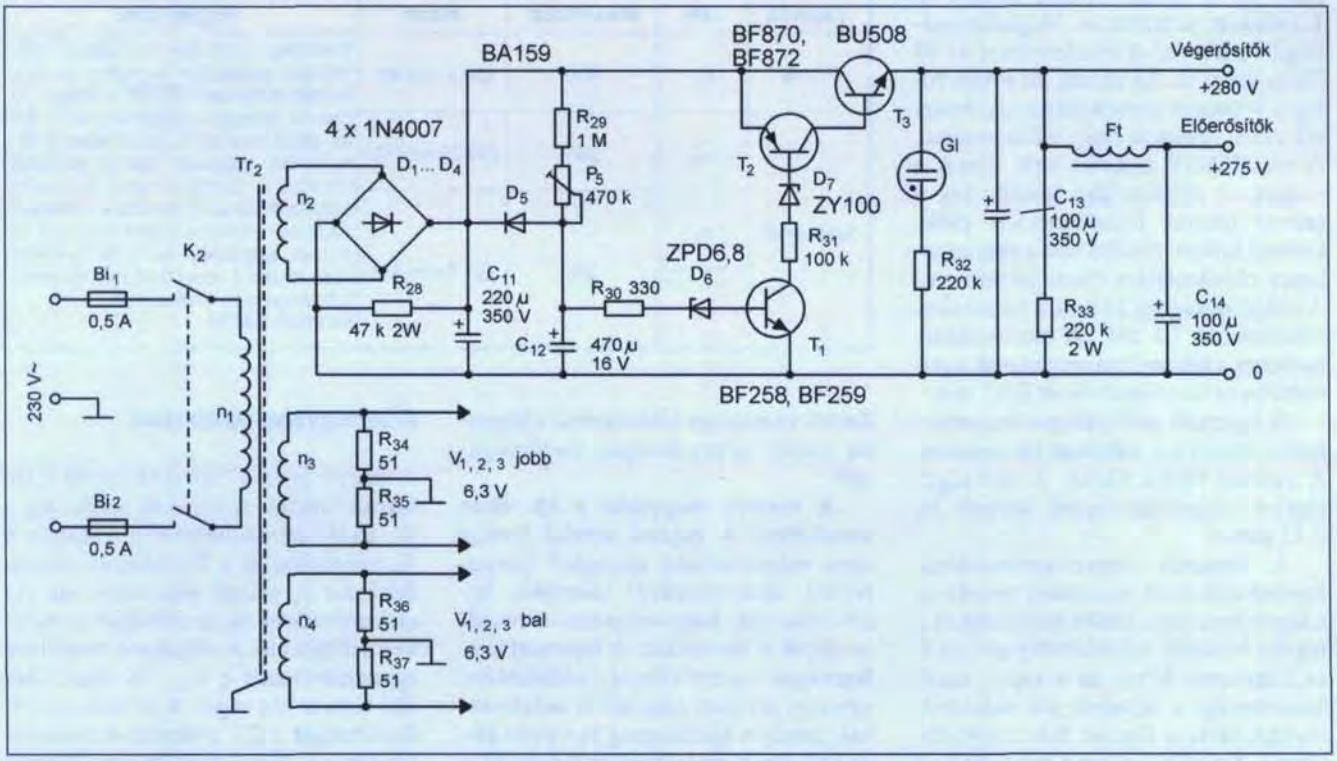
Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_5	866	Ø0,16 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között két sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag: SM 65 Légrés: 0,15 mm
	n_6			
	n_7			
Szekunder	n_1	113 leágazás 78	Ø0,5 mm Mz	
	n_2			
	n_3			
	n_4			
	nvcs. k.	75	Ø0,3 mm Mz	

hagyományos transzformátorra vonatkoznak. Újabban megjelent a kereskedelemben EI és M formátumban világosszürke vas. Mágneses szempontból hasonló, mint a hiperszil szalagmag. (A cikkeimben található hálózati és kimenő transzformátorok elkészítését vállalom.)

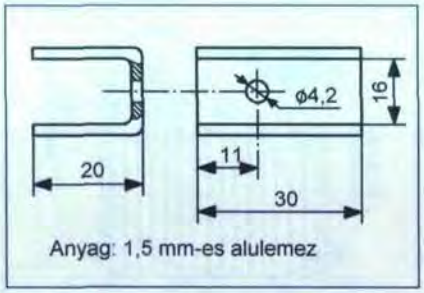
Sok olvasóm ragaszkodik a hagyományos lemezelt vasmaghoz. A 4%-os szilícium ötvözésű vasmagokkal jó minőségű, alacsony veszteségű transzformátor készíthető. Kimenő-transzformátornak a vékonyabb, 0,4 mm lemezvastagságú típust használjuk. Megfelelő méretezés mellett a hiperszil szalagmagra készített transzformátor és a lemezelt változat között alig van mérhető különbség. Térfogatban, súlyban a lemezelt vasmagok kb. 30…50%-kal nagyobbak, nehezebbek. A már idézett 13. ábrán az anódárammal előmágnesezett vasmagú transzformátor átvitelét láthatjuk, szinuszos táplálás esetén. Az ábra igazolja a légrés és a nagyméretű vasmag alkalmazását. A V_3 végerősítő cső 280 V-os tápfeszültségről üzemel. A mintapéldány anódáramát 38 mA-re



15. ábra. A kimenőtranszformátor és a fojtótekercs mechanikai kialakítása



16. ábra. A tápegység kapcsolási rajza



17. ábra. A T_3 tranzisztor hűtőfelülete

állítottam be. Az optimális illesztő ellenállást, katalógus adatok szerint, 5,2 kΩ-ra választottam. Mint azt már leírtam, a kimenő-transzformátor határozza meg a hangminőséget. Nem véletlen, hogy áruk magas. A Tr_1 kimenő-transzformátor tekercselési sorrendje, tekercseinek kötése a **14. ábrán** látható. A primer három azonos menetszámú tekercsből áll, melyeket sorba kapcsolunk. A szekunder tekercsek száma négy darab, ezeket párhuzamosan kötjük.

A Tr_1 transzformátort EI 82-es vasmagra készítettem, a pakett vastagság 30 mm, ez 7,5 cm² vasmagkeresztmetszetnek felel meg. Ez egy régebbi gyártású vasmag, előnye a nagy ablaknyílás. Az E és I lemezek között 0,1 mm-es szigetelő anyagot (transzformátorpapírt, prespánt, hostafán fóliát) helyezünk el. A transzformátor adatait az **1. táblázat** tartalmazza. Megtekercselhetjük a kimenő-transzformátort az EI 78-as vasra is. Az elmúlt 30 évben főleg a Videoton termékekben alkalmazták ezt a vastípust nagy előszeretettel. A váci HAGY terméke volt. Ennek a vasnak az ablaknyílása kisebb, így a primer tekercs huzalátmérőjét csökkenteni kellett. Ezáltal nőtt a primer tekercs rézellenállása (nem jelentősen). A pakettvastagság 28 mm, a vasmagkeresztmetszet 7,3 cm². A menetszámok azonosak a táblázatban megadottal, a primertekercs huzalátmérője itt Ø0,2 mm.

A hiperszil szalagmagos transzformátor adatait a **2. táblázat** tartalmazza. A vasmag típusa SM65. A szükséges légrést szigetelőanyaggal állítjuk be 0,15 mm-re.

A lemezelt transzformátoroknál, fojtótekercseknél visszatérő probléma a légrés betartása. Hiába helyezzük el a légrést biztosító szigetelőanyagot az E és I lemezek közé, ha a pajzs, mely összeszorítja a lemezek két oldaláról, rövidre zárja a légrést. Két megoldás létezik. Szigetelőanyagot helyezünk el a pajzs és a transzformátor lemez közé.

3. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	885	Ø0,45 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön az Ø0,2 mm-es huzalból készült árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,15 mm-es szigetelés és az n_2 tekercs következik. Az n_2 és n_3 tekercs között 2 réteg 0,15 mm-es szigetelés. Az n_3 és n_4 tekercsek között 1 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag: M 85/45, A = 13 cm²
Szekunder	n_2	900	Ø0,28 mm Mz	
	n_3	26	Ø1,2 mm Mz	
	n_4			

4. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	940	Ø0,45 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön az Ø0,2 mm-es huzalból készült árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,15 mm-es szigetelés és az n_2 tekercs következik. Az n_2 és n_3 tekercs között 2 réteg 0,15 mm-es szigetelés. Az n_3 és n_4 tekercsek között 1 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag: EI 106/35, A = 12,3 cm²
Szekunder	n_2	955	Ø0,28 mm Mz	
	n_3	28	Ø1,2 mm Mz	
	n_4			

5. táblázat

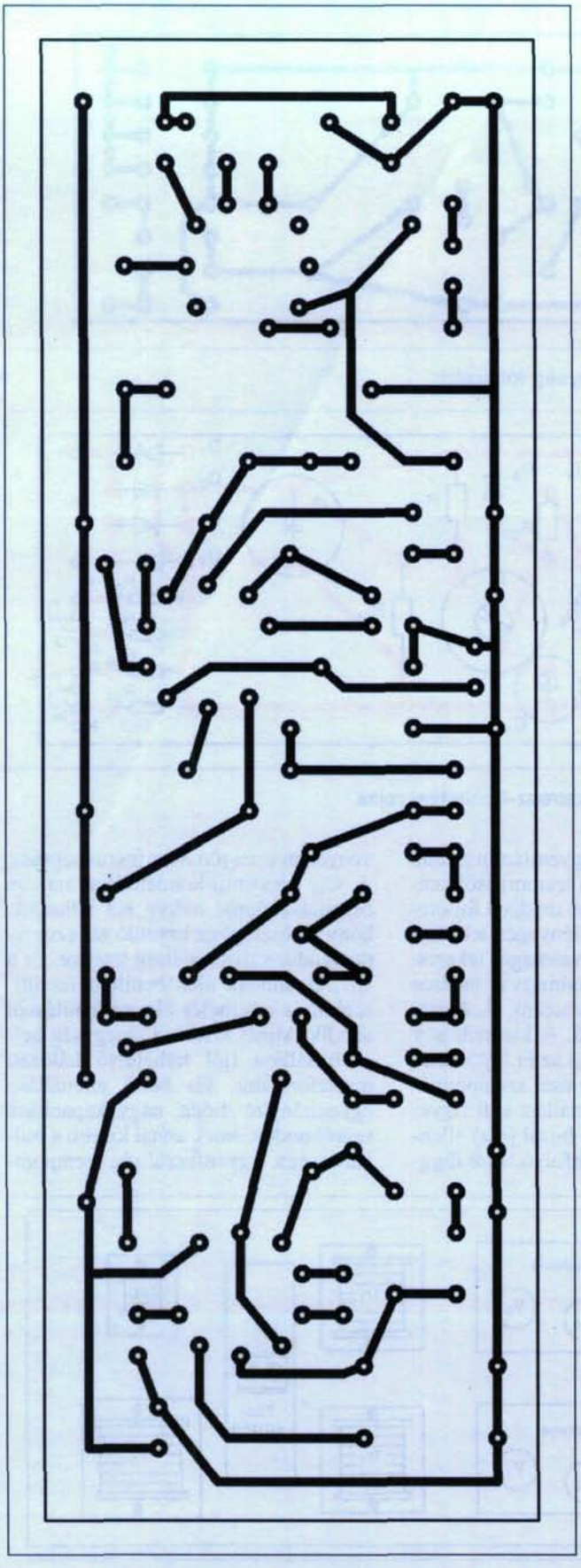
Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	960	Ø0,4 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön az Ø0,2 mm-es huzalból készült árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,15 mm-es szigetelés és az n_2 tekercs következik. Az n_2 és n_3 tekercs között 2 réteg 0,15 mm-es szigetelés. Az n_3 és n_4 tekercsek között 1 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag: SM 74
Szekunder	n_2	980	Ø0,25 mm Mz	
	n_3	28	Ø1,0 mm Mz	
	n_4			

Ennek vastagsága többszöröse a légrésbe épített szigetelőanyag vastagságának.

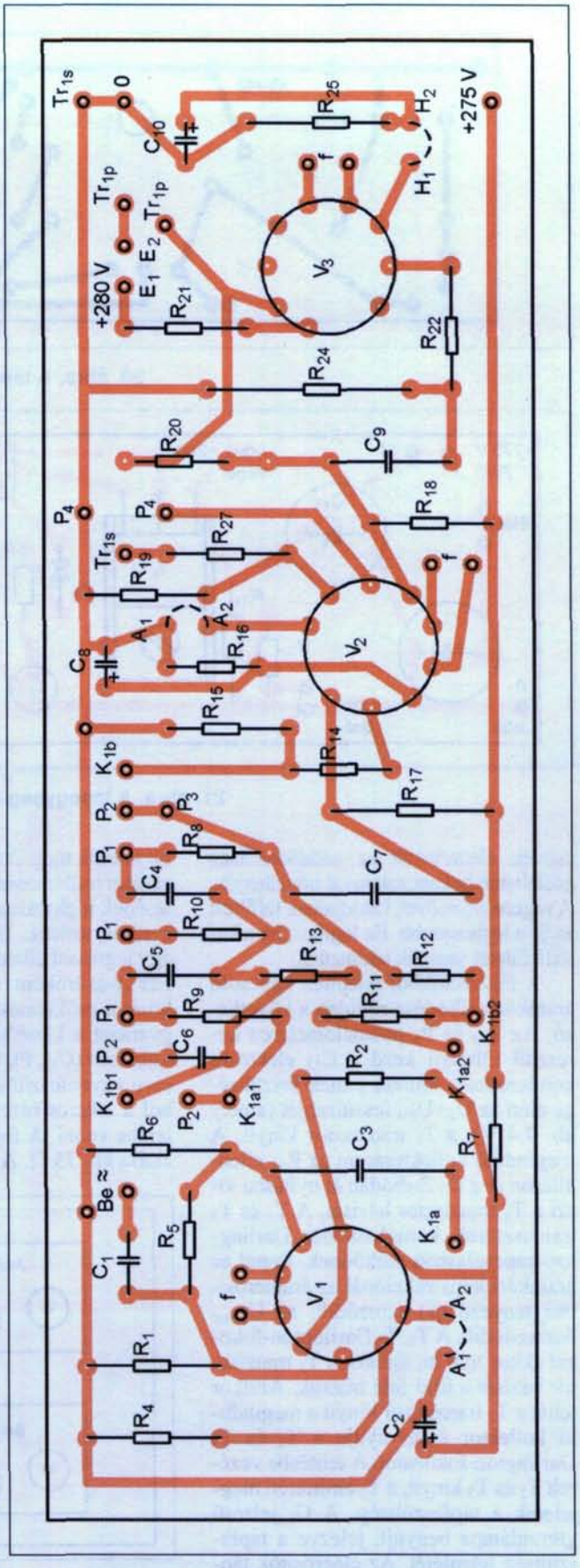
A korrekt megoldást a **15. ábra** szemlélteti. A pajzsot szorító lemezt nem mágnesezhető anyagból (sárgarézből, alumíniumból) készítjük, így elkerülhetjük, hogy mágnesesen rövidre zárjuk a lemezeket. A hiperszil szalagmagok szerelvényei oldalanként egy-egy prespán szigetelést tartalmaznak, amelyet a szalagmag és a pajzs közé kell elhelyezni. Ezzel csökkentjük a mágneses rövidzárt.

A tápegység felépítése

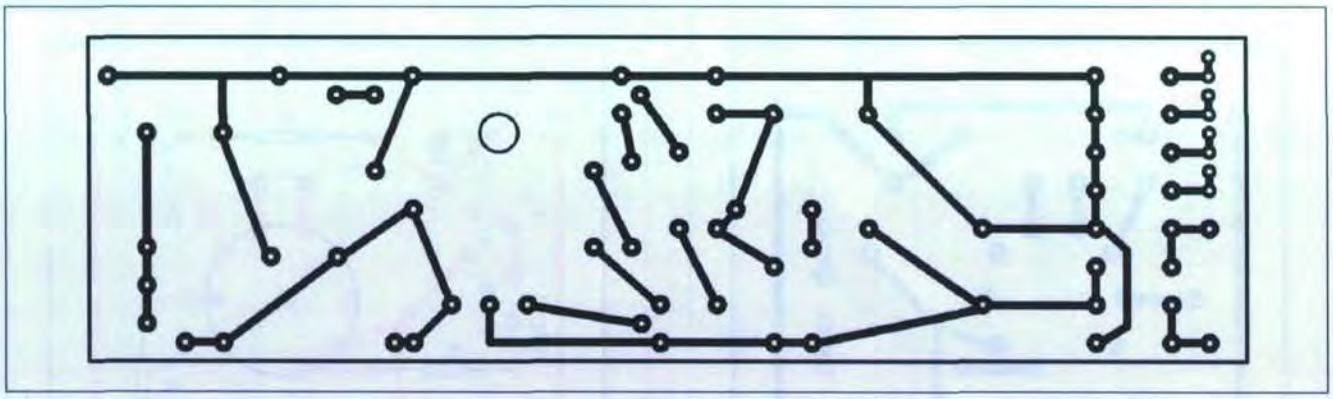
A tápegység elvi kapcsolási rajza a **16. ábrán** látható. A hálózati feszültség a Bi_1 és Bi_2 olvadóbetéteken, valamint a K_2 kapcsolón át a Tr_2 hálózati transzformátor n_1 primer tekercsére jut. Az elektroncsövek tápfeszültségét az n_2 tekercs állítja elő. A váltakozó feszültség egyenirányítását a $D_1 \ldots D_4$ diódákból álló Graetz-hid végzi. A pulzáló egyenfeszültséget a C_{11} elektrolit-kondenzátor simítja. Előző cikkeimben többször leírtam, hogy a ma már drága elektron-



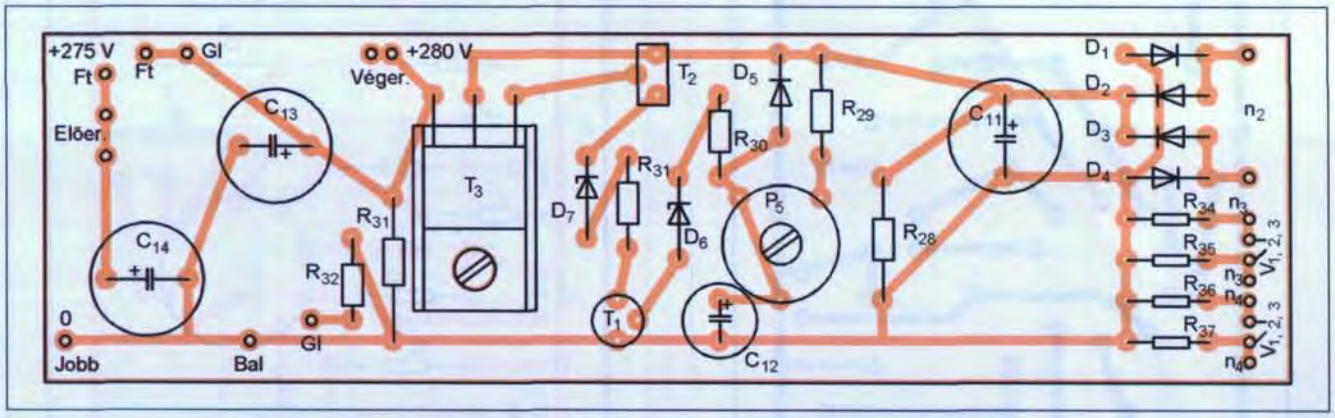
18. ábra. Az erősítő fóliarajza



19. ábra. Az erősítő alkatrész-beültetési rajza



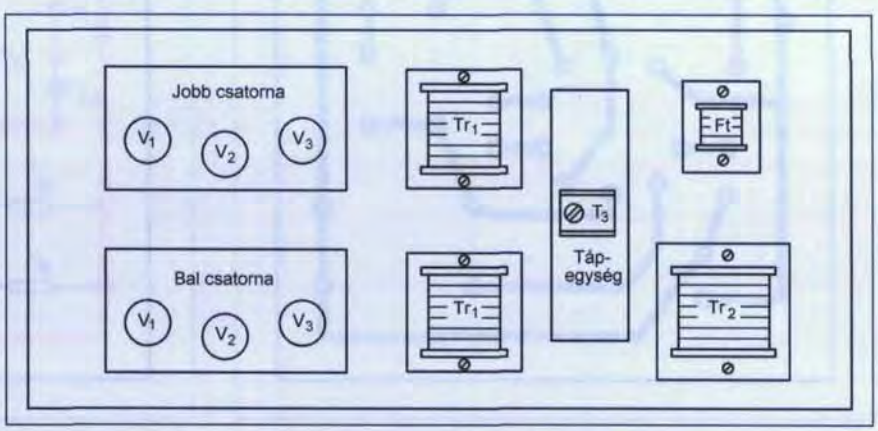
20. ábra. A tápegység fóliarajza



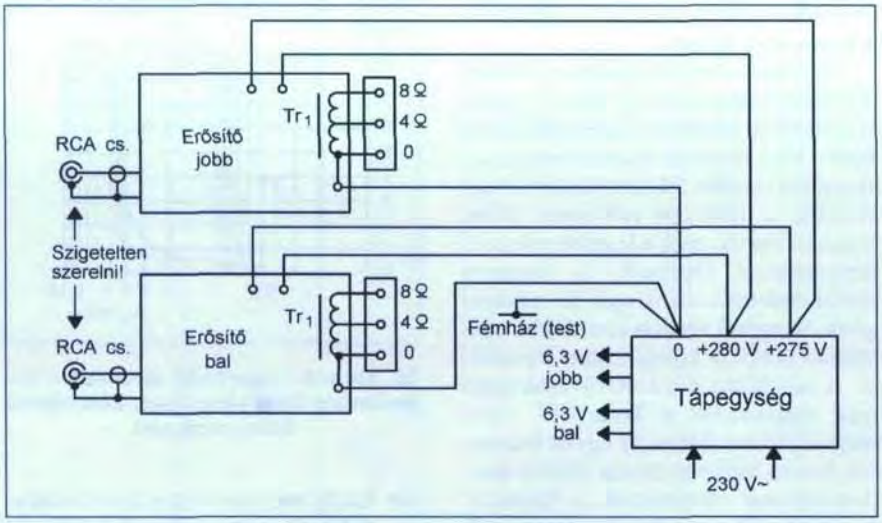
21. ábra. A tápegység alkatrész-beültetési rajza

csövek élettartamát az anódfeszültség késleltetett bekapcsolásával növelhetjük. A végerősítő csövek katódjainak felfűtési ideje a leghosszabb. Ez logikus, ha a katódfelületet vesszük tekintetbe.

A félvezetőkből felépített kapcsoló áramkör működése röviden a következő. Az R_{29} és P_5 potenciométeren keresztül töltődni kezd a C_{12} elektrolit kondenzátor. Amikor ennek feszültsége eléri az U_Z+U_{EB} feszültséget (amely kb. 7,4 V), a T_1 tranzisztor kinyit. A meginduló kollektoráram az R_{31} ellenálláson és a D_7 Z-diódán át nyitásba viszi a T_2 tranzisztor bázisát. A T_2 és T_3 tranzisztorok komplementer Darlington-kapcsolásban működnek. Ennél az áramköri konstrukciónál az áramerősítési tényező (β) szorzódik, az U_{ECsat} összeadódik. A T_2, T_3 Darlington-fokozat akkor nyit ki, amikor a T_2 tranzisztor bázisát a föld felé húzzuk. Amikor tehát a T_1 tranzisztor kinyit a meginduló kollektor áram nyitja a T_2 és T_3 Darlington-fokozatot. A telítésbe vezérelt T_2 és T_3 kinyit, a T_3 emitterén megjelenik a tápfeszültség. A G_l jelzésű glimmlámpa begyújt, jelezve a tápfeszültség jelenlétét. Az előerősítők tápfeszültsége az Ft fojtótekercsen keresztül jelenik meg. Az egyenirányítás után maradt hullámosság (brumm) csökkentésének leghatásosabb módja a fojtótekercses szűrés. Ez lényegét tekintve egy légréssel ellátott vasmagos tekercs. Ezt π-szűrőként alkalmazva, hatásos brumm csökkenést érhetünk el. A magyarázat a következő. A klasszikus π szűrőben (C_{13}, Ft, C_{14}) az Ft fojtótekercsen egyenfeszültség esés szempontjából a tekercs rézellenállást kell figyelembe venni. A fojtó huzal (réz) ellenállása kb. 75 Ω. Az átfolyó áram függvényében ezen jön létre feszültségesés. A C_{13} elektrolit-kondenzátor sarkain oszcilloszkóppal mérve azt láthatjuk, hogy fűrészfoghoz hasonló zaj szuperponálódik a tápfeszültség tetejére. Ez a D_1…D_4 diódák által betöltött feszültségből és a terhelés okozta kisülésből adódik. Minél kisebb a tápegység belsőellenállása (jól terhelhető hálózati transzformátor, kis belső ellenállású egyenirányító dióda, nagy kapacitású szűrőkondenzátor), annál kisebb a hullámossága. Egyenfeszültség szempont-



22. ábra. A panelok elhelyezése



23. ábra. Huzalozási rajz

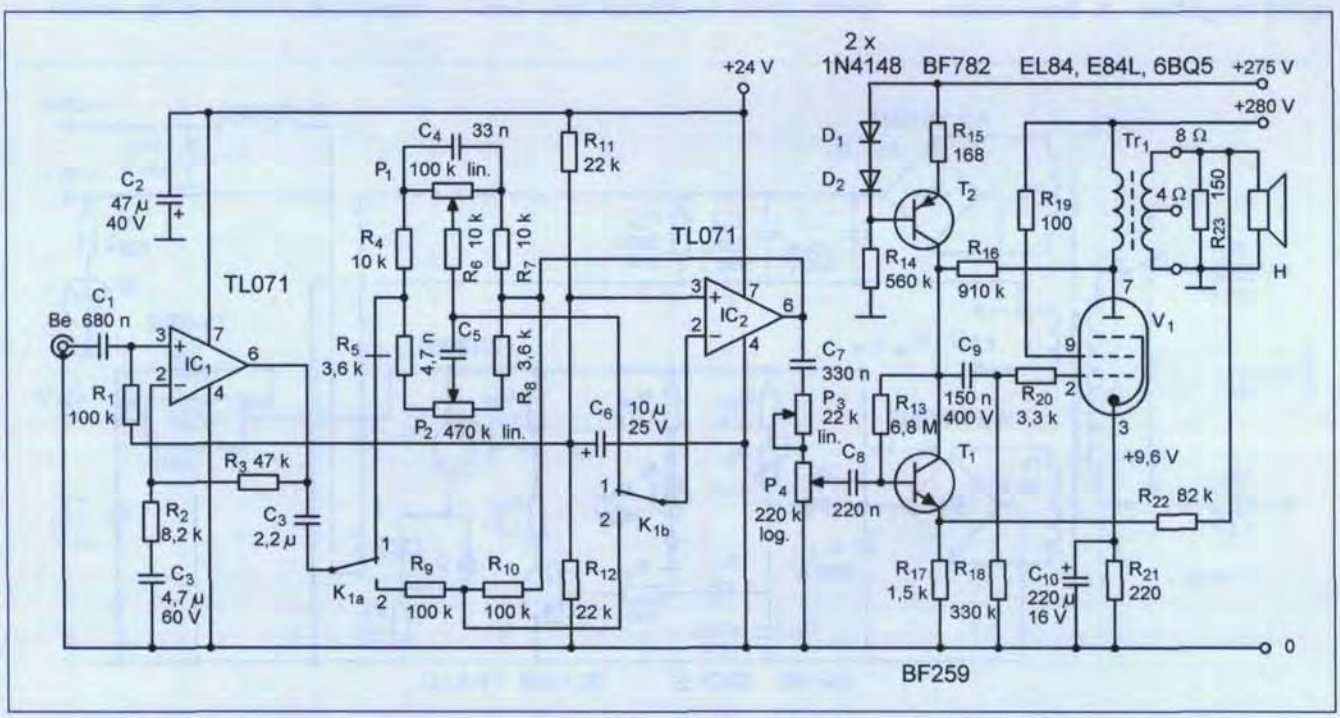
jából a fojtó alig jelent ellenállást, míg a hullámosság (brumm) esetében igen nagy ellenállást képvisel. Ezért hatásos a szűrőláncban. A fojtó induktivitásának nincs különösebb jelentősége. Gyakorlatilag 2 és 5 H közötti induktivitású fojtó megfelel az áramerősség figyelembevételével. Az Ft jelű fojtótekercs adatai a következők:

vasmag: EI 64,
pakettvastagság: 25 mm,
$A = 5\ cm^2$,
menetszám: 3100,
huzal: 0,3 mm Mz,
a vasmag légrése: 0,15 mm,
induktivitás: 3,3 H,
$R = 75\ \Omega$.

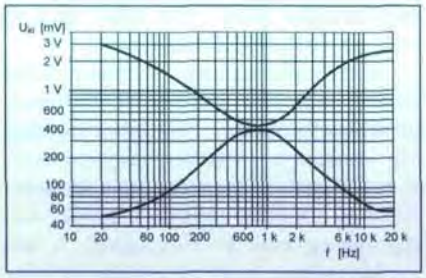
Az újabb gyártású, hasonló geometriai méretű lemez az EI 66. A fekete-fehér elektroncsöves televíziók hálózati fojtótekercse és kimenőtranszformátora készült erre a magra. A fojtótekercs eredeti állapotában nem felel meg, kompenzálótekercseket is tartalmaz, a szűrésben részt vevő tekercs menetszáma kevés (vastag huzal) – így induktivitása kicsi. Ezt tehát le kell bontani, és újra kell tekercselni.

A pakettvastagság 23 mm, a többi adat azonos az előzőével. A képkimenő-transzformátor pakettvastagsága 30 mm, a vasmagkeresztmetszet $A = 6{,}6\ cm^2$. A menetszám, a huzalátmérő és a légrést beállító prespán vastagsága egyezik az előzőekkel. A nagyobb vasmag miatt ez utóbbi fojtó induktivitása nagyobb, ami még hatásosabb szűrést biztosít.

Az elektroncsövek feszültségét az n_3 (jobb oldal) és az n_4 (bal oldal) tekercs állítja elő. Az R_{34}, R_{35}, valamint az R_{36}, R_{37} osztók a fűtőkörből eredő zajt csökkentik, a földpont szimmetrizálásával. A tápegység kimenetén lévő C_{13} és C_{14} elektrolit-kondenzátor kikapcsolás utáni kisülését a R_{33} ellenállás végzi el. A T_3 tranzisztor telítésben van üzemi körülmények között. Disszipációja a kollektor-emitter szaturációs feszültség és az átfolyó áram szorzata. Képletben kifejezve $P_D = U_{CEsat} \cdot I_{Cmax}$. A jobb és bal oldali csatornát összegezve kb. 0,2 W disszipálódik el a T_3 tranzisztoron. Ennek ellenére hűtőfelületre szereltem. Rajza a **17. ábrán** látható. A tranzisztor és a hűtőfelület közé csillámlemezt helyezünk. Így a hűtőfelület semleges potenciálon van, elkerülhetünk egy esetleges áramütést. A Tr_2 hálózati transzformátor elkészíthető lemezelt, vagy hiperszil szalagmagra. A



24. ábra. A hibrid erősítő kapcsolási rajza



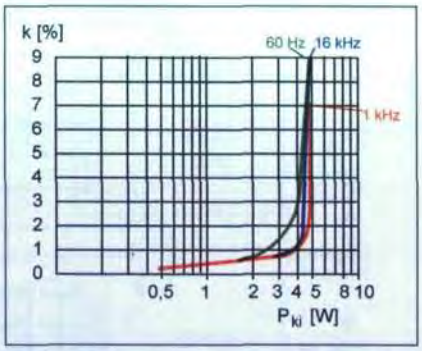
25. ábra. A hangszínszabályozó átvitele maximális emelés, ill. vágás esetén

lemezelt vasmagú lehet M, vagy EI formátum. A **3. táblázat** az M, a **4. táblázat** az EI, míg az **5. táblázat** a hiperszil szalagmagra készített transzformátor adatait tartalmazza. A transzformátorokat túlméreteztem, folyamatos, több órás üzem után sem melegednek.

Megépítés, élesztés

Az erősítő fóliarajzát a **18. ábra**, míg alkatrész-beültetési rajzát a **19. ábra** tartalmazza. A nyomtatási rajz a hazai gyártású nyomtatott áramköri csőfoglalatokra épült. Az ellenállások lábkiosztása olyan, hogy régebbi gyártású Remix, R510 és a MLT (szovjet) ellenállások is beépíthetők. Ezek fémréteg ellenállások, teljesítményük 0,5 W. A kereskedelemben jelenleg színjelöléses 0,6 W-os fémréteg ellenállások vásárolhatók. Az ettől eltérő terheltségű ellenállások teljesítményét a kapcsolási rajzon megadtam. A kondenzátorok üzemi feszültsége szintén megtalálható a kapcsolási rajzon.

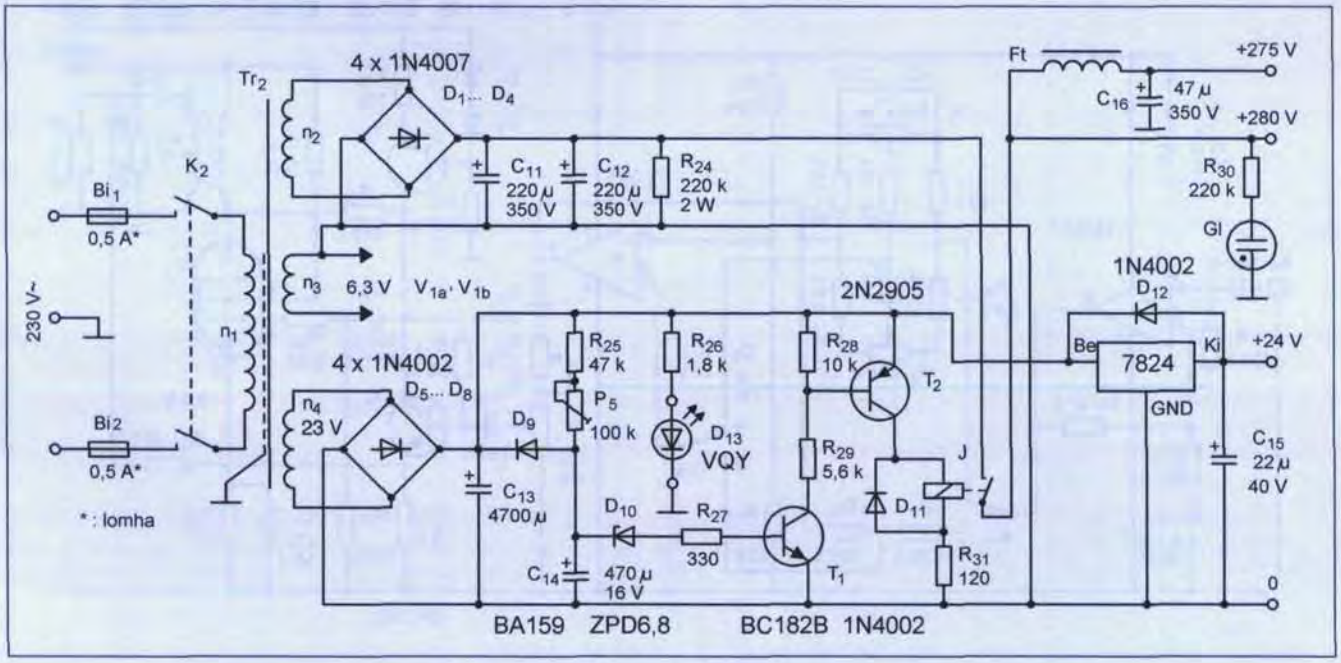
Az elektroncsöves hangtechnikával foglalkozó olvasóim egy része központi kérdésnek tekinti az egyes fokozatok között lévő csatolókondenzátor típusát. Hangfrekvenciás fokozatokba jól megfelelnek a fémezett poliészter fóliás kondenzátorok, ezek a legtöbb műszaki kereskedőnél kaphatók. A Siemens tömbkondenzátorai is igen jó minőségűek. Hangfrekvenciás áramkörbe nem szabad kerámia kondenzátort használni. A velem hasonló korú olvasók talán még emlékeznek a Terta 811 orsós magnetofonra. Ebben az egyes fokozatok között kerámia tárcsa (fillér) kondenzátorokat alkalmaztak. A készülék egyébként jól szólt, de a kondenzátorok mikrofóniát okoztak. Ha például csavarhúzó nyelével megütöttük, kellemes csilingelő hang jött a hangszóróból. A másik hibája a kerámia kondenzátornak a kapacitás változása hőmérséklet függvényében. A harmadik hátrányos tulajdonsága, hogy kapacitása jelentősen változik a sarkain lévő feszültség függvényében. Felvetődik a kérdés: Miért használják, gyártják? Ezt a kondenzátort rádiófrekvenciás célra készítették, ahol teljesen mások az üzemi feltételek. Óriási előnye ennek a kondenzátor típusnak, hogy minimális az indukciója. Az elektrolit kondenzátoroknál a következőt vegyük figyelembe. Beépítésre az előírt, vagy annál nagyobb üzemi feszültségű típus kerül-



26. ábra. A végerősítő torzítása a teljesítmény függvényében, különböző frekvenciákon

jön. Eddig még nem írtam le a következő „trükköt". Amennyiben 5 évnél idősebb elektrolit kondenzátort építünk az erősítőbe, formálni kell. Létezik néhány cég, mint a svéd RIFA, mely Long-Life (hosszú élettartamú) elkókat gyárt. Ezek ára többszöröse a kommersz (polgári) célra gyártott egyedek áraihoz képest.

A formálás a következőképpen történik. Az elektrolitkondenzátort 1...2 kΩ-os, 5 W-os ellenálláson át az üzemi feszültségre töltjük fel. A feszültséget mérjük az elkó sarkain, és ha az nem megy fel a névleges érték közelébe (például csak annak a feléig növekszik), akkor azt a példányt kidobhatjuk, mert használhatatlan. Miután a feszültség megállt, nem emelkedik tovább, lekapcsoljuk a tápról és egy vezeték se-



27. ábra. A tápegység kapcsolási rajza

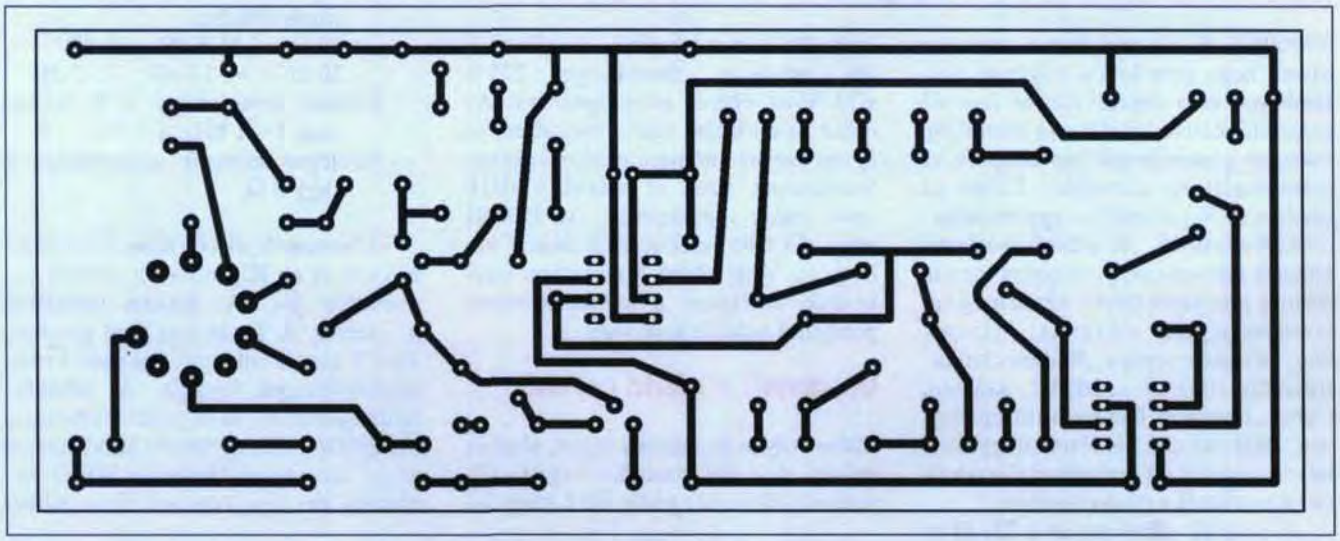
gítségével kisütjük (ildomosabb azért egy néhány száz ohmos ellenállással végezni a kisütést). Ezután újból töltjük és kisütjük. Néhány ilyen ciklus után a kondenzátor egyre gyorsabban éri el a töltőfeszültséget. Az ilyen kondenzátort beépíthetjük az erősítő paneljaiba.

A hangerősítő fóliarajzát és a kimenőtranszformátorát úgy készítettem el, hogy a végerősítők bármelyikét kipróbálhassák, üzemeltethessék. A végerősítő típusait különböző huzal átkötésekkel hozhatjuk üzemképes állapotba. A 7.a ábra kapcsolásánál összekötjük az E_1 és az E_2, valamint a H_1 és a H_2 pontokat. A 7.b ultralineár kapcsolásnál az E_1 pontot a kimenőtranszformátor leágazására kötjük. A 7.c ábrarészleten látható Quad-kapcsolást a következő módon hozhatjuk üzembe. Az E_1 és E_2 pontokat összekötjük. A H_1 és H_2 pontok közé a Tr_1 kimenőtranszformátor tekercseinek bekötése szerint az nvcs jelű visszacsatoló tekercset kapcsoljuk.

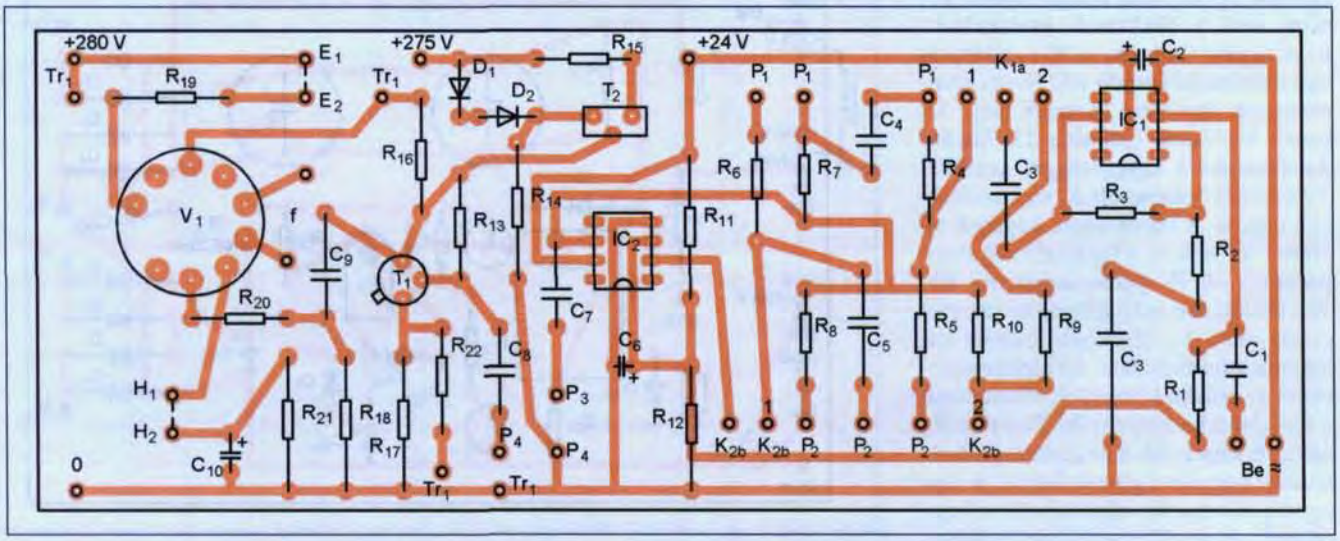
A kimenő transzformátor kezdet–vég tekercsvégeit jelölni kell. Az általam készített transzformátoron a kivezetésnél következetesen a kezdet piros, a vég szürke a primer tekercsnél. A hangszóró oldali szekunder tekercsnél szintén színjelölést alkalmazok a 0, a 4 és a 8 Ω-os kivezetéseknél. Így az összekötéseknél elkerülhetjük a hibás sorrendet.

A fűtésvezetéket a panel fóliaoldalán visszük végig, összesodorva, ennek mágneses tere kisebb, mint a párhuzamos vezetéknek. A novál csőfoglalat 9-es pontját a 6N1P, az ECC85 és a 6AQ8 esetén földre kötjük, ez a két trióda közötti árnyékolás, a fűtést a 4-es, és 5-ös lábra kapcsoljuk. Az ECC81 és amerikai jelölés szerint a 12AT7 jelű elektroncső 6,3 V-os és 12,6 V-os üzemre is alkalmas. Az általam használt 6,3V-os fűtőfeszültségnél a novál csőláb 4-es, és 5-ös lábát közösítjük, a fűtés másik pontja a 9-es láb. Tehát amennyiben a V_1 és V_2 elektroncsövek helyén 6N1P, ECC85, 6AQ8 elektroncsöveket alkalmazunk, melyek fűtőfeszültsége 6,3 V, akkor a fűtés vezetéket a 4-es és 5-ös lábra kötjük. A panelon, az alkatrész oldalon összekötjük a V_1 és a V_2 csőnél az A_1 és A_2 pontokat.

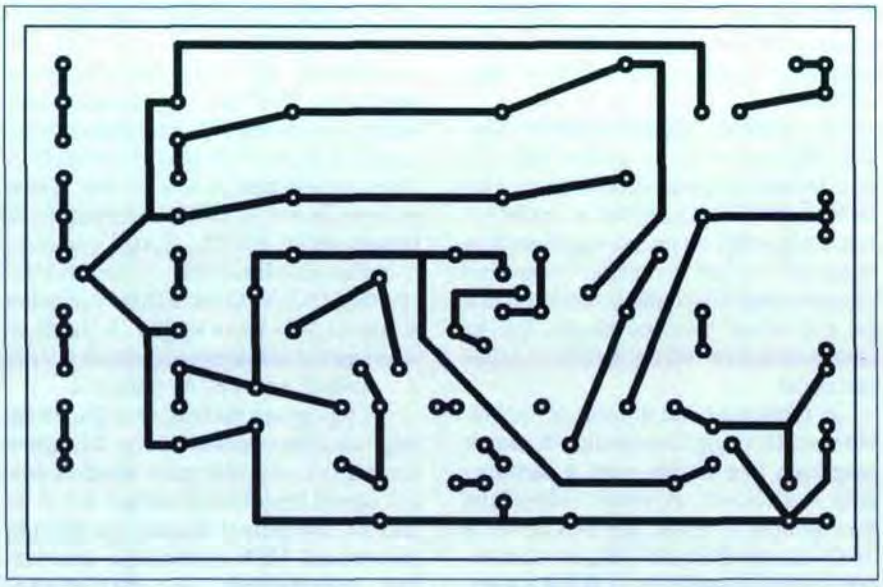
A tápegység fóliarajzát a **20. ábra**, míg alkatrész-beültetését a **21. ábra** szemlélteti. Az elektrolit kondenzátorok üzemi feszültségét tartsuk be! A T_3 jelű BU508 helyett bármilyen hasonló paraméterű NPN struktúrájú tranzisztort beépíthetünk, pl.: BU2508AF,



28. ábra. A hibrid erősítő fóliarajza



29. ábra. A hibrid erősítő alkatrész-beültetési rajza



30. ábra. A tápegység fóliarajza

S2000AF. E két tranzisztor tokozása olyan, hogy nem kell a szigetelő csillámlemez és a rögzítő csavar feje alá szigetelő alátét. Az előlapra szerelhető tokozott glimmlámpákban beépítik az áram korlátozó ellenállást. Ebben az esetben az R_{32} ellenállást egy rövidzárral helyettesítjük. Az erősítő mechanikájának elkészítését olvasóimra bízom. Akinek nincs erre ötlete, nézze meg valamelyik régebbi cikkemet. Ajánlom, hogy olvassák végig a „Rádiótechnika" folyóirat 2003/11. ... 2004/1. számait. Címe: „Praktikák hangerősítők építéséhez". Néhány elvi kérdésen túl gyakorlati tanácsokat ad (rajzokkal illusztrálva) a mechanika elkészítéséhez.

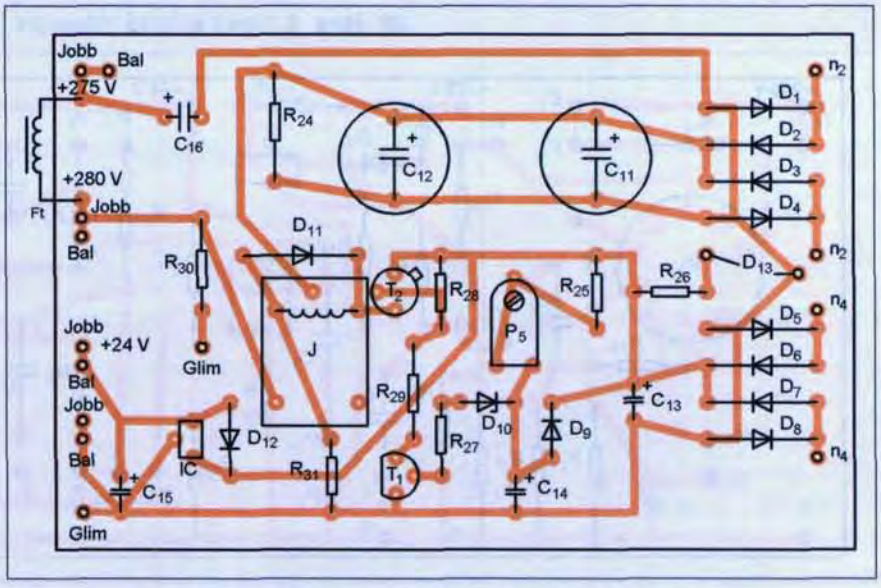
A panelok elhelyezését a **22. ábra** mutatja be. Huzalozzuk össze a sztereó erősítőt. Az erősítők huzalozásánál kerülni kell a földhurok kialakulását. Ezek zúgást okoznak, az 50 és a kétutas egy irányításból eredő 100 Hz-es komponensek egyszerre jelennek meg. Jól bevált huzalozás látható a **23. ábrán**. Az élesztést a tápegységgel kezdjük. Az erősítőt bekapcsoljuk, elektroncsövek nélkül. A tápegységre kapcsolt G_1 glimm fénye jelzi a tápfeszültség megjelenését. A P_5 potenciométerrel kb. 30 s késleltetési időt állítunk be. Ez elegendő idő a V_3 végerősítő csövek katódjainak felfűtéséhez. Az elektroncsöveket az erősítő kikapcsolt állapotában a foglalatukba helyezzük. Zárjuk a K_2 hálózati kapcsolót, a késleltetési idő elteltével begyújt a glimm lámpa. A tápegység kimenetén ellenőrizzük a végerősítők és az előerősítők tápfeszültségét. Névleges (230 V) tápfeszültségnél 280 ±20 V-ot mérhetünk. Az előerősítők névleges feszültsége 275 V ±20 V-os eltérés megengedhető. Az erősítő kapcsolási rajzán megadtam az egyes csövek anódjain mérhető egyenfeszültséget. Ezek az értékek a 6N1P orosz csőre vonatkoznak. Az ECC81 vagy ECC85 elektroncsöveknél néhány 10 V-tal eltérő feszültséget mérhetünk, amelynek a működés szempontjából nincs jelentősége.

Új „divat": a hibrid erősítő

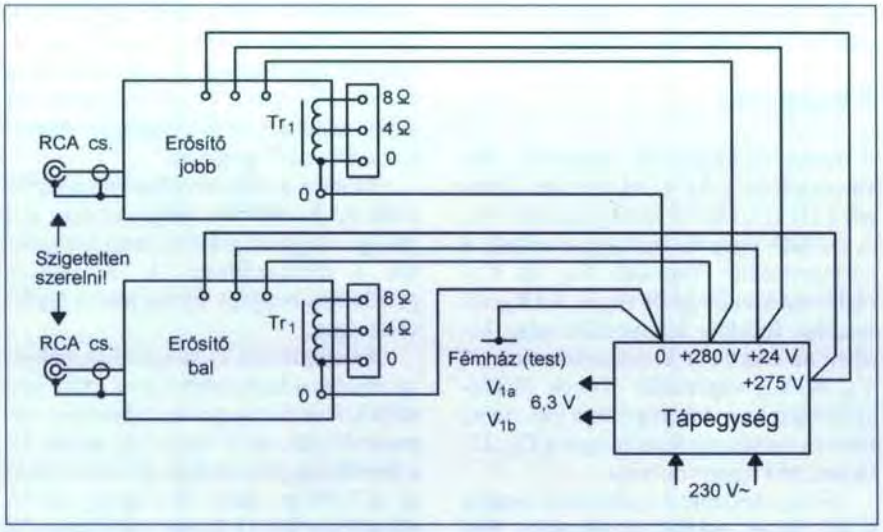
Láttam olyan kapcsolási rajzot, ahol az erősítő eleje elektroncső, a vége (a teljesítményfokozat) pedig FET vagy bipoláris tranzisztor. Ennek semmi értelme. A jellegzetes „csöves hangzást" az elektroncsöves végfok adja. Az előfok, amely hangerősítést, hangszínszabályozást végez, nem szól bele a hangképbe. Természetesen az általános elvárásoknak meg kell felelnie, ezek a torzítás, a frekvenciamenet, a dinamika stb. Ezt jó minőségű integrált áramkörökkel könnyebb megépíteni, mint elektroncsővel. A **24. ábrán** látható hibrid erősítő végcsöve az előzőekben is alkalmazott 6P14P (EL84). Az erősítő szolgáltatásai azonosak a 2. ábrán lévővel.

Műszaki adatai:
Bemeneti érzékenység: 100 mV (P_{ki} = 3W).
Bemeneti impedancia: 100 kΩ.
Hangszínszabályozó: K_1 kapcsoló 1-es állás, maximális emelés és vágás állásban.
20 Hz: + 17,5 dB; –18 dB,
20 kHz: + 13,3 dB; –13,3 dB.
Kimenő teljesítmény: 4 W szinuszos, f = 1 kHz, k = 1%.
Névleges kimenő impedancia: 4 vagy 8 Ω.

A bemeneti jel a C_1 csatoló kondenzátoron át az IC_1 műveleti erősítő bemenetére jut. A fokozat erősítése 6,7-szeres. A Texas cég által gyártott, TL071 típusú integrált áramkör kettős tápfeszültségre készült. A féltápfeszültséget az R_{11} és R_{12} osztó biztosítja, hidegítését a C_6 elektrolit kondenzátor végzi. Az integrált áramkör BIFET bemenetű, kis zajú, korszerű típus. Külső



31. ábra. A tápegység alkatrész-beültetési rajza



32. ábra. Az erősítő kábelezési rajza

kompenzálást nem igényel. Hasonló felépítésű a TL081-es típus, zaja valamivel nagyobb. Ez is megfelel, mivel relatíve nagy a bemenő szint.

A felerősített jel a C_3 kondenzátoron át a Baxandall-típusú hangszínszabályozó fokozatra kerül. Ez az RC elemekből felépített hálózat az IC_2 műveleti erősítő visszacsatoló hálózatát alkotja.

A hangszínszabályozó keresztezési frekvenciája 800 Hz. A hangszínszabályozó frekvenciamenete maximális emelés és vágás helyzetében a **25. ábrán** látható. A mélyhangok átvitelét a P_1, míg a magas hangok átvitelét a P_2 potenciométer állása határozza meg. Mindkét potenciométer lineáris karakterisztikájú.

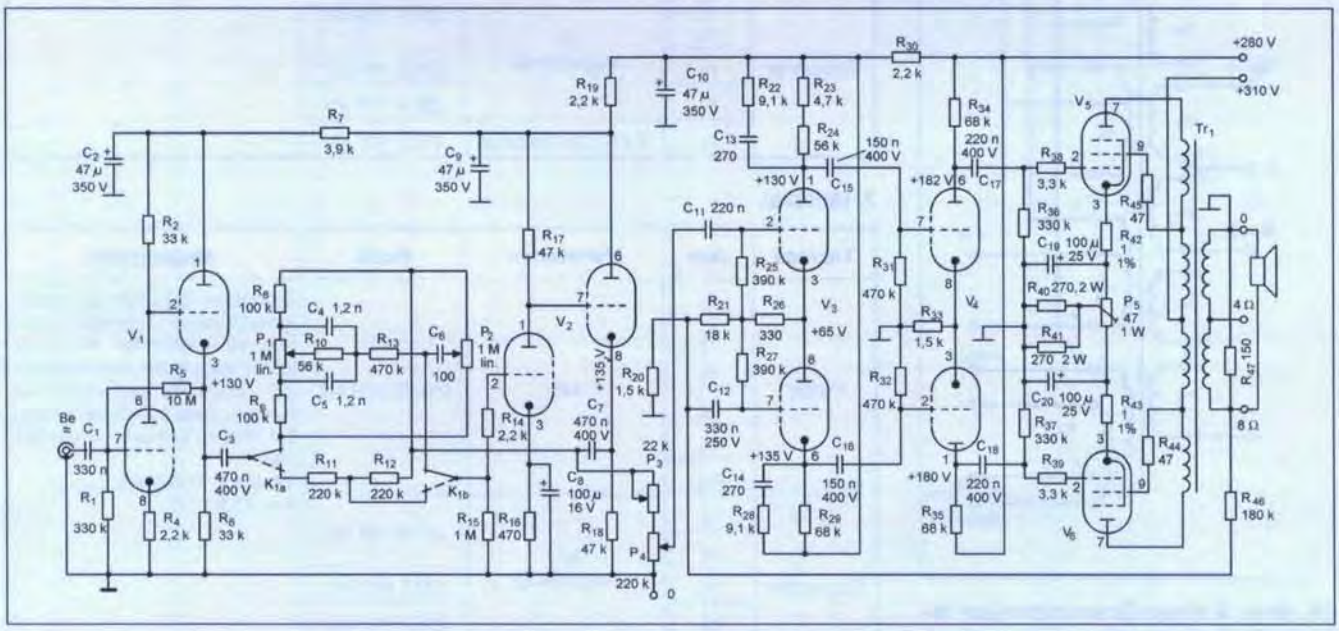
Az IC_2 kimenetéről a jel a C_7 kondenzátoron át a P_3 balanszszabályozó potenciométerre jut. A 22 kΩ-os, lineáris karakterisztikájú potenciométert keresztbe kötjük a 4. ábra szerint. A P_4, logaritmikus karakterisztikájú potenciométer csúszkájáról a jel a C_8 kondenzátoron át a T_1 tranzisztor bázisára jut. A T_1 tranzisztor munkapontját az R_{13} ellenállás állítja be. Ez az ellenállás negatív feszültség visszacsatolást hoz létre.

Az R_{17} ellenállás sarkain negatív áram visszacsatolás jön létre. A két visszacsatolás beállítja, stabilizálja a fokozat erősítését, egyenáramú munkapontját. A tranzisztor paraméterektől függetlenül működik az áramkör. A T_1 tranzisztor kollektor munkaellenállása a T_2 pnp tranzisztorral realizált áramgenerátor. Feszültségerősítő áramkörök esetén az „aktív" anód munkaellenállás (áramgenerátor) növeli a fokozat erősítését, kivezérelhetőségét, csökkenti torzítását.

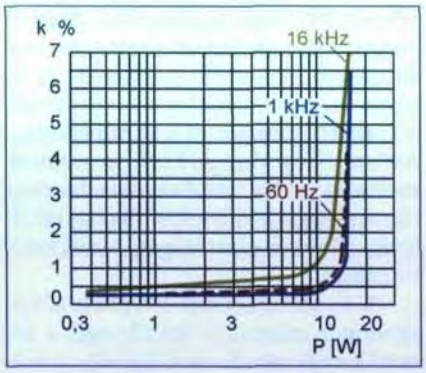
A T_2 tranzisztorral felépített áramgenerátor referencia feszültségét a D_1 és a D_2 szilíciumdióda állítja elő. A diódák előfeszítését az R_{14} ellenállás végzi. Az áramgenerátor kimenő áramát az R_{15} emitterköri ellenállás értéke határozza meg. Az elektroncsöves teljesítményfokozat (V_1) kialakítása olyan, hogy a 7. ábrán bemutatott kapcsolások bármelyikét üzemeltethetjük. A nyomtatott áramköri lap itt is úgy készült, hogy néhány pont átkötésével bármelyik végerősítő kapcsolás működőképes. A 24. ábrán az „a" változat látható. Ez két negatív visszacsatolást tartalmaz.

A kimenőtranszformátor 8 Ω-os (szekunder) tekercséről az R_{22} ellenálláson át a T_1 tranzisztor emitterébe csatolunk vissza. Ennek nagysága 16,3 dB. A következő negatív visszacsatolást a R_{16} ellenállással hozzuk létre, értéke –9,4 dB.

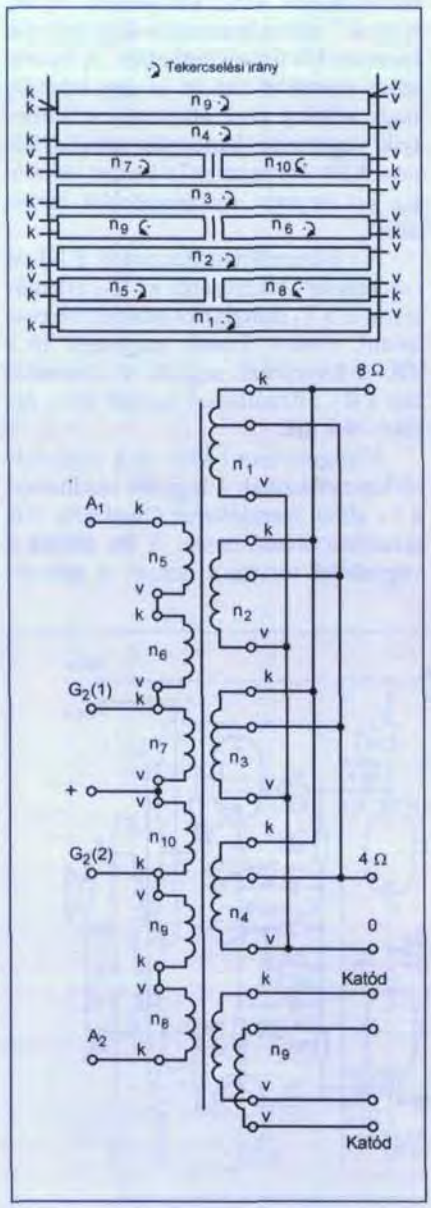
Végigmértem 1 kHz-en a végerősítő-kapcsolásokat; a legjobb eredményt a 7.c ábrán szemléltetett Quad adta. Ezt javaslom olvasóimnak. A **26. ábrán** a végerősítő torzítása látható a teljesít-



33. ábra. Az ultralineár erősítő kapcsolási rajza



34. ábra. Jelalaktorzítás a teljesítmény függvényében, különböző frekvenciákon



35. ábra. A kimenőtranszformátor tekercselési sorrendje, tekercseinek kötése

mény függvényében, különböző frekvenciákon, Quad kapcsolásban.

A tápegység

A tápegység kapcsolási rajzát a **27. ábra** szemlélteti. Az n_2 tekercs feszültségét a D_1...D_4 Graetz híd egyenirányítja. A pulzáló egyenfeszültség simítását a párhuzamosan kapcsolt C_{11} és C_{12} elektrolit kondenzátor végzi. Az R_{24} ellenállás feladata kikapcsolás után kisütni az elektrolit kondenzátorokat. A V_{1a} és V_{1b} végerősítő csövek fűtőfeszültségét az n_3 tekercs állítja elő. Az n_4 tekercs váltakozó feszültségét a D_5...D_8 Graetz híd egyenirányítja.

A C_{13} elektrolit kondenzátor simítja a 100 Hz-es pulzáló feszültséget. Ennek nagysága névleges hálózati feszültségnél +28...30 V. Erről a feszültségről működik a komplementer kapcsolású időzítő kapcsolás, valamint az előfokok számára +24V-os tápfeszültséget adó kapcsolás. Az anód (táp) feszültség késleltetett bekapcsolását végző áramkör működését az előző erősítő tápegységénél már leírtam. Az ajánlott 30 s. késleltetési időt a P_5 potenciométerrel lehet beállítani. A K_2 kapcsoló zárásakor a D_{13} LED gyújt be.

Amikor az általunk beállított tápfeszültség késleltetési ideje letelik, a J jelfogó meghúz, a kapcsokon megjelenik a tápfeszültség. A Gl jelzésű glimlámpa begyújt, fénye jelzi a tápfeszültséget.

Az előerősítő és hangszínszabályozó részére a tápfeszültséget a 7824 jelű stabilizátor állítja elő. A stabilizátor bemenetére kb. 30 V feszültség kerül. Ez a feszültség jut a késleltető kapcsolásra is. A J jelfogó üzemi feszültsége 24 V, ellenállása 840 Ω. Meghúzási árama 28 mA. Az R_{31} ellenállás a relére jutó feszültséget csökkenti. A relé típusa G5LE-1 (Omron), vagy TN313024 (Schrack), vagy JS1-24V (Nais-Thailand). A 12 V-os típus is megfelel, ekkor az R_{31} értéke 240 Ω.

6. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_5	440	Ø0,21 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között két sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Az n_4 és n_9 tekercs között 1 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. Vasmag: SM 82/a
	n_6			
	n_7			
	n_8			
	n_9			
	n_{10}			
Szekunder	n_1	88 leágazás 62	Ø0,4 mm Mz	
	n_2			
	n_3		Ø0,8 mm Mz	
	n_4		Ø0,4 mm Mz	
	n_9	2 x 60 duplaszállal	Ø0,3 mm Mz	

7. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_5	445	Ø0,22 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között két sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Az n_4 és n_9 tekercs között 1 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. Vasmag: EI 106/45, A = 15,8 cm2
	n_6			
	n_7			
	n_8			
	n_9			
	n_{10}			
Szekunder	n_1	89 leágazás 62	Ø0,4 mm Mz	
	n_2			
	n_3		Ø0,8 mm Mz	
	n_4		Ø0,4 mm Mz	
	n_9	2 x 60 duplaszállal	Ø0,3 mm Mz	

8. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n5	475	Ø0,22 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között két sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Az n_4 és n_9 tekercs között 1 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. Vasmag: M 102/35, A = 12 cm²
	n6			
	n7			
	n8			
	n9			
	n10			
Szekunder	n1	90 leágazás 67	Ø0,4 mm Mz	
	n2			
	n3		Ø0,8 mm Mz	
	n4		Ø0,4 mm Mz	
	n9	2 x 62 duplaszállal	Ø0,3 mm Mz	

Megépítés, élesztés

Az erősítő fólia rajzát a **28. ábra** tartalmazza. Az integrált áramköröket foglalatba helyezzük. Ebből többféle létezik, ajánlom a „precíziós" típust. Ez drágább, mint a többi, de megbízható, jó minőségű. A Tr_1 kimenő transzformátor azonos az előző kapcsolásban alkalmazottal.

A végerősítő változatait különböző átkötésekkel hozhatjuk üzembe, a 24. ábrán az „a" változatot rajzoltam meg. A „b" esetében (az ultralineár kapcsolásnál) zárjuk a H_1 és a H_2 pontot, az E_2 kivezetést a kimenőtranszformátor G_2 kivezetéséhez kötjük. A „c" esetében (a Quad-kapcsolásnál) zárjuk az E_1 és E_2 pontot, a visszacsatoló tekercs a H_1 és a H_2 pont közé kerül.

Az erősítő alkatrész-beültetését a **29. ábra** szemlélteti. A tápegység fóliarajzát a **30. ábrán**, míg alkatrész-beültetési rajzát a **31. ábrán** láthatjuk.

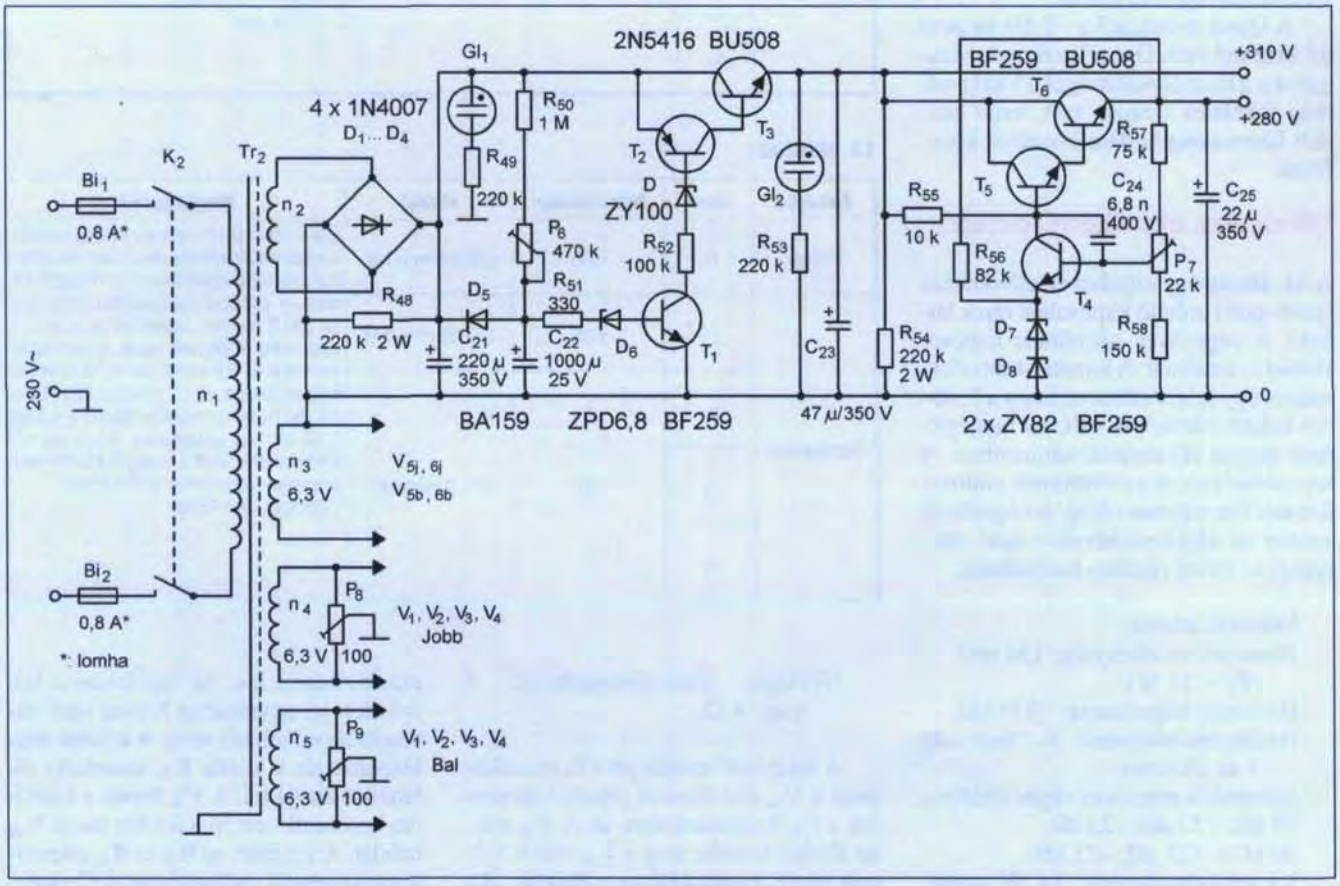
A Tr_2 hálózati transzformátor egyezik a 3., 4., 5. táblázatban levővel. Az n_4 fűtőtekercs helyére a 23 V-os tekercselés kerül. Adatai a táblázatokban: 3. – 94 me., Ø0,45 Mz; 4. és 5. – 102 me., Ø0,45 Mz.

Az Ft fojtótekercs azonos az előzőekben közöltekkel. A **32. ábrán** a huzalozási rajz található.

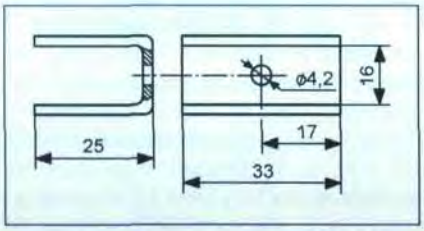
Az elektromos élesztés menete a következő. Húzzuk ki a panelból a V_1 végerősítő csövet. Zárjuk a K_2 hálózati kapcsolót. A D_{13} LED világít.

A P_5 potenciométerrel 30 s késleltetési időt állítunk be. Ennek elteltével meghúz a J jelfogó, begyújt a Gl glimlámpa, a kimeneti kapcsokon megjelenik a tápfeszültség. Kikapcsoljuk az erősítőt (K_2), visszahelyezzük a V_{1a} és V_{1b} elektroncsöveket. Zárjuk a K_2 kapcsolót.

Ha bemenőjel nélkül kattogó hang jön a hangszóróból, ellenőrizzük a szekunder, valamint a katódköri (nvcsk) jelű tekercs polaritás helyes bekötését.



36. ábra. A tápegység kapcsolási rajza



37. ábra. A T_3 és a T_6 hűtőfelülete

Összegezve az „A" oszt. szimpla végerősítőket. A teljesítmény–torzítás görbékről mindegyik kapcsolásban látható, hogy a mély hangok tartományában (60 Hz) jelentősen emelkedik a jelalak torzítás (klirr-faktor). Ez a cikk elején leírt kimenő-transzformátor előmágnesezésből adódik. Szerencsére az emberi fül ezen a frekvencián nem észleli a jelalak torzulást. Megvizsgáltam 100 Hz és 1 kHz-es négyszögjellel az erősítőt. (A hanggenerátor a P_3 potenciométer bementére lett kapcsolva). A 100 Hz-es négyszögjelnél 10%-os tetőesést mértem.

Az 1 kHz-es négyszögjel tökéletes volt. Túllövést, belengést, tetőesést nem láttam. A végerősítőt 2 W kimenő-teljesítménynél végigmértem a frekvencia függvényében.

A Quad-erősítőnél a –3 dB-es pont 55 kHz-nél volt. Oszcilloszkópon vizsgálva a kimenőfeszültséget 35 kHz-nél még tökéletes szinusz volt, majd kezdett háromszög hullámformához közelíteni.

Ultralineár, ellenütemű erősítő

A **33. ábrán** egy ultralineár, ellenütemű (push-pull) erősítő kapcsolási rajza látható. A végcsövek ultralineár kapcsolásban üzemelnek. A kimenő-transzformátort úgy készítettem el, hogy a 7. ábrán látható bármelyik változat megépíthető legyen ellenütemű változatban. A kapcsolási rajzon az ultralineár változat látható. Ezt mértem végig. A végerősítő azokra az elektroncsövekre épül, melyeket az előző részben használtam.

Műszaki adatok:
Bemeneti érzékenység: 130 mV (P_{ki} = 12 W).
Bemeneti impedancia: >330 kΩ.
Hangszínszabályozó: K_1 kapcsoló 1-es állásban.
Maximális emelés és vágás állásban
20 Hz: +22 dB; –22 dB
20 kHz: +23 dB; –23 dB
Kimenőteljesítmény: 14 W szinuszos (f = 1 kHz, k = 1%).

9. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	644	Ø0,55 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön a Ø0,2 mm-es huzalból készült árnyékolás, amelynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,15 mm-es szigetelés és az n_2 tekercs következik. Az n_2 és n_3 tekercs között 2 réteg 0,15 mm-es szigetelés. Az n_3 és n_4 tekercsek között 1 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag: M 102/52, A = 18 cm²
Szekunder	n_2	700	Ø0,35 mm Mz	
	n_3	19	Ø1,2 mm Mz	
	n_4			
	n_5			

10. táblázat

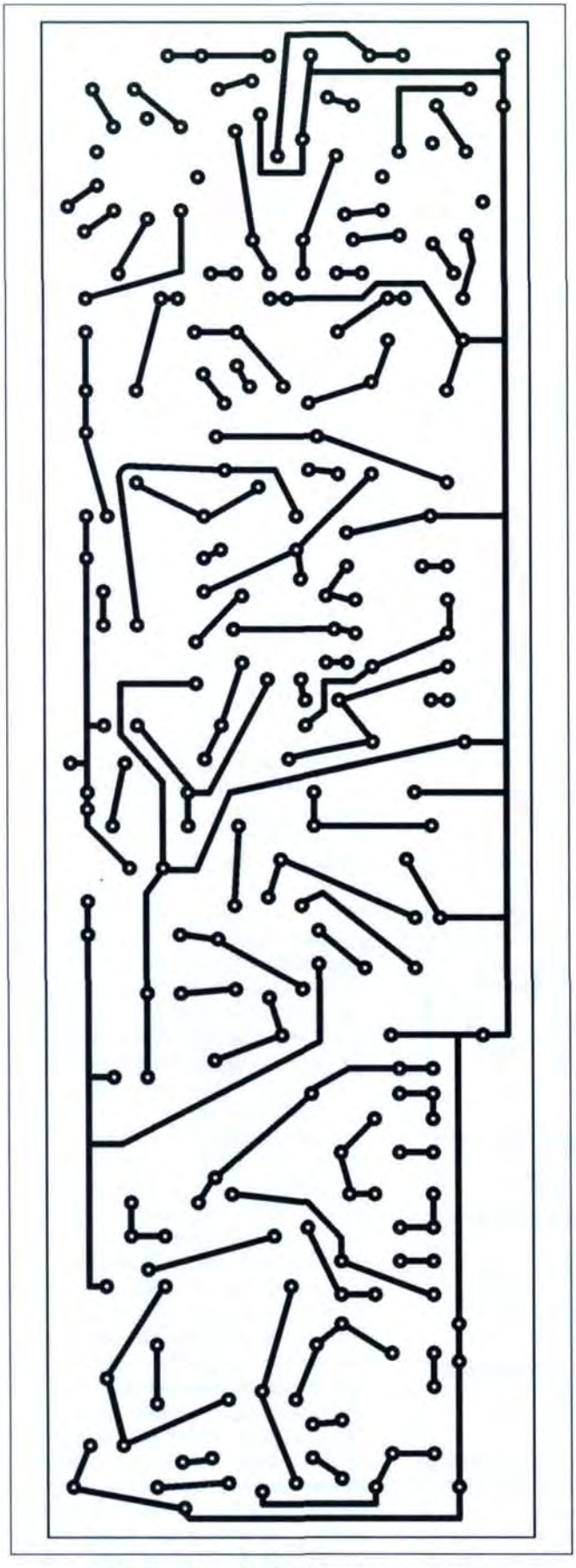
Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	730	Ø0,55 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön az Ø0,2 mm-es huzalból készült árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,15 mm-es szigetelés és az n_2 tekercs következik. Az n_2 és n_3 tekercs között 2 réteg 0,15 mm-es szigetelés. Az n_3 és n_4 tekercsek között 1 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag: EI 106/45, A = 15,8 cm²
Szekunder	n_2	800	Ø0,35 mm Mz	
	n_3	22	Ø1,2 mm Mz	
	n_4			
	n_5			

11. táblázat

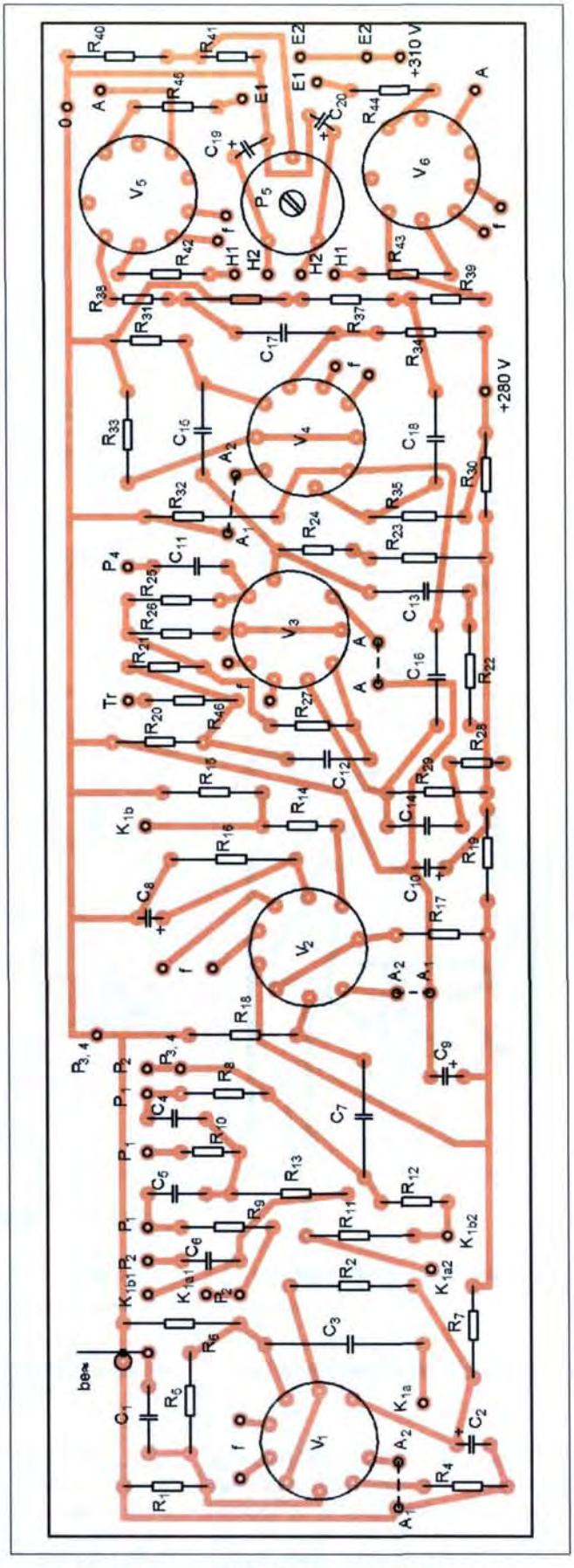
Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	600	Ø0,55 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön az Ø0,2 mm-es huzalból készült árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,15 mm-es szigetelés és az n_2 tekercs következik. Az n_2 és n_3 tekercs között 2 réteg 0,15 mm-es szigetelés. Az n_3 és n4 tekercsek között 1 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag: SM 85/b
Szekunder	n_2	655	Ø0,35 mm Mz	
	n_3	18	Ø1,2 mm Mz	
	n_4			
	n_5			

Névleges kimenőimpedancia 4 vagy 8 Ω.

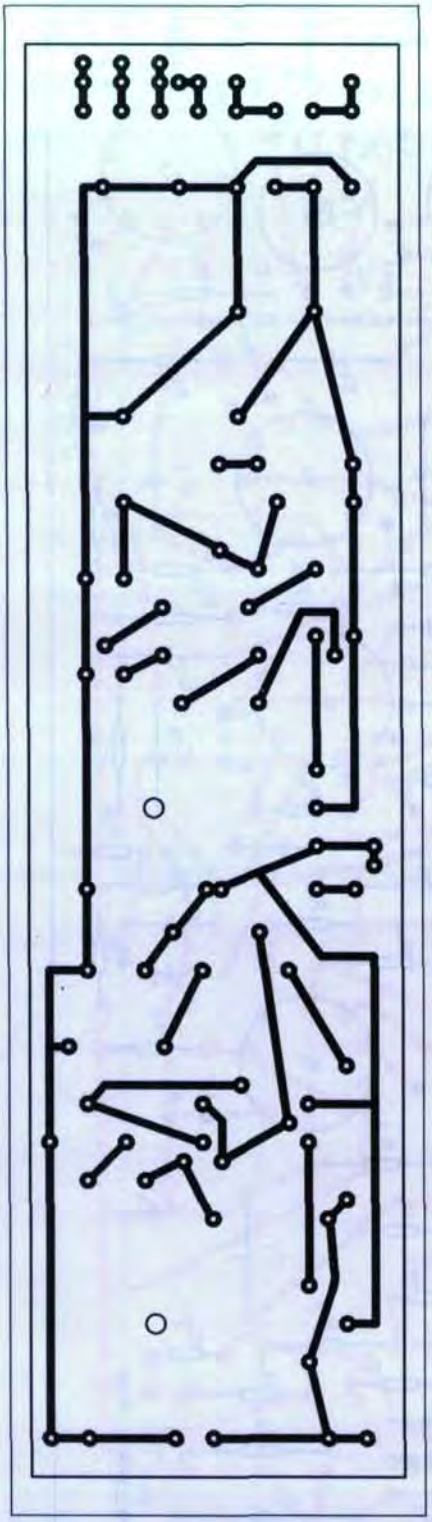
A hangfrekvenciás jel a P_4 csúszkájáról a V_{3a} elektroncső (trióda) rácsára jut, a C_{11} kondenzátoron át. A V_{3a} trióda földelt katódú, míg a V_{3b} trióda földelt rácsú kapcsolásban működik. Az áramkör lényegében egy differenciál erősítő kapcsolás. Az anódokon a felerősített jel egymáshoz képest 180° fáziseltolással jelenik meg. A triódák előfeszültségét a közös R_{26} katódköri ellenállás állítja be. A V_{3a} trióda a katódján keresztül vezérli a földelt rácsú V_{3b} triódát. A vezérlés az R_{26} és R_{21} ellenálláson keresztül valósul meg. A C_{12} kondenzátor a hangfrekvenciás jeleket rö-



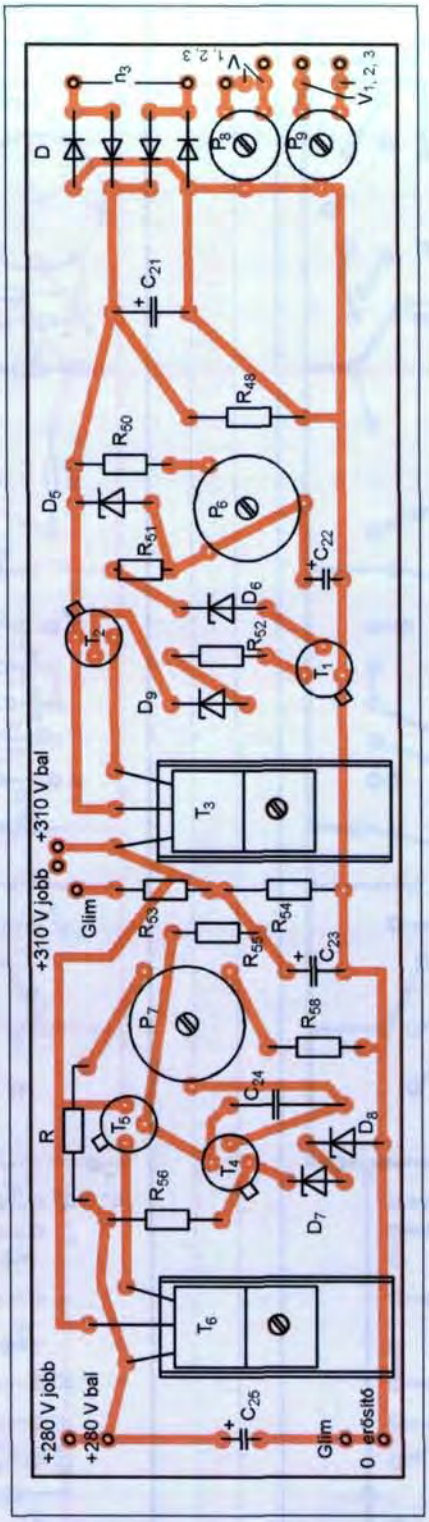
38. ábra. Az erősítő fóliarajza, M 1:1,15!



39. ábra. Az erősítő alkatrész-beültetési rajza



40. ábra. A tápegység fóliarajza

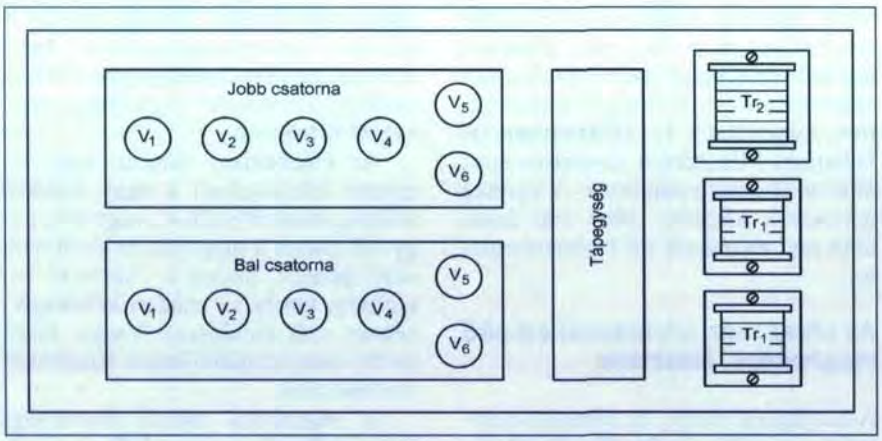


41. ábra. A tápegység alkatrész-beültetési rajza

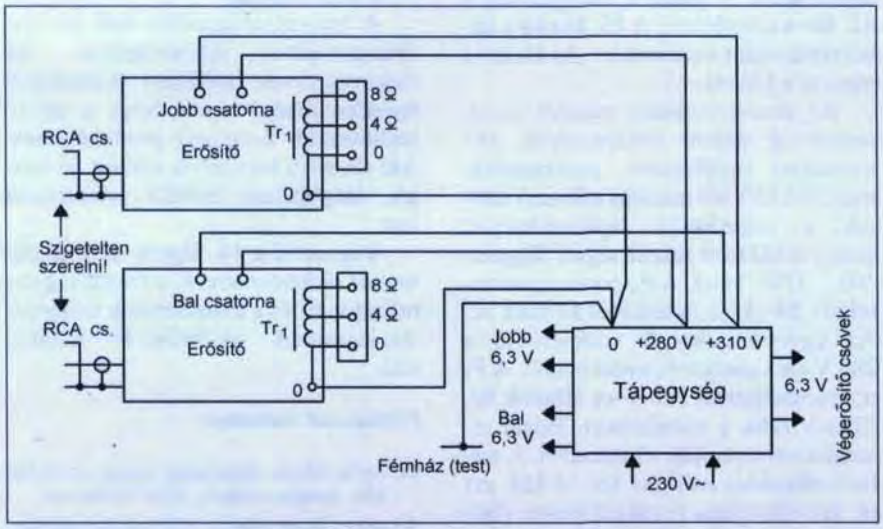
vidre zárja, így jön létre a földelt rácsú üzemmód. A földelt rácsú beállítású V_{3b} trióda erősítése kisebb. A valamivel nagyobb anódmunkaellenállás (R_{29}) nagyobb erősítést eredményez, így az anódokról azonos amplitúdójú jeleket vehetünk le. Az egyforma amplitúdójú, ellenfázisú jelek a C_{15}, illetve a C_{16} kondenzátoron keresztül a V_{4a}, illetve a V_{4b} rácsaira jutnak. A V_4 triódái földelt katódú kapcsolásban üzemelnek. Feladatuk a fázisfordítóról jövő hangfrekvenciás jel további erősítése. A V_4 kettőstrióda előfeszültségét az R_{33} katódellenállás állítja be. Az átblokkolatlan katódellenállás tovább javítja az ellenfázisú jelek amplitúdó szimmetriáját. A V_4 kettőstriódáról a hangfrekvenciás jel a C_{17} és a C_{18} csatolókondenzátorokon át jut a V_5 és V_6 végpentódák vezérlő rácsaira.

Az előzőekben leírtakat ismételve, a kimenőtranszformátor primer tekercsének leágazásaira kötve a segédrácsot egy ellencsatolás jön létre. Nagysága a primer menetszámok arányaitól függ. Tudni kell, hogy mind az ultralineár, mind a Quad kapcsolás csökkenti a névleges kimenőteljesítményt. Ez az ára a torzítás csökkenésének, a frekvenciamenet javulásának. Az itt közölt erősítőnél elsősorban a jó hang minőségét céloztam meg. Azt hiszem, igazán nincs jelentősége, hogy egy végerősítő 12 vagy 15 W kimenőteljesítményt ad le. Sokkal érdekesebb, hogy milyen kimenő paraméterekkel produkálja. Vagyis a jelalaktorzítás, a frekvenciamenet, a csillapítási tényező, s a négyszögjel-átvitel milyen legyen. A végpentóda ebben a beállításban közelít a triódához, a csillapítási tényező nagyobb, a torzítás csökken, az erősítő sávszélessége a kellő mértékűre növekszik. Ezt illusztrálja a **34. ábra**. Ezen a jelalaktorzítás látható a teljesítmény függvényében, különböző frekvenciákon. A görbéket szemügyre véve látható a jól ellencsatolt erősítőkre jellemző görbe. A kimenőteljesítmény növelésével van egy pont, ahol a torzítás rohamosan emelkedik. Ez a végerősítő kapcsolás áramköri kialakításából adódik.

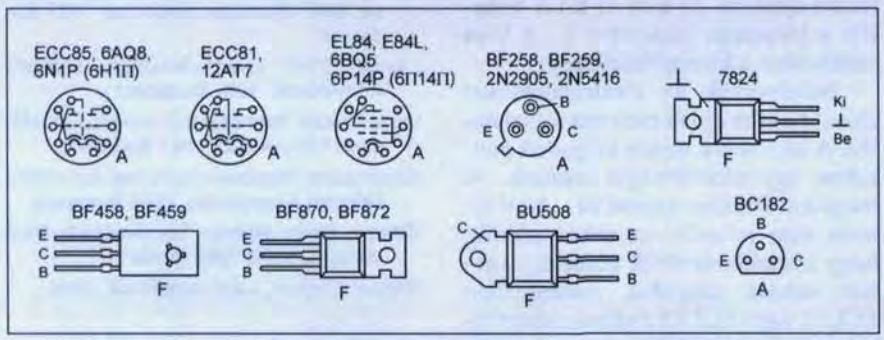
A V_5 és a V_6 rácselőfeszültségét katód ellenállással állítjuk elő. Ez az úgynevezett automatikus rácselőfeszültség. Az R_{42} és R_{43} ellenállások 1 Ω-os 1% pontosságú mérő ellenállások. A sarkain mért feszültségeséssel ellenőrizhető a munkaponti áram. A P_5 potenciométerrel szimmetrizálhatjuk a V_5 és V_6 pentódák nyugalmi áramát. A végerősítő csövek rácskörében lévő soros R_{38} és R_{39} jelű ellenállások a nagyfrekvenciás gerjedést akadályozzák meg. A csövek bemeneti kapacitásával lényegében egy integráló tagot alkotnak. Hasonló célt szolgál a segédrácsokkal soros R_{44} és R_{45} ellenállás. Megakadályozza az ultranagy frekvenciás gerjedést. Ez egyébként nem hallható. Úgy vesszük észre, hogy a segédrács felizzik. Ez az elektroncső pusztulásához vezet. Az izzó rácsot csak



42. ábra. A panelok javasolt elhelyezése



43. ábra. Kábelezési rajz



44. ábra. Az elektroncsövek, az IC és a tranzisztorok lábkiosztása

olyan végerősítő csöveknél vehetjük észre, ahol az anódon van valamilyen nyílás, rés. Méréssel (segédrácsáram, oszcilloszkóp) a hiba kimutatható. Műszerek hiányában a segédrács ellenállás hőmérsékletét ellenőrizzük. Gerjedés esetén igencsak melegszik, esetleg leég.

A 6P14P, EL84 végcsövek optimális illesztőellenállása R_{aa} = 8 kΩ-os. A kimenőtranszformátor primer tekercse anódtól anódig hat részre van osztva. Ezeket sorba kapcsoljuk. A szekunder tekercs négy részből áll, ezeket párhuzamosan kötjük. A transzformátor tekercselési sorrendjét, tekercseinek bekötését a **35. ábra** szemlélteti. E transzformátort is többféle vasmagtípusra kidolgoztam. A mérési eredmények az SM82/a típusú hiperszil szalagmagra vonatkoznak. Ennek a transzformátornak az adatait a **6. táblázat** tartalmazza. Elkészíthető a transzformátor az EI 106/45 vasra is. Az adatok a **7. táblázatban** láthatók. A harmadik verzió az M vas. Mérete: 102/35 menetszám, szigetelés a **8. táblázatban** található.

A Tr_1 kimenő-transzformátor szekunder tekercséről az R_{46} ellenálláson át negatív visszacsatolást valósítunk meg a V_3 cső katódkörébe. A visszacsatolás nagysága –15 dB. A szekunder kör 8 Ω-os kimenetén lévő R_{47} ellenállás szerepe a következő. Amikor leszakad a terhelés a Tr_1 kimenő-transzformátor szekunder tekercséről, a primer tekercsen a feszültség megugrik. Amíg a transzformátort terheljük, többé-kevésbé ohmos terhelésre dolgozik a végerősítő cső. A szekunder terhelés megszűntével a kimenő-transzformátor primer tekercsén hatalmas amplitúdójú jelek jönnek létre, amely a kimenőtranszformátor átütéséhez, a végerősítő cső pusztulásához vezethet. Ezt akadályozza meg az R_{47} ellenállás, amely ún. előterhelést ad.

Az ultralineár, ellenütemű erősítő tápegysége

A **36. ábrán** látható a tápegység kapcsolási rajza. Lényegében a szimpla „A" osztályú tápegység (16. ábra) bővített változata. Az előfokozatok részé-



re itt a fojtótekercs szűrés helyett három tranzisztorból álló (T_4, T_5 és T_6) soros feszültség-stabilizátort alkalmaztam. A hullámosság, melyet oszcilloszkóppal üzemszerű terheléssel mérhetünk a föld és a +310 V-os kimeneten, fűrészfoghoz hasonló jelalakú. Az egyenirányító diódák feltöltik a C_{21} pufferkondenzátort. Ennek a szakasznak a meredeksége a Tr_2 transzformátor rézellenállásától, valamit a D_1...D_4 szilíciumdiódák nyitóáramú ellenállástól függ.

A kisütés (lefutás) meredekségét a terhelő áram nagysága határozza meg. Ezt a jelet az egyenfeszültségről „levágjuk". A késleltető áramkör kimenetéhez kapcsolódó feszültségstabilizátor kimenőfeszültsége 280 V. A 30 V-os (terhelésnél 18...20 V) feszültség különbség miatt a 6...8 V-os brummot nem láthatjuk a stabilizátor kimenetén. Ezzel megmenekültünk a fojtótekercs elkészítésétől.

A soros áteresztő tranzisztor T_6 típusa BU508. A gyártó cégtől függően áramerősítési tényezőjük (β) nagy szórást mutat, ezért Darlington-kapcsolást alkalmaztam. A meghajtó T_5 BF259 típusú. Ezt a tranzisztort alkalmaztam a szabályozó (T_4) fokozatban is. A TO-39 tokozású tranzisztor disszipációját úgy csökkentettem, hogy az emitterköri referenciafeszültséget felemeltem 164 V-ra (D_7, D_8). Így a T_4 tranzisztorra lényegesen kevesebb feszültség jut, a disszipációja csökken. A Z-diódák előfeszítését az R_{56} ellenállás végzi. A kimenőfeszültség beállítását a P_7 potenciométerrel végezhetjük el. A C_{24} jelű „Miller" kondenzátor a nagyfrekvenciás gerjedést akadályozza meg. A T_6 soros áteresztő tranzisztoron max. 1,5 W teljesítmény disszipálódik el. Az időzítőben levő, telítésbe vezérelt T_3 tranzisztoron is ekkora, vagy ennél kisebb teljesítmény-veszteség lép fel, így hűtőfelületük azonos, melynek rajza a **37. ábrán** található.

A végpentódák fűtőfeszültségét az n_3 tekercs állítja elő. Az előerősítő és fázisfordító elektroncsövek fűtőfeszültségét az n_4 (jobb) és az n_5 (bal) tekercsek szolgáltatják. A zajt (brumm), amely a katód-fűtőszál átvezetéséből adódik, a P_8 és a P_9 potenciométerrel tudjuk a minimumra állítani.

A hálózati transzformátort több változatban kiszámoltam. A **9. táblázatban** az M102/52 vasra épített transzformátor menetszámait, szigetelését adom meg; a vasmagkeresztmetszet A = 18 cm^2. A **10. táblázat** az EI106/45-ös vasra készített transzformátor adatait tartalmazza, A = 15,2 cm^2. Hiperszil anyagú szalagmagból az SM85b típust választottam. A szükséges menetszámot, szigetelést a **11. táblázatban** találhatjuk. Mindhárom transzformátort állandó üzemre számoltam. A vasmag gerjesztése alacsony, több órás üzem után sem melegszik túl a transzformátor.

Az ultralineár, ellenütemű erősítő megépítése, élesztése

A hangerősítő fólia-, ill. alkatrész-beültetési rajza a **38. ábrán**, ill. a **39. ábrán** látható. A tápegység fóliarajzát a **40. ábra**, míg az ültetési rajzát a **41. ábra** tartalmazza. A panelok elhelyezését a **42. ábra** szemlélteti. A **43. ábrán** a kábelezési rajzot mutatom be. Az élesztés menete a következő.

Az összekábelezett erősítőt elektroncsövek nélkül bekapcsoljuk. DC műszerrel (multiméter, csővoltmérő, min. 20 kΩ/V-os mutatós műszer) mérjük a végerősítők tápfeszültségét, amely a hálózati feszültségtől függően 305...320V lehet. A P_6 potenciométerrel kb. 30 s késleltetési időt állítunk be. Az egyenfeszültségű voltmérővel a 280 V-os kimenetre csatlakozunk. A P_7 potenciométerrel 280 V-ot állítunk be. Ellenőrizzük a stabilizátort. Huzal ellenállással terheljük a kimenetet. A terhelő ellenállás mértéke kb. 14 kΩ, ezt pl. két ellenállásból rakjuk össze. (Soros kapcsolásnál 10 k + 4,7 k, vagy 6,8 k + 6,8 k, vagy 8,2 k + 5,6 k; párhuzamos kapcsolásnál a következő kombinációt ajánlom: 22 k és 33 k.) A terhelést a kimenetre kapcsolva 2...6 V-ot csökkenhet a kimenőfeszültség.

Behelyezzük az elektroncsöveket először a jobb oldali csatorna foglalataiba. A kapcsolási rajzon megadott pontokon egyenfeszültséget mérünk. A megadott értékhez képest 10...20 V eltérés nem jelentős, ez abból adódik, hogy az elektroncsövek adatai egy sávban vannak megadva. Amennyiben ECC81 vagy ECC85 elektroncsövet alkalmazunk, az eltérés még nagyobb is lehet.

Megjegyzések, korábbi cikkeimhez is

Egy szolnoki olvasóm szinte minden cikkemben közölt készüléket megépíti. Rendszeresen felhív telefonon, hogy az általam megadott értékhez képest nála mennyi az eltérés. Ehhez kell néhány észrevételt fűznöm. Mindig közlöm a hálózati transzformátoroknál, hogy névleges hálózati feszültségnél (230 V) mekkora a szekunder vagy az egyenirányított feszültség.

Az előzőekben leírtam, hogy az erősítő fokozatoknál a nagy anódfeszültség miatt 10...20 V, vagy még nagyobb eltérés a megadott értéktől nem okoz gondot, hiszen a váltakozó feszültség, amely az anódon keletkezik, néhány volt mindössze. Vagyis kivezérlés szempontjából óriási tartalékkal rendelkezünk.

A végerősítő csövek feszültség, áram értékeit komolyan kell venni. A nyugalmi anódáramnak és az anódfeszültségnek a disszipációs hiperbolán belül kell lenniük.

A transzformátorokat (réz és vas) szempontjából túlméreteztem. Az elektroncsövek beállítása (késleltetett anódfeszültség) olyan, hogy a lehető leghosszabb üzemórát produkáljanak. Aki elkészíti bármelyik verziót, jó hangú, megbízható erősítő tulajdonosa lesz.

Végezetül a **44. ábrán** összefoglalom az elektroncsövek, a feszültségstabilizátor-IC és a tranzisztorok lábkiosztási rajzait (A – alulnézet, F – felülnézet).

Felhasznált irodalom:

Dr. Barta István: Rádiókészülékek és erősítők. Tankönyvkiadó, 1956 Budapest

Scultéty László: Elektroncsöves és tranzisztoros áramkörök. Kohó és Gépipari Minisztérium, 1961 Budapest

Tarnay Kálmán: Elektroncsövek alkalmazása. BME Villamosmérnöki kar, 1957 Budapest

Lamoth Emil: Elektroakusztika. Műszaki Könyvkiadó, 1961 Budapest

Vajda Zoltán: Természethű hangátvitel. Műszaki Könyvkiadó, 1961 Budapest

Kádár Géza: Rádióvételtechnikai ismeretek. Műszaki Könyvkiadó, 1963 Budapest

Wilhelm Beier: Röhren Taschenbuch. VEB Verlag Technik 1965 Berlin

Philips: Electron Tube HandBook, 1966



A HIFI-erősítők minősítéséről

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

A *Hobby Elektronika Füzetek* második, *„Audiofil-Varázs I."* című számát olvasván – egy hatalmas, indulatos vita keretén belül – számos régi és újabb keletű vélemény, megfontolás vetődött fel a szerző ismerősei körében, többször is hivatkozva a néhai HFM (HIFI Magazin) számaiban olvasottakra. A megszállott szerzőhármas – *Ágoston Lajos*, *Bereti Dezső* és *Pruzsinszky Gábor* – képekkel gazdagon illusztrált dolgozatát ugyanis – ilyen vagy olyan természetű – indulatok nélkül nem lehet olvasni, különösen nem elektronikai szakembernek.

Már a vita kezdetén látszott, hogy részben szakmai, részben pedig nemzedéki kérdésről is van szó. Az idősebb korosztály ugyanis hosszú éveket, netán évtizedeket töltött el elektroncsöves készülékek, berendezések fejlesztésével, megépítésével, bemérésével, karbantartásával. A felhalmozódott, de ma már jobbára senkinek sem kellő tapasztalatok azonban arra utalnak, hogy az elektroncsövek a maguk idejében – leszámítva az igen korai évek kezdeti gyártási gyermekbetegségeit – figyelemre méltó, kiváló eszközöknek bizonyultak. A a hazai gyártású vákuumtechnikai termékek a *felhasználó szemével nézve is világszínvonalúak voltak*, és tökéletesen megfeleltek a kor kihívásainak. Nem így a jóval később megjelent korai félvezetők.

A félvezetőtechnika felé fordulás a kezdeti, alapvető minőségi és rövid távú megbízhatósági problémákkal küzdő, „germániumos" időszakban, de még a „szilíciumkorszak" elején is a kisebb-nagyobb fejlesztési és gyártási kudarcok hosszú sorozatát eredményezte hazánkban. A hazai félvezetőgyártótól kiszivárgott szóbeszéd/információ szerint előfordult, hogy a havi termelés mindösszesen *1, azaz egy darab* – megfelelőnek bizonyult – OC1016-os tranzisztor volt...

A készülékfejlesztők tapasztalatai is lassan gyűltek, részben a rengeteg „tőkés" importmegszorítás, részben pedig a szűkös anyagiak és az éves alkatrészrendelési átfutási idők miatt. Végül is többnyire magára a fejlesztésre, a nélkülözhetetlen szakmai tapasztalatok megszerzésére jutott a legkevesebb idő. Roppant módon elszomorító, hogy a szakemberképzés, például az egyetemi oktatás sem tartott lépést a technikai fejlődéssel. Jellemző, hogy az 1960-as évek elején a Budapesti Műszaki Egyetemen neves, ám a hallgatók körében nem túl népszerű fizikaprofesszor szájából elhangzott – villamosmérnök hallgatók előtt tartott órán! – oly épületes megállapítás is, hogy „manapság vannak olyan törekvések, hogy az elektroncsövet bizonyos kristályok belsejében hozzák létre". Mindeközben már számos amatőr építgette otthon első félvezetős táskarádióját, félvezetős műszerét stb. a „bizonyos kristályok belsejében létrehozott elektroncsövekkel", amelyeket – amúgy közismerten – tranzisztornak hívtak, és néhány hazai szaküzletben már egy ideje árusítottak is...

A kezdeti időszakban az általános (hazai és külföldi) félvezető-minőségre az volt a jellemző, hogy például a nagyobb, bonyolultabb elektronikai készülékek (korai számítógépek, továbbá az ún. nagyberendezések) két meghibásodás/javítás közötti élettartama/üzemideje esetenként néhányszor tíz perc vagy néhány óra volt.

Mindezekkel szemben álltak az elvárások. A felkészületlen, az alapvető dolgokban is tájékozatlan, politikailag erős, ám szakmailag teljességgel alkalmatlan központi irányító szervek diktátumának, rossz döntéseinek számos számos hazai cég esett áldozatául, százmilliókat ölve teljesen hasznavehetetlen konstrukciók erőltetésébe, például a cégről cégre vándorló, kezdetben két-három kombináltszekrény méretű germániumos számítógépbe. A lényeget nem látták: az ország, pontosabban a teljes KGST messze nem volt abban a helyzetben, hogy kellő kutatási és technológiai ráfordítással kiküszöbölje a félvezetők kezdetben még elfogadhatatlan minőségi problémáit. Nem kellett volna annyira elsietni a dolgot, meg kellett volna várni a nálunknál sokkal gazdagabb és jóval felkészültebb országok tartósan pozitív eredményeit.

Ezek a tények persze a korabeli fejlesztőkben megerősítették azt a hitet, hogy a félvezetők gyakorlatilag használhatatlanok, miáltal az elektroncsöves készülékek „tranzisztorizálása" ostobaság, szemben a csöves technika kiforrottságával és kiszámítható megbízhatóságával. Példaképpen többször is felhozták a tenger alatti telefonkábelekbe épített, legalább egy évtizednyi hibátlan működésre méretezett elektroncsöves vonalerősítőket, vagy a II. világháborúban használt, légvédelmi ágyúlövedékekbe beépített elektroncsöves Doppler-radart, amely a kilövés után(!) bekapcsolt és közelségi gyújtóként kezdett működni.

Amikor egy kisebb társaságban a HIFI témakörében kialakult vitában összecsapnak az „elektroncsöves hívők" a „félvezetős hívőkkel", akkor a vita hevét ezek a régi, ám mára már némiképp idejétmúlt tapasztalatok táplálják, a tényektől akár függetlenül is. Mindamellett a vita eldöntése nem is olyan egyszerű!

A félvezetők fejlesztése egy adott időpontban természetesen elérte azt a szintet, ahol a felhasználóknak már nem kellett a tranzisztorok (majd később az IC-k) gyermekbetegségeivel foglalkozniuk, és már biztonsággal, jó eredménnyel lehetett a félvezetőket is felhasználni az áramkörökben. Ezek a fejlesztések azonban igencsak elhúzódtak, mondhatni túlságosan sokáig tartottak, és hosszú évekig tartó, kellemetlen megbízhatósági problémákat, továbbá mély sebeket okozó szakmai kudarcokat okoztak számos helyen.

A fenti tényekre azért kellett utalnunk, hogy a rádiótelefont, a PC-t, a miniatűr MP3-as lejátszó kütyüt, a GPS-t stb. napi rutin szerint használó ifjabb olvasóink tisztában legyenek azzal, hogy néhány évtizede, egy korai és hazánkban kissé túl hosszúra nyúlt időszakban a félvezetők sokkal több boszszúságot, mint örömet okoztak a laikus nagyközönségnek és a szakembernek egyaránt.

Például a tranzisztoros táskarádiók mindig a hétvégén, a strandon, a tűző napon romlottak el, a korai Ge félvezetők szinte garantált hőmegfutása következtében, és hétfőn tömegesen vitték a tulajdonosok a szervizbe a „süket" rádiókat. A tévékészülékek sorvégfoka mindig a meccs közben szállt el a sorvégtranyó hibájából stb. Nagyon



1. ábra. Telefunken gyártmányú, II. világháborús felderítő és célkövető radar („Würtzburg"), szárazföldi, légi és tengeri célok, továbbá a V-1 szárnyas lövedék és az A-4/V-2 ballisztikus rakéta megfigyeléséhez, összecsukható, 3 méteres átmérőjű forgási paraboloid antennával, klisztron alkalmazásával, az 553...566 MHz-es tartományra, 7...11 kW impulzuscsúcsteljesítménnyel (számos típus, már 1939-től; fent egy mobil harctéri, lent egy stabil múzeumi példány)

hosszú és rögös volt az út a mai, lényegében majdnem tökéletes, de legalább is igen magas megbízhatóságú eszközök kifejlesztéséig. Nem tipikus, hogy egy PC, egy gépjármű-motormenedzsment vagy egy szórakoztatóelektronikai készülék lépten-nyomon elromoljon a félvezetők hibájából.

A mai félvezetős készülékekkel végre eljutottunk oda, ahol az elektroncsövesekkel tartottunk a múlt század közepén: egy-egy készülék – szerencsés esetben – akár egy-két évtizedig is képes lényegében hibátlanul működni, és csupán az erkölcsi elavulás az, amiért kivonják a forgalomból.

A szerző 1954-ben épített 4+2 csöves műsorvevő rádiója – elsősorban az elektroncsövek jóvoltából – még ma is üzemképes.

Az elektroncsövek között egy II. világháborús katonai készülékből kitermelt, USA gyártmányú, 6J7 típusú, fémburás cső is van, úgyszólván kifogástalan állapotban.

A „szentségtörő" állítás

Az elektroncsöves és a félvezetős technikát számos szempont szerint össze lehet hasonlítani. A teljesség igénye nélkül most csak a HIFI területére koncentrálva kíséreljük meg a hallatlan bonyolult témakör egy-egy szegmensére rávilágítani. Főleg pedig azt, a szakmai köröket általában felháborító, ezer vitára okot adó, szentségtörő állítást kívánjuk alátámasztani, igazolni, hogy miért *automatikusan jobb egy átlagos elektroncsöves HIFI-erősítő*, mint egy átlagos tranzisztoros HIFI. Ugyanekkor szeretnénk a hiszékenységből, netán a képzettség hiányából eredő tévhitekről, maszlagokról és ostobaságokról lerántani a leplet, ugyanis nagyon sok, tapasztalatilag bizonyított, ám de ezoterikusnak kikiáltott ténynek megvan – a nem is mindig bonyolult – műszaki/tudományos magyarázata. Csupán némi – a középiskolai fizika szintjénél nem magasabb – szakmai felkészültség birtokában mélyebben el kell gondolkoznunk a jelenségen. Mindazonáltal sok esetben – immár évszázadok óta – saját magunkat is igyekszünk hatalmas beleéléssel megtéveszteni – akár az erre szakosodott írott sajtó, illetve tévéadó segítségével is – a látni, hallani vélt, egyébként pedig nem létező jelenségekkel, badarságokkal, a kis zöld, föld alatti kőevőkkel és hasonlókkal. Néhány hiedelem a HIFI témakörében emlékeztet a kávézaccból vagy az állatok beléből való jóslásra, amely dolgokkal való érdembeli foglalatosság már nem a mi szakmai területünk (és lásd néhai királyunk rendeletét: „Boszorkányok márpedig nincsenek!").

A kezdetek

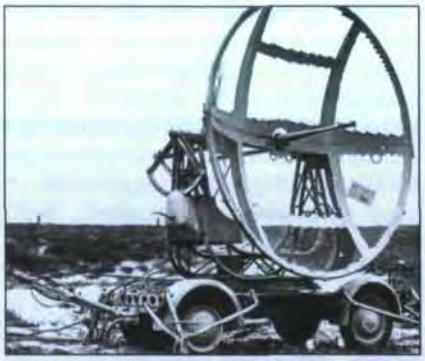
Az elektronika kezdeti, tétova időszakától eltekintve, vagyis az elektroncső fénykorában – amely időszakot a II. világháborút közvetlenül megelőző és az azt követő évekre datálhatjuk – a cső, mint aktív eszköz működését rövid időn, úgyszólván néhány éven, legfeljebb egy évtizeden belül – a szokásos működési tartományban – *közel száz százalékosan sikerült megismerni*. Ezt azért szükséges kiemelnünk, mert a félvezetők esetében ez az ismerkedés sokkal tovább tartott, és valójában *ma sem tekinthetjük teljesen befejezettnek* a folyamatot.

A néhai, elektroncsővel készített elektronikák, pl. rádióvevők, tévékészülékek, mérőműszerek, ipari elektronikák, professzionális tévé- és videotechnikai eszközök, katonai adó-vevők, radarféleségek, földi és fedélzeti rávezető, célkövető (**1. ábra**) berendezések, polgári és katonai analóg számítógépek, űrtechnikai eszközök és berendezések mind-mind kiválóan megfeleltek a kor által támasztott követelményeknek, amennyiben kellő gonddal és szakértelemmel fejlesztették és készítették el ezeket a tárgyakat. Az alkalmas módon előállított elektroncsövek megfeleltek a legszélsőségesebb használati körülményeknek is, beleértve pl. a tüzérségi- és rakétafegyvereknél fellépő hatalmas gyorsulásokat, lengéseket és vibrációkat is.



2. ábra. A jellegzetes álcázófestéssel ellátott A-4/V-2 (alkohol+folyékony oxigén üzemű) rakéta egy német rakétakísérleti telepen, az egyszerű acél indítóasztalon, indításra készen

Áttekintve a II. világháború idején felfutó technológiákat, *a német rakétatechnikában találjuk meg a korabeli csúcstechnológia egyes számú képviselőjét*. A legékesebb bizonyíték az elektroncsövek kiváló alkalmazhatóságára a *minden ballisztikus rakéta ősapja*, a német A-4/V-2 rakéta úgyszólván minden porcikájában eredeti konstrukciója. Esetünkben csakis az elektroncsöves áramkörökre térünk ki. A II. világháború során kifejlesztett A-4 agregát, azaz katonai nevén a V-2 „megtorló-fegyver", amelynek számos méret- és típusváltozata készült (**2. ábra**), a rakéta elülső részében *elektroncsöves szabályozórendszert*, továbbá egyes továbbfejlesztett típusoknál *URH-rádióvevőt* is tartalmazott, részben a *giroszkópos röppálya-stabilizátor*, illetve a



3. ábra. Parancsközlő radar a továbbfejlesztett V-2 ballisztikus rakéta távvezérléséhez

szintén *giroszkópos programvezérlés* céljaira, majd a találati pontosság növelése céljából *távirányítási* célokra (**3. ábra**). Ha nem történt szabotázs (amiről a kényszermunkások többnyire gondoskodtak), ezek az *elektroncsöves áramkörök* a szélsőséges hőmérsékleti-, légnyomás-, rezgési- és gyorsulási viszonyok között is megfelelően teljesítették a feladatukat. Jellemző, hogy a szövetségesek (USA, Szovjetunió, Nagy-Britannia, Franciaország) az elkobzott kész 300 rakéta, a további, még végszerelésre váró példányok, a megmaradt eredeti alkatrészkészletek és a félkész egységek felhasználásával – és főleg ezek műszaki ötleteit alapul véve – indították, illetve segítették újabb saját rakétafejlesztéseiket. Így például az amerikai *Redstone*, *Jupiter*, *Pershing* és *Saturn* típusok, illetve a szovjet *R1*, *A2*, *A3* stb. rakéták a német A-4/V-2 másolatát, illetve továbbfejlesztés után közvetlen konstrukciós elődjét képezték (**4. ábra**).

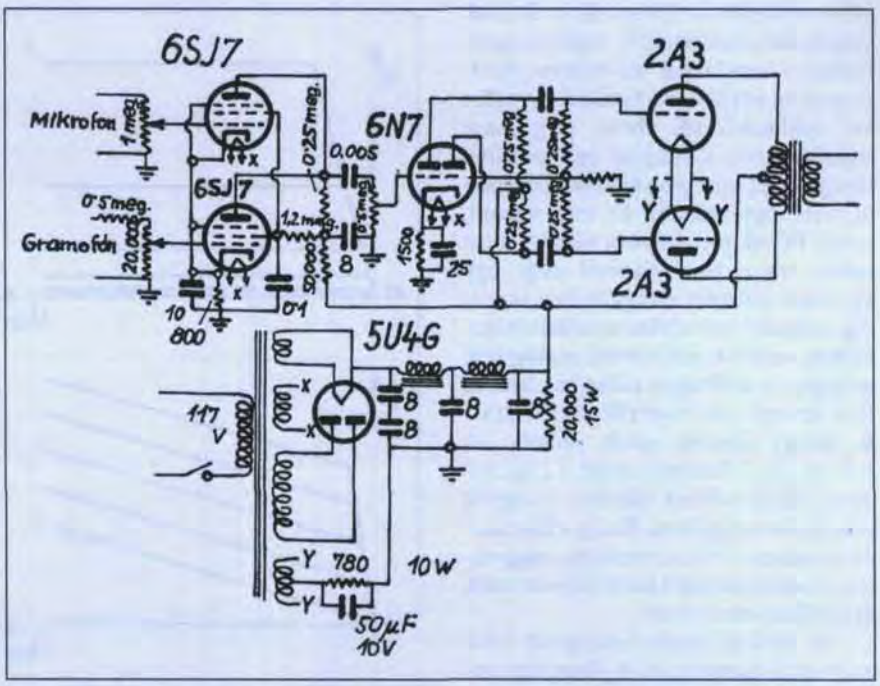
Az eredeti elektroncsöves áramkörök utánépítése nem képezett akadályt, mert az *ipari, illetve katonai kategóriájú elektroncsövek minősége és megbízhatósága a II. világháború végén a legtöbb gyártónál már kiválónak volt tekinthető*. Az USA-ban a későbbi átalakított, illetve továbbfejlesztett (kétlépcsős, „Bumper") V-2 változatokba további vákuumtechnikai termékek, illetve bonyolult elektroncsöves áramkörök beépítésére is sor került, főleg magaslégköri kutatások céljára. Mindez ékes bizonyíték a korabeli elektroncsövek minőségi szintjére (megbízhatóság, gyorsulás- és rezgésállóság stb.).

Mindebből természetesen nem az következik, hogy a pentiumos stb. PC processzorában levő 10–20–30 millió tranzisztort akárcsak nosztalgiából is elektroncsövekkel kívánjuk helyettesíteni, lakásunk mellett elhelyezve azt egy hangár méretű melléképületben. Csupán arra céloztunk, hogy értékükön kell kezelnünk a dolgokat. Ugyanis a technika haladása ellenére az elektroncsövek hosszú évtizedek óta néhány pozícióban makacsul és jogosan, szinte megingathatatlanul tartják a vezető helyüket.

Jelen sorok írása pillanatában is a katódsugárcső *minőségben* még mindig messze felülmúlja a különféle lapos kijelzőket, akár oszcilloszkópról, akár PC-monitorról van szó. A valós idejű, *nem mintavételes technikájú*, igen gyors oszcilloszkópos vizsgálatoknál még mindig nem igazán célszerű digitális technikát/kijelzőt alkalmazni, mert az ilyen mérések különféle sajátos, kellemetlen korlátokkal rendelkezhetnek. (A reklámszövegek mindig az előnyöket hangsúlyozzák, és a hátrányokról nem sok szó esik.) A *professzionális szintű színes képfeldolgozás* is még mindig csak katódsugárcsöves monitoron lehetséges, mert a legjobb „lapos" (LCD, plazma) konstrukciók minősége erre még nem megfelelő. Jó hírű, ismert gyártó azzal dicsekszik, hogy egyik legújabb LCD-monitora az NTSC-színtartomány 97%-át képes visszaadni. A reklámszöveg annak tükrében értékelendő, hogy a színes tévétechnika átviteli/takarékossági



4. ábra. Egy elkobzott V-2 rakéta kísérleti indításra történő előkészítése az Egyesült Államok „White Sand Proving Grounds" rakétakísérleti telepén, az 1940-es évek végén. Az eredeti német szállítójármű hidraulikus emelőjével emelik/billentik a rakétatestet az eredeti indítóasztalra



5. ábra. Jó minőségű, 10 W-os elektroncsöves erősítő. Ha eltekintünk a nem okvetlenül szükséges bemeneti keverőfokozattól (2 x 6SJ7) és a pl. szelénnel stb. helyettesíthető 5U4G egyenirányítócsőtől, maga az erősítő voltaképp csupán 3 csővel (6N7 és 2 x 2A3) működik



6. ábra. Korai fejlesztésű, elektroncsöves technikájú, szovjet kétlépcsős légvédelmi rakéta az indítóállványon. Igen sok országban volt hadrendben (pl. Egyiptom, Távol-Kelet stb.). A V-2 minőségi továbbfejlesztésének tekinthető. (Haditechnikai Múzeum, Kecel)

okokból a *jó képcsővel visszaadható színtartomány* sajnálatosan kis részét hasznosítja, alkalmazza, juttatja el a nézőhöz. Ez persze nem jelenti azt, hogy *nem professzionális* feladatokhoz, pl. tévénézéshez, az átlag PC-felhasználó számára böngészéshez, fotónézegetéshez ne lenne maradéktalanul kiváló egy bármely konstrukciójú lapos képernyő.

A darabszám

Az elektroncsöves és a félvezetős berendezéseket összevetve, számunkra a legfeltűnőbb különbség a *felhasznált aktív eszközök darabszámában* és azok egyedi tulajdonságaiban tapasztalható. Néhány, mindössze két-három elektroncsővel kiváló HIFI-erősítőt, végfokot építhetünk (**5. ábra**), míg ennyi tranzisztorból jószerivel egy primitív tápegységet sem igen tudunk összerakni, nemhogy erősítőt. És még valami. Amíg PC-nk processzora néhány tucat millió tranzisztort használ akár egy egyszerű művelet elvégzéséhez is, addig a néhány ezer elektroncsőből összeállított, vasúti kocsi méretű analóg számítógép (a szükséges radar-háttérrel és föld–levegő rakéta-perifériákkal stb... **6. ábra**) sikerrel szállt szembe az *U2*-vel (lásd Powers), majd a *Lopakodóval* (lásd balkáni háború) és egyéb csúcstechnológiákkal. Pedig a Lopakodó esetében a két technológia megszületése, alkalmazása között *fél évszázadnyi időkülönbség van!*

Az első lényeges sarokpont tehát megvan: a *darabszám*. A józan ész szerint is várható, hogy egy „jobb minőségű", háromcsöves erősítő torzításával – feltehetőleg – kevesebb lesz a bajlódás, mint az ugyanerre a célra tervezett, szintén „jobb minőségű" harminctranzisztoros HIFI-végfokkal. Nem halálbiztos, de a nagy számok törvénye (és Murphy...) szerint alapos okkal remélhető, hogy három eszköz eredő, hallható torzítása mindösszesen kevesebb, mint harmincé. Végső indoknak, bizonyítéknak persze ez még vajmi kevés.

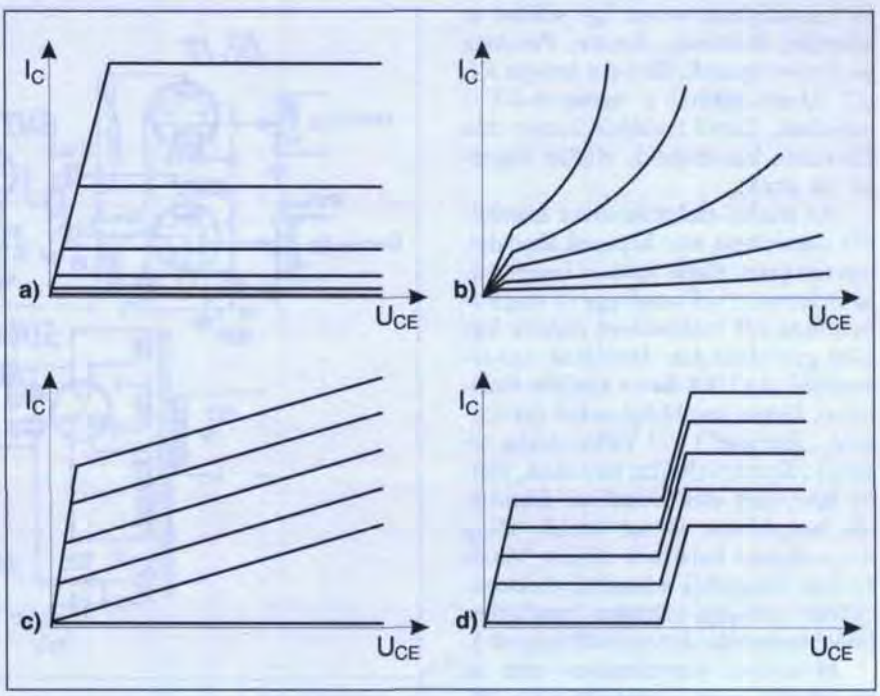
Az adatlap

A következő különbség az eszközök felépítéséből és jellemzőiből adódik. *Az elektroncső tulajdonságai a működési tartományban nagyon kevés adattal jellemezhetők és pontosan leírhatók*, továbbá a szükséges bemelegedés után, üzem közben igen nagy mértékben *állandóak* is, tekintet nélkül a vizsgált időtartam hosszára (például 1 μs vagy tíz perc, netán három óra intervallumban). Ezen felül az üzemi jellemzők megfelelő gyártástechnológia mellett – akár egy évtizedig is – *hosszú távon is kellően/elegendően stabilak* és szükség esetén *kis gyártási szórásúak* lehetnek. Nagyon fontos viszont, hogy a tulajdonságok túlnyomó része egy-egy konkrét, jól körülhatárolható, *csekély bonyolultságú jellemző*, amely a működési tartomány legnagyobb részében egyszerű paraméterekkel megadható, matematikailag is könnyedén leírható és gyakorlatilag *nem függ a cső másik* (tegyük fel, tíz-húsz) *üzemi paraméterétől*, mert eleve nincs is ennyi további paraméter. Az elkészült és megfelelően működő (nem hibás) eszközök – részben a gyári előválogatás következtében – elfogadhatóan szűk szórásúak, mondhatni, épp elegendően egyformák. A nagy gondossággal készített, ipari gyártástechnológiájú elektroncsövek tulajdonságai pedig igen hosszú távon is kiválóak. A szerző tapasztalatai szerint a csövek, főleg az ipari csövek beépítése, használata során nemigen számíthatunk szélsőséges paraméter-anomáliákra, váratlan meglepetésekre. Az elektroncsövek jellemző karakterisztikái egy-egy típuson belül elfogadható százalékos szórás mellett egyformáknak bizonyultak. Ha kiválasztottunk egy *megbízható gyártót* és attól egy *alkalmas csőtípust*, a gyakorlat szerint is teljes joggal bízhatunk abban, hogy *azt kapjuk, amit vártunk*.

Nem így a félvezetőknél!

Félvezető-anomáliák

A félvezetőkkel alapvetően más a helyzet. Aki valamikor hajdanán feladatául kapta, hogy karakterisztikarajzoló segítségével válogasson meghatározott célokra dióda-, tranzisztor-párokat, -négyeseket, -nyolcasokat stb., a mérések során horrorisztikus kalandokat él-



7. ábra. Jellegzetes karakterisztika-anomáliák kisjelű félvezetőknél, egy meghatározott típuson belül. Paraméter a bázisáram. Párbaválogatásuk egymás között úgyszólván teljesen reménytelen. Az a-, b-, c- karakterisztikák mindennapos alakok, a d- karakterisztika gyári selejt

hetett át a műszer képernyője előtt. Néhány ezer – azonos vagy különféle gyártótól származó – diódát, tranzisztort, egyéb félvezető eszközt megvizsgálva, összehasonlítva kiderül, hogy az eszközök közötti különbség, a bármely katalóguson kívüli anomáliák minden képzeletet felülmúlnak már a *legegyszerűbb egyenáramú vizsgálat* szempontjából is. Láttuk a reklamációs tárgyaláson megjelent gyártó elképedt, szótlan szakértőjét is üveges szemekkel a karakterisztikarajzoló képernyőjére meredni. Igaz, mi sem hittünk a szemünknek.

Néhány tipikus, tömegesen előforduló karakterisztikaeltérést láthatunk a **7. ábrán**, amelyből az is kiderül, hogy például az egyetlen munkapontban végzett mérés, pl. a bétaméréses „párbaválogatás" a legtöbb esetben teljesen illuzórikus, *a „jó gyakorlatnak" nem felel meg*. Az egyetlen munkapontban történő mérés, válogatás voltaképp teljesen haszontalan, önámító időtöltés, még amatőr szinten is.

A 7. ábra „d" részletén például olyan anomáliát láthatunk, amely a karakterisztikarajzolós mérések során derült ki (ez valamely gyártási hiba, és nem egy példányról volt szó!). Belátható, hogy egyrészt vannak bizonyos szűk üzemi tartományokban látszólag kifogástalanul működő, de selejtes példányok, továbbá gyakorlatilag párba nem válogatható, de elfogadhatóan működő, ám szintén selejtes példányok is. Főleg ezek kerültek a néhai Amatőrbolt árukészletébe, az amatőrök legnagyobb örömére…

A sebesség

A hallható torzítások szempontjából nagyon fontos az aktív eszközök nonlinearitása mellett azok nagyfrekvenciás viselkedése, sebessége. Egy alkalmatlan konstrukció, vagyis a szükségesnél sokkal jobb nagyfrekvenciás átvitel esetében a hallható tartomány fölött történtek a mindig görbe félvezetőkarakterisztikák folytán visszatranszformálódhatnak – főleg – a hangfrekvenciás sáv felső, illetve középső tartományába, és ott rendkívül kellemetlen következményeket okozhatnak.

Fontos megjegyezni, éppen a HIFI szempontjából, hogy az elektroncső – mai szemmel nézve – *nagyfrekvenciás szempontból kifejezetten lassú eszköz*. Manapság egyáltalán nem lepődünk meg azon, ha egy hangfrekvenciákra javasolt, kisjelű tranzisztor például



8. ábra. Az EC41 mikrohullámú trióda 1944-ből

még 500...800 MHz-en, egy végtranzisztor 20...50 MHz-en is ragyogóan képes működni, erősíteni, akár oszcillálni is. Ez utóbbihoz alig kell több, mint pl. hosszú lábbal beforrasztani a tranzisztort, vagy hosszú, bonyolult vezetékezést (netán korbácsot) alkalmazni a szerelésnél, a nyomtatott áramköri rajzolatnál.

Az elektroncsövek túlnyomó többsége – különböző konstrukciós okokból – alig-alig éri el az 50...100 MHz-es üzemi tartományt, sőt, a közönséges, mindennapos rádió-, tévécsövek – főleg a hangfrekvenciás vagy egyéb, lassú impulzustechnikai áramkörök számára tervezett, kisjelű csövek – gyakorta már jóval 30...50 MHz alatt is különféle működési problémákkal küzdenek, esetenként szinte „meghalnak", nem is említve a kissé régebbi, még lassabb típusokat. Ez a működésképtelenség, jó esetben lassúság azonban a HIFI szempontjából nagyon fontos, mert jóval több előnnyel, mint hátránnyal jár, különös tekintettel a különféle magasabb rendű torzítások kialakulásának lehetőségére.

Aki valaha is gyorsabb nagyfrekvenciás áramkört (pl. tévé-, URH-vevő számára középfrekvenciás erősítőt) kívánt építeni elektroncsövekkel, igen hamar ráeszmélhetett arra, hogy az egyáltalán nem egyszerű feladat, mégpedig az elektroncsövek sajátos lassúsága folytán. Az emlékezetes, Bay Zoltán féle Hold-radar kísérlet során éppen az jelentette az egyik megoldandó problémát, hogy az Egyesült Izzóban addig gyártott elektroncsövek sebessége nem volt elegendő egyes gyors áramkörök számára. Így szükségképpen hamarosan sor került egy új elektroncső típus, az EC 41 (ami később EC 101, majd EC 102 néven futott) mikrohullámú trióda kifejlesztésére, amely hamarosan alapját képezte a nagyfrekvenciás, kis és közepes teljesítményű, további mikrohullámú csövek fejlesztésének (**8. ábra**).

A szokásos hangfrekvenciás elektroncsövek viselkedése a katalógusban leírt adatokhoz képest már 10 MHz körül alapvetően megváltozik, ugyanis a cső fizikai kivitele beleszól a nagyfrekvenciás viselkedésbe. Így a kadódfonal hozzávezetésének ellenállása és induktivitása, a többnyire nem éppen miniatűr, terjedelmes belső csőszerkezet, az elektronok véges futási ideje jelentősen megváltoztatja a nagyobb frekvenciákon mérhető paramétereket. A nem kifejezetten mikrohullámú belső szerelési mód (pl. hosszú, vékony, ezüstözetlen kivezetés) többek között a katód nagy szórt induktivitását eredményezi. A szokásosan alkalmazott kis értékű, néhányszor 10 V nagyságú anódfeszültség csekély futási sebességet kölcsönöz a katódból kilépő elektronoknak, mindezek 10 MHz fölött alaposan lecsökkentik a cső bemeneti impedanciáját. Kiderült, hogy már néhány MHz körül észrevehetően csökken a rács–katód között mérhető impedancia, amely egyes, széles körben alkalmazott – tipikusan a hangfrekvenciákra tervezett – csöveknél 30–50 MHz-en akár 50…100 Ω-ra is csökkenhet!

Egy közönséges hangfrekvenciás erősítőben ez azt eredményezheti, hogy az adott elektroncső bemeneti impedanciája szinte rövidre zárja az előző fokozat nagy értékű munkellenállását, így a teljes rendszer nagyfrekvencián tekintett erősítése minimális lesz. Ezek a körülmények a tervezők számára már igen korán ismertek, természetesek és elfogadottak voltak, s az átlagos elektroncsövektől és hangfrekvenciás fokozatoktól senki nem várt el különleges nagyfrekvenciás viselkedést.

Az elektroncső nagyfrekvencián lecsökkent bemeneti ellenállását az alábbi összefüggés alapján számíthatjuk:

$$R_{g1k} = K\frac{\lambda^2}{S},$$

ahol R_{g1k}= a cső látszólagos bemeneti ellenállása [kΩ],
K = a cső belső felépítésétől függő tényező,
λ = a hullámhossz [m],
S = a cső meredeksége [mA/V].

A K állandó a különféle típusú csöveknél 0,4…5 közötti tapasztalati számérték lehet. A **táblázat** néhány pentóda K állandóját, továbbá 10 MHz-en illetve 30 MHz-en tekintett látszólagos beme-

neti ellenállását mutatja. Itt kell megemlítenünk azt, hogy az URH-ra is alkalmazható elektroncsövek kidolgozásának egyik mozgató rugója a korábbi – legjobbnak tekintett – csövek tűrhetetlenül csekély (100 MHz-en kb. 500 Ω...5 kΩ) bemeneti impedanciája volt, ami a hangolt nagyfrekvenciás erősítőkben (pl. tévé-kf) elfogadhatatlan mértékben csökkentette az elérhető erősítést, illetve a tekercsjóságot.

Cső-típus	K	Bemeneti ellenállás (kΩ)	
		10 MHz-nél	100 MHz-nél
EF 14	0,40	50	0,5
EF 15	0,73	120	1,2
EF 41	1,22	500	5
EF 42	1,32	125	1,25
EF 85	2,53	400	4
EF 80	2,80	350	3,5

A fenti hatáshoz még hozzá kell számítanunk a tényleges szerelésből, bekötésből adódó katód-hozzávezetési induktivitást, amely nagyfrekvencián akár meg is felezheti a fenti bemeneti ellenállás értékeket. S szokásos csöves HIFI-erősítőben pedig – egy-két megszállottól eltekintve – ugyan ki gondolna URH szerelési módozatokra. Miután a fenti hatás minden egyes fokozatra, sőt, többnyire már az erősítőbemenetre is érvényes, könnyen belátható, hogy a szokásos csöves erősítőben a tranzisztorosoknál „megszokott", mindennapos kellemetlen nagyfrekvenciás jelenségek szóba sem kerülhetnek. Amíg egy félvezetős erősítő egyetlen vagy akár több fokozata is könnyedén – és akár észrevehetetlenül! – gerjedhet 50–100 MHz frekvencián, egy csöves erre gyakorlatilag képtelen, hacsak nem speciális mikrohullámú csöveket, alkatrészeket és szerelést alkalmaztunk benne. Ősrégi tapasztalat: ha egy csöves erősítő bármely okból gerjed, azt többnyire *halljuk is*, mert hangfrekvencián visít a trafó, a hangszóró.

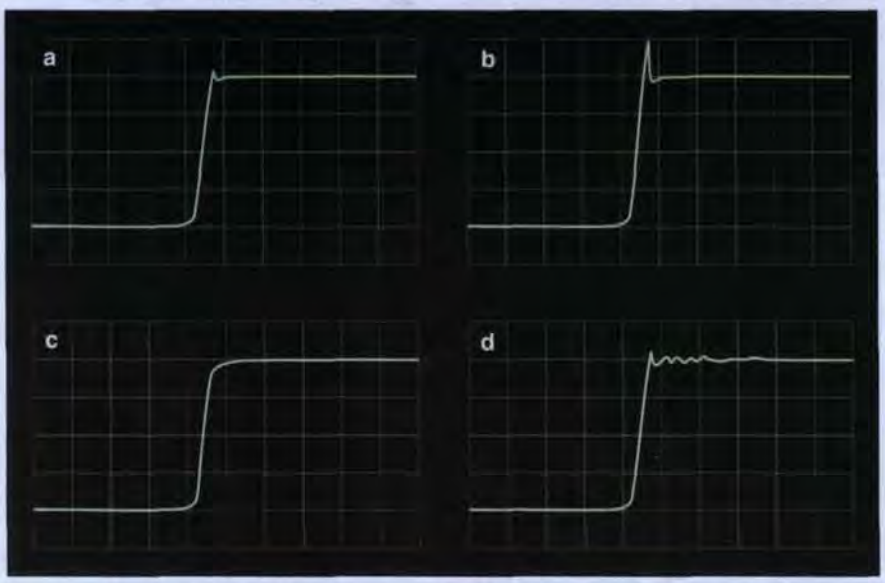
A számunkra HIFI-szempontból érdekes elektroncső-típusok esetében hallgatólagosan tudomásul vehetjük, hogy azok a hangfrekvenciás tartományon kívül – gyakorlatilag – nem igazán, nem jól üzemelnek. A megállapítás nem vonatkozik pl. tévétunerekben alkalmazott kivételes típuscsoportra, továbbá a speciális mikrohullámú különlegességekre, de ilyen csöveket azonban nem szokás HIFI-erősítőkbe beépíteni.

Az anomáliák sorsa

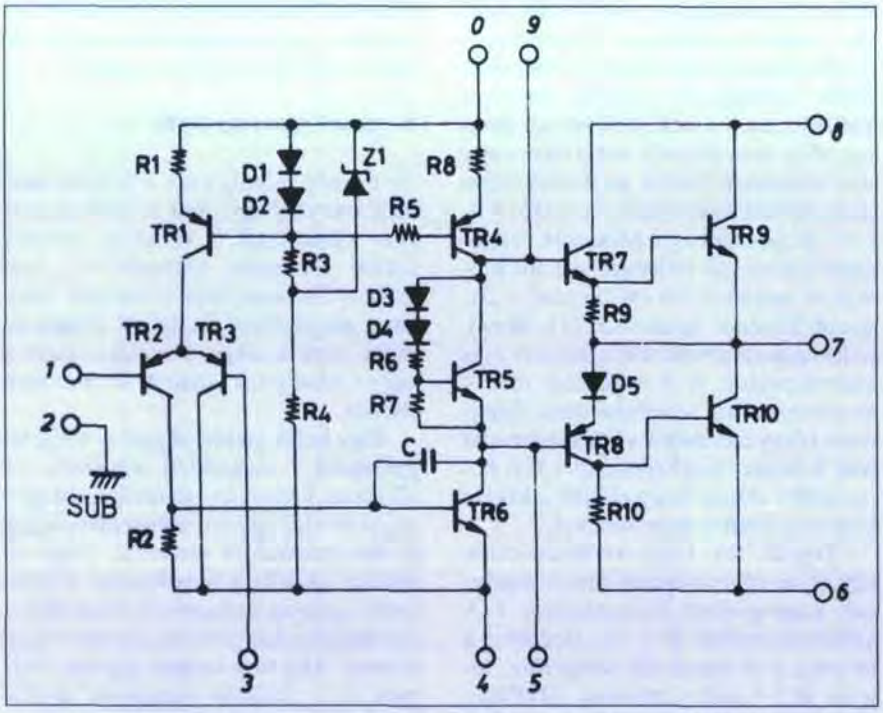
A gyors félvezetős áramkörök laboratóriumi fejlesztése, majd sorozatgyártása során adódtak különleges, nem várt, alig kezelhető műszaki problémák, amelyre a választ a készülékfejlesztők a félvezetők gyártóitól várták. Jellemző, hogy cégünk (a néhai EMG) számos, a nagyfrekvenciás és impulzustechnikai működéssel kapcsolatos, igényes szakmai kérdésre sem belföldi, sem külföldi gyártótól nem kapott elfogadható, érdemleges választ, a jelentős értékű megrendelések, a jó szakmai viszony s a személyes megkeresések ellenére sem. Tapasztaltuk, hogy pl. egy adott, népszerű tranzisztortípus igen részletesnek tűnő katalógusadatai számunkra semmitmondóak voltak, mert a különbségek és anomáliák éppen azokon a területeken mutatkoztak meg, amely adatokat a katalógus már éppen nem tartalmazta, illetve ezekre a gyártó semmiféle paramétergaranciát nem vállalt és információt sem adott. Ezek a fontos adatok minden esetben a kiélezett nagyfrekvenciás viselkedésre, a belső (főleg ellenállás és kapacitás jellegű) paraméterek feszültség-, áram- és hőmérsékletfüggésére, a különféle sajátos kölcsönhatásokra, visszahatásokra vonatkoztak.

Jellemző, hogy az egyes gyártók azonos típusjelű gyártmányai éppen ezekben a nem garantált, ismeretlen paraméterekben tértek el – nem ritkán szélsőségesen – egymástól, miközben a kapcsolatos reklamációk katalógusadat, számonkérhető érték/paraméter hiányában a bel- és a külföldi gyártóknál süket fülekre találtak. Valójában pedig – többek között – ezek azok a paraméterek, amelyek a különféle HIFI-erősítők rosszul/alig mérhető, de füllel jól hallható különbségeit okozzák.

Az **9. ábrán** egy DC–100 MHz sávszélességű erősítőegység nagyfrekvenciás viselkedésére utaló vizsgálójel alakját láthatunk különféle gyártmányú egységes, továbbá vegyes 2N2369A tranzisztorkészlettel. (A mérés során alkalmazott vizsgálójel nagyon gyors, a felfutási ideje ps nagyságrendű, és kiválóan alkalmas volt az erősítő impulzustechnikai vizsgálatára.) A több tízezer áramkörön lefolytatott mérés/sorozatgyártás során azt tapasztaltuk, hogy amíg az egyik gyártó tranzisztoraival az erősítő nem teljesítette az előírt specifikációt, addig egy másik gyártó azonos típusú tranzisztoraival a belső beállítószervek útján könnyedén be lehetett állítani az optimális átvitelt. Egy további gyártó félvezetőivel nehezen kiküszöbölhető, kellemetlen túllövés adódott a felfutó élen, míg volt gyártó, amelynek tranzisztoraival a kimeneti jelen érthetetlen és kellemetlen hullámosság volt tapasztalható. Valamennyi esetben a beállítást évtizedes tapaszta-



9. ábra. Egy DC...100 MHz névleges sávszélességű erősítő kb. 400 mV-os kimeneti jelalakjai azonos típusú, de különféle gyártmányú félvezetőkkel. Az „a" kép az elvárt, specifikált jelelakot, a „b" a makacs túllövés esetét, a „c" a kis sávszélességű félvezetőkészlet okozta sebességhibát, a „d" pedig a riplit okozó félvezetők problémáját mutatja. A MEO és a megrendelő csak az „a" jelalakkal vette át a készüléket. Egy vizszintes képernyő-osztás kb. 10 ns



10. ábra. A Sanyo STK-077 típusú hibrid IC belső felépítése az 1981-es gyári „I.M.S.T. Hybrid IC's" rövidkatalógus rajza alapján

lattal rendelkező, magas szintű, speciális tudással rendelkező, kiváló szakembergárda végezte, és az ilyen vagy olyan végeredmény az éppen elérhető legjobbat jelentette.

A mérések után következett a szakmai szempontból akár kotyvasztásnak is nevezhető kényszerű, dühítő és időtrabló, de nagy szaktudást és tapasztalatot igénylő művelet: hogyan lehet az esetenként 6–8 gyártó *azonos típusú tranzisztoraiból* olyan mixet készíteni, amivel az adott áramkört optimális átvitelűre, a MEO-nak „eladhatóra" lehet kihozni.

Nem tekinthetjük véletlennek azt a tényt, hogy pl. a közismert Tektronix (USA) cégnél a tranzisztoros korszakban egy olyan raktár állt a készülékfejlesztők rendelkezésére, ahol a használatos tranzisztorféleségeket gyártók szerint is külön-külön lehetett megtalálni, majd az új áramkörben megvizsgálni, kipróbálni, aztán a tapasztalatok alapján a készülő termékben egy *meghatározott pozícióban egy adott gyártmány kötelező használatát elő lehetett írni.*

A hazai cégeknek az ilyesféle tapasztalatokat a sorozatgyártás során kellett keservesen, utólag megszerezni. Csak egy példa: a közismert végtranzisztor az egyik gyártónál 16 kHz-es, másoknál 70 kHz-es, a hazai gyártónál 4 MHz-es f_T-vel rendelkezik. Még szerencse, hogy ezt az adatot közlik is a gyártók, míg a típus egyéb fontos adatáról már aligha lehet információhoz jutni. De mit kezdjen pl. az amatőr vagy a szakember azzal a helyzettel, amikor a gyártó nincs feltüntetve a tokozáson? Vagy hogyan is magyarázható meg az a körülmény, hogy a szélessávú (DC...100 MHz-es) erősítő attól függően teljesít jól vagy rosszul, hogy *milyen színű* az előírt és beépített tranzisztortípus hasán az epoxi toklezárás (kék, fehér, szürke...), és ugyan miért?

Már a legegyszerűbb analóg és digitális IC-k esetében is előfordultak a szubsztrát létezésével és különleges/nemlineáris, dióda jellegű viselkedésével kapcsolatos problémák. Az ilyesféle gondok, illetve paraméterek az elektroncsöves világban gyakorlatilag ismeretlenek vagy értékük a működési tartományban bármely szempont szerint teljességgel elhanyagolható, illetve kimérhetetlen. Az integrált áramkörök viselkedése pedig olyan bonyolult, hogy szinte jósolhatatlan, milyen lesz egy erősítő hangja egy adott IC beépítésével.

Ismert tény, hogy egyes közismert, integrált hangfrekvenciás végfokozatok például kisfrekvencián már a határteljesítmény csekély hányadánál is – HIFI-szempontból kibírhatatlanul – recsegnek, krákognak, torzítanak. Ha utána nézünk, kiderül, hogy a fejlesztés során a gyártó is észlelte a problémát, tette is a dolgát, csupán ez lett a küzdelem végeredménye. A lapkára integrált nagyteljesítményű végtranzisztorok a kisfrekvenciák ütemében melegszenek–hűlnek, miáltal a bemeneti fokozat közösmódusúlag ezen a hőhintán billeg és termeli a torzítást. Hiába van a lapka végfokkal ellentétes végén a bemeneti páros, hiába van megkettőzve (és kompenzálási célból keresztbe kötve) a két pár, a torzítás HIFI-szempontból – kisfrekvencián – szinte elfogadhatatlan.

A Sanyo cég filozófiája

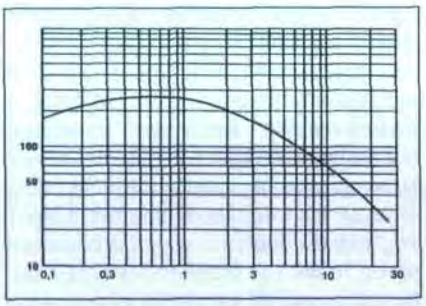
Így értettük meg a japán cég, a Sanyo filozófiáját is a kiváló paraméterekkel rendelkező STK hibrid IC-k gyártásával kapcsolatban, amely szerint félvezetőt – első lépésként – automata gépsoron

- precízen gyártani,
- igényesen mérni,
- szoftveresen felcímkézni kell,
- milliós tételekben!

Ezek után meg kell kérni a számítógépet, hogy a több millió félvezető közül szíveskedjék az adatbázis alapján a felcímkézett készletből *roppant csekély tűrésű igazi párokat*, vagy *igazi komplementereket* kiemelni és beépíteni az STK integrált áramkörökbe. A kapcsolástechnika? Az bizony majdnem olyan egyszerű, mint pl. egy jobb elektroncsövesé vagy egy nem túl igényes, közismerten gyenge hangú, korai félvezetősé. Az STK-077 esetében ez tíz tranzisztort és néhány egyéb alkatrészt jelent, teljesen szokványos kapcsolásban (**10. ábra**). És az IC által szolgáltatott hangminőség? Még az igényesebb hallgatóság is úgy találja, hogy meglepően jó! De próbáljuk meg a kapcsolást az asztalfiókban talált félvezetőkből összerakni... úgy dobjuk ki az egész vartyogó, krahácsoló valamit, ahogy van!

Az elektroncső jobb?

Az elektroncső-katalógusokban olvasható névleges és a gyakorlatban is tapasztalható valóságos csőtűrések általában a néhányszor 10% tartományban maradnak. A 30...50%-nál nagyobb eltérés az egyes adatok között már eléggé szélsőségesnek, akár hibás gyártásnak is tekinthető. A félvezetők ezzel szemben a szélsőséges, akár nagyságrendi adatszórás mellett olyan változatos jelenségeket produkálnak akár már az egyszerű egyenáramú mérések során is,



11. ábra. A BD249 típusú tranzisztor áramerősítési tényezője (h_{FE}, a függőleges tengelyen) a kollektoráram függvényében. A vízszintes tengely a kollektoráramot mutatja A-ben

hogy az szinte elképesztő. Az elektroncső-karakterisztikákhoz szokott szakember azt hiszi, hogy elromlott a mérőberendezés.

A mérések bebizonyították, hogy már az alapvető bemeneti/kimeneti egyenáramú karakterisztikák is olyan nagyfokú minőségi eltéréseket mutatnak, hogy az egyenáramú válogatás alapvető feltétele a karakterisztikarajzolós mérés. De ennek során semmit nem tudunk meg a kis- vagy nagyfrekvenciás viselkedésről! Válogatásnál már maga a félvezető-készlet is lehet alkalmatlan. Előfordulhat, hogy 20–50 darabból sem találunk igazi, kielégítő tulajdonságú párokat, máskor pedig az egész zacskónyi félvezető roppant hasonló tulajdonságú, csupán egységesen vagy túl kicsi vagy túl nagy az egyes példányok bétája, egyéb fontos adata.

A katalógusok alapján is, továbbá a mérésekből is az derül ki, hogy például az áramerősítési tényező kollektoráram-függése gyakorlatilag elfogadhatatlan. A többnyire „A" osztályban üzemeltetett kisjelű tranzisztorokkal a gyakorlatban kevesebb probléma adódik, mint a végtranzisztorokkal. A HIFI-áramkörökben a kisjelű tranzisztorokat többnyire messze a határadatok alatt vesszük igénybe, a kollektoráram, -feszültség változása az „A" osztályú üzemmód miatt a vezérlés során a legtöbb esetben csekély. Azt is mondhatnánk, hogy „szinte" nyugalomban van a fokozat. Többnyire még a nagyjelű előerősítő-, meghajtófokozatok sincsenek igazán jelentősen kihasználva, elsősorban a rajtuk átfolyó áram szempontjából (bár itt már adódhatnak kisebb gondok).

Az „AB" osztályú végfokozatokkal messze nem ez a helyzet. Ha ugyanis feltételezzük, hogy a válogatás során találtunk nagyon hasonló példányokat, szinte ideális párokat, még korántsincs ok a megelégedettségre. Áttekintve a kollektoráram üzem közbeni változását (lásd: katalógus!), kiderül, hogy a kollektoráram növekedésével egy darabig nő az áramerősítés, majd elérve egy meghatározott értéket, az áramerősítés jócskán csökkenni kezd. A BD249 típusú tranzisztornak a Motorola katalógusból kimásolt jelleggörbéje jól mutatja az áramerősítés csökkenését a nagyobb kimeneti áramoknál (**11. ábra**), noha választhattunk volna bármely más végtranzisztort is. A csökkenés mértéke rohamos, és az erősítő max. hangereje környezetében a végtranzisztorba már hatalmas meghajtóáramot kell bepumpálni ahhoz, hogy elérjük a kívánt kimeneti áramot, teljesítményt.

Tegyük fel, hogy kiválasztottunk egy olyan végtranzisztor-típust, amelynek katalógusbeli áramerősítése 1 A kollektoráramnál B = 50. Beépítve a helyére, a feladatát kis hangerőig, tegyük fel 5 A kollektoráramig jól ellátja, mert a meghajtó áramkörből közelítőleg a kollektoráram ötvenedrészét igényli, azaz legfeljebb 100 mA-t, és a meghajtás erre könnyedén képes. Ha viszont a maximális hangerőhöz szükséges 10 A kollektoráramnál mérjük meg az áramerősítési tényezőt, kiderül, hogy annak értéke 50-ről 10-re csökkent. Tehát a 10 A-es kivezérlési csúcshoz a meghajtó áramkörnek már mintegy tizedrésznyi, azaz pillanatnyilag 1 A meghajtóáramot kell(ene) szolgáltatnia. Ez a meghajtófokozat számára többnyire hatalmas, valószínűleg túlzott áramterhelést jelent, amire esetleg a tervezésnél, a félvezetők kiválasztásánál nem is gondoltunk.

Előfordulhat, hogy ez kivezérlési helyzet létre sem tud jönni, mert ekkora vezérlőáramot a meghajtó le sem tud adni. A jelzett körülmény nagyon sok erősítőben fennálhat, ha a félvezetők kiválasztását, cseréjét/módosítását nem jól gondoltuk át. Egyes utánépített erősítők alapvető kivezérlési problémái is erre vezethetők vissza, elsősorban a nagy áramokat igénylő terhelés esetén.

A félvezető-adatok változatossága azt is jelenti, hogy igen gondos válogatás nélkül nem lehet két hasonló hangzású erősítőt építeni sem otthon, sem gyári futószalagon, akár kézi, akár pedig automatikus gyártással (lásd Sanyo-filozófia). Várható, hogy a mintapéldány hangzása, ami olyan, amilyen, egyetlen más erősítővel sem lesz utolérhető. Ismert amatőr tapasztalat, hogy az utánépített, esetleges félvezetőparkból összedobott példányok vagy szebben, vagy pocsékabbul szólnak, de soha nem úgy, ahogy az eredeti.

A „piac" nem audiofil

De ez még mindig csak a felszín, amit még aránylag egyszerű belátni, és már akár közhelynek is vehetjük. Vannak sokkal fontosabb tényezők is, csak ezekről általában nem beszélünk. Ezeket a tényezőket hivatalból többnyire senki nem kutatja, vizsgálja, mert a nagy többséget, a „piacot" ez már nem érdekli.

Egy kellő gondossággal – sorozatgyártással – megépített, egyszerű, de alkalmas kapcsolástechnikájú, átlagos gagyi erősítő ugyanis ahhoz már eléggé jó hangminőséget produkál, hogy az áruházi akciókon nevelkedett, mérsékelten igényes hallgatóság zöme elégedett legyen a hangzásával, és már vigye is haza. Alig lesz csupán egy-két hallgató, aki a „kitűnőre vizsgázott" áruházi erősítő hangjának hallatán bosszúsan a fejét rázza és távozik.

Ő ugyanis nem „mindenevő", hanem igényes audiofil. Aki nem tűri az érdes, zavaros, karcos „tranzisztoros-hangzást", mert otthon valószínűleg sokkal jobb minőségű (valószínűleg csöves) erősítőt hallgat. Igaz, hogy az erősítője többnyire nem képes egy házimozi rendszer hangsugárzóinak faldöngető meghajtására, de egyesek szerint „őskövületesnek" minősített, csöves rendszerével, továbbá jó minőségű és jó hatásfokú hangsugárzóival valódi zenei élményhez jut.

A plázákban tolongó *„utca emberé"* pedig kissé ferde szemmel és sajnálkozva tekint a HIFI iránt érdeklődő, erről rendszeresen szenvedélyes vitákat folytató, elő- és teljesítményerősítőkkel, hagyományos lemezjátszókkal, mindenféle kábelekkel, nehézkes, otromba hangládákkal bajlódó embertársaira, gondolván, hogy ezek tán majd egyszer kinövik ezt a genetikai vagy jellemhibát, de legalább is nem közveszélyesek.

A *hifisták* viszonylag széles tábora pedig hasonlóképpen sajnálkozik a csekély lélekszámú belső kaszt, az *audiofil* csapat tagjain, jobbulást kívánva nekik. Az audiofil ugyanis *nem a HIFI-t, hanem a zenét hallgatja* néhány wattos, többnyire csöves berendezésén, és elnézően mosolyog, amikor hifista ismerőse a félkilowattos erősítőjével dicsekszik, vagy autójába épített akusztikai erőművével készül ka-

MÁR KAPHATÓ!

A HE-füzetek kizárólag csak a szerkesztőségnél 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. 400 Ft postaköltséggel.)

rosszériát, aszfaltot bontani, lakótelepet, városrészt ébreszteni, noha akusztikus hangszereken előadott, igazi, élő zenét tán még soha nem is hallott.

Kinek lehet igaza, s miért?

A tranzisztoros–csöves vita az első félvezetős erősítők megjelenésekor kezdődött. A szerző ezt úgy élte meg (még az ántivilágban...), hogy ismerősével összedobtak egy jónak tűnő kapcsolástechnikájú, 16 W-os, monó, félvezetős erősítőt, és a hangját összevetették egy saját készítésű, (ma már néhai) EL84-es monó végfok hangjával, amely egyszerű deszka síkhangfalba épített, Orion gyártmányú, PD256-os, szélessávú hangszóróra dolgozott. Ugyan a *HighEnd* szóba sem került, mégis a tapasztalatok szerint az osztott csévés kivitelű, saját (kézifúrós...) tekercselésű, hálózati trafó méretű kimenővel jeleskedő csöves erősítő hangja hosszú órákon keresztül hallgatható volt, tehát akár ez az egy tény is a *megfelelő, nem túl rossz* hangminőség mellett szólt.

Bezzeg a tranzisztoros erősítő! Meghallgatva először elkezdtünk kapkodni, méregetni, azt hittük, hogy valami elromlott, elment a fél táp, zárlatos a végfok vagy valami hasonló disznóság történt. Aztán kiderült, hogy a tizedszázalékos k_{tot} torzítású tranzisztoros erősítő méltó helye a kukában van. Nagyon bosszantó volt a jelenség, nem erre számítottunk.

Anno...

Ekkor a múlt homályából előkerült egy régesrégi emlék. A *Rádiótechnika* szerkesztősége 1956 tavaszán, nyarán meghirdette, hogy *fonoamatőr szakkört* készül létre hozni az amatőrök bevonásával. A furcsa név onnan eredt, hogy akkoriban még roppant illetlenül hangzott az imperialista eredetű „HIFI" betűszócska, de azért persze *mindenki tudta, miről is van szó*, és a szerző az elsők között jelentkezett a valójában HIFI-szakkörbe. Az esemény sajátos érdekessége, hogy akkoriban a szerkesztőség a mostanság elhíresült „Nemzeti Színház-gödör-parkoló" helyén eredetileg állott, gyönyörű épület- (palota-) páros egyikében volt található. (Aztán a Metró-építkezés miatt az épületeket – mint a régi Nemzetit is – lebontották.) Akkoriban a szerkesztőség az épület egyik hatalmas terjedelmű, néhai luxuslakásában ütött tanyát, és a legnagyobb – táncterem méretű – helyiségben pedig felállítottak egy 2 × 2 méteres, 5 cm-es pallókból összeállított síkhangfalat, ahogy az a nagykönyvben meg van írva. A hangfalban egy 40–50 cm átmérőjű hangszóró lakott, és ennek meghajtásáról *Makai István* kitűnő, kétcsöves monó erősítője gondoskodott, az „éheztetett-csöves"... ha van, aki még emlékszik a kapcsolására...

A szerzőt itt érte a meglepetés. A detektoros rádióról(!) meghajtott erősítőről a Kossuth Rádió szólt, a műsor pedig élő közvetítés volt valamely zenés helyről, talán a Mátyás-pincéből, a „Jó ebédhez szól a nóta" keretén belül. Ugyan a mai értelemben vett szélessávú (pl. 20 Hz...20 kHz-es) átvitelről akkoriban még szó sem lehetett, pláne az erőteljesen sávhatárolt, középhullámú monó AM-adásnál, mégis, mindezek ellenére szinte hihetetlen és lenyűgöző volt, hogy valójában nem is az erősítő, nem a hangszóró szólt, hanem a *cigányzenekar tulajdonképpen ott muzsikált a teremben...*

Noha a zenei műfaj nem tartozott a szerző kedvencei közé, de akkor és ott megtörtént az akusztikai csoda, létrejött a – mindmáig felejthetetlen – *audiofil jelenlét-érzés*. Az, amiért az audiofilek – akik nem a HIFI-t hallgatják, hanem a zenét – az erősítőiket, hangsugárzóikat stb. jelentős fáradság és tetemes költségek árán ma is megépítik.

Utólag lehet az eseményen, élményen mosolyogni, hogy de kérem, a legfeljebb 4–5 kHz sávszélességű AM-adás, a korabeli hangvisszaadás ugyan miféle audiophil-élményt közvetíthetett a hallgatóhoz? Ilyenkor gondoljunk arra, hogy óriási hallgatósága van a korabeli, 78-as fordulatú, már új korában sem túl jó minőségű, időközben alaposan elkoptatott hanglemezeknek, és egy-egy neves előadó, zenekar felvétele – némi akusztikai nagymosás, vasalás, kitakarítás után – felkerül a CD-boltok polcaira, immár ezüstkorongon. És ha az eredeti felvétel – nem akusztikai, hanem művészeti szempontból! – *igazán jó* volt, akkor ismét előállhat szobánkban a fél évszázadnál is öregebb, „mérsékelt" technikai minőségű felvétel nyomán az audiophil érzés. És különös (illetve mégsem...), de megtapasztalható: egyáltalán nem mindegy, hogy ezeket a nem éppen HIFI-felvételeket is milyen hangrendszeren hallgatjuk vissza!

Ha most egyrészt az audiofilek nem csekély mértékben elfogult tapasztalatai, nem ritkán túlmisztifikált álláspontjai alapján, másrészt a szigorúan vett elektronikai szakmai megfontolások szerint összevetjük, ütköztetjük a felsorakoztatható érveket, kiderül, hogy a laikus, ám megfontolt, ezerszer ellenőrzött tapasztalat gyakorta többet ér, mint a vaskalapos, elfogult, tekintélyelvű, ellentmondást nem tűrő, könyvszagú, szakmailag nem ritkán szűk látókörű, merev műszaki szemlélet.

Mit mérjünk? A „Nagy HIFI Vita"

Sarkalatos pont, minőségi jellemző, összehasonlítási alap az erősítők *hallható* és *mérhető* torzítása. Csakhogy éppen ez képezi a legtöbb HIFI-vita alapját.

Kezdetben volt a *szinuszjeles harmonikustorzítás-mérés*. Amikor megépültek az első félvezetős erősítők, kiderült, hogy amíg az 1% torzítású csöves erősítő nem is túl rossz, „elmegy", az ugyanilyen százalékos torzításúnak mért tranzisztoros vartyog, krákog, érdes, hallgathatatlan. Nosza, rajta, megindult a harc a torzítás csökkentéséért. Vajúdtak a hegyek és születek egy egeret. Hiába sikerült a félvezetős erősítő harmonikustorzítását lecsökkenteni 0,1%, aztán 0,01% alá, csak nem akart az erősítő hangja igazán megjavulni. A viták tovább folytatódtak az erősítő adatait *műszerekkel mérők* és az erősítő *hangját meghallgatók* között. Abban mindenki megállapodott, hogy műszer ide, meghallgatás oda, valami probléma azért mégis van.

Ekkor következtek a *többjeles mérések*, amelyek a működés részletes elemzésével együtt fényt derítettek a félvezetős erősítők egyik nagyon fontos jellemzőjére, vagyis arra, hogy ez a erősítőtípus igen szívesen hajlamos szélessávú szorzókeverőként is működni. Ez azt jelenti, hogy a bemenetre többféle jelet bocsátva (zene...), az erősítő létrehozza ezek különféle rendű és rangú összeg- és különbségi frekvenciáit és azok igencsak széles spektrumú többszöröseit. Említettük, hogy a félvezetők jelentősen gyorsabb, szélesebb működési tartományú eszközök a csövekhez képest. Akár tudatosan, akár véletlenül is, nem nehéz olyan félvezetős erősítőt összeállítani, amelynek egyes fokozatai még a néhányszor 10 MHz-es tartományban is működőképesek, nem is említve az emitterkövetős fokozatok óriási, akár néhány száz MHz-es sávszélességét. Ugyanekkor ezek az eleve minden te-

kintetben görbe karakterisztikájú eszközök, fokozatok a különböző nagyfrekvenciákon – lényegében a hangfrekvenciás üzemi tartományon kívül – jelentősen görbült vagy töréses/telítéses karakterisztikával, hibás impulzusátvitellel rendelkeznek (pl. slew-rate), ezen felül pedig itt számtalan másodlagos, harmadlagos hatással terheltek.

Az üzemi belső adatok, vagyis *ellenállások*, *kapacitások* stb. erőteljesen függenek a rájuk jutó *pillanatnyi feszültségtől*, az átfolyó *pillanatnyi áramtól*, a félvezető-átmeneten kialakuló *pillanatnyi hőmérséklettől* stb., és ezek hatása a gyakorlatban kiszámíthatatlan, csak az eredményeit tapasztalhatjuk. Jól látható a probléma nagysága akkor, ha az egyes fokozatok félvezetőit gyakorlatilag azonos egyenáramú jellemzőkkel rendelkező, de különféle sebességű eszközökre cserélgetjük. Tessék kipróbálni! Egy hangfrekvenciás erősítő viselkedése roppant jelentős mértékben függ attól, hogy egy-egy fokozatába 120 MHz-es, 600 MHz-es vagy 1,2 GHz-es tranzisztort teszünk. Aligha ússzuk meg az időszakos (pillanatnyi, jelfüggő) vagy állandó, leküzdhetetlen, néhány száz MHz-es gerjedést a gyorsabb tranzisztorokkal, ami közhelynek tűnhet, de gondoljunk bele: az erősítőfokozatunk sávszélessége – ha épp nem gerjed – a számítások szerint legfeljebb 100 kHz... Akkor hát mi is történhet a zenei jel, a vezérlés hatására egy félvezetős hangfrekvenciás erősítőben néhány száz MHz-en? Elmondhatjuk: szinte bármi.

A sajátos helyzet abból következik, hogy a félvezető valóságos konstrukciója és viselkedése nem egyezik meg a szokásos egyszerű, mondhatni primitív helyettesítőképekben található néhány alkatelemmel és paraméterrel. A valóságban egy roppant bonyolult szerkezettel állunk szemben, amelynek tényleges viselkedése pl. egy tranzisztor esetében legalább 70–100 paramétertől függ. Ilyen bonyolult és általában nem publikus helyettesítőképeket, paraméterrendszert csak a félvezető- és IC-gyártók ismernek, használnak. A paraméterek jelentős része egymástól, illetve a pillanatnyi feszültségállapottól, áramtól, illetve a hőmérséklettől függ. A kisjelű tranzisztorok parányi lapkájának melegedése egyes mérések szerint akár 50–100 kHz-ig is képes követni a vezérlőjelet, áramot, azaz a vezérlés pillanatnyi ütemében változnak a hőmérsékletfüggő paraméterek, azok, amelyek java részét a katalógusok nem is tartalmazzák. Az átlagos, vagyis nem félvezetőgyártó szakember és az amatőr számára ebből úgyszólván kiismerhetetlen viselkedésmód következik már egyetlen félvezető esetében is, nem is szólva egy harminctranzisztoros HIFI-ről.

A félvezetős erősítők üzemi frekvenciatartományon kívüli/feletti munkaterülete az az ingovány, ahová ha egy eredetileg torzítatlan jelkeverék bekerül, az eredmény teljességgel kiszámíthatatlan lesz. A jelek bonyolult keveredése, összegződése és különbségképzése biztos esemény, de létre jöhetnek (nem egyszer láttuk!) kisebb-nagyobb, egy-egy meghatározott feszültségszinthez tartozó átmeneti gerjedési állapotok is, miközben az erősítő alapállapotban, bemenőjel nélkül nem gerjed. Egy dologban lehetünk biztosak: a félvezetős erősítőben a hangfrekvenciás sávban is, de főleg az üzemi frekvenciatartomány feletti régióban a bemeneti és másodlagos jelek kiszámíthatatlan keveréke, zagyvaléka jön létre, ráadásul pillanatról pillanatra változó módon. Általában nem katasztrofális nagyságú, elviselhetetlen mértékű az az idegenjel-hányad, amely ily módon keletkezik, de ahhoz éppen elegendő, hogy az erősítő hangminőségét lerontsa, főleg a kényesebb ízlésű hallgatóság számára. Miért fontos számunkra ez a jelenség? Több okból is.

A tapasztalatok szerint az emberi fül a hangfrekvenciás tartományban szokásosan előforduló, úgymond „természetes" torzításokra nem különösebben érzékeny. Ha megszólaltatunk pl. egy fúvós, ütős vagy pengetős hangszert, nem egyetlen frekvenciát hallunk, hanem a hangszer természetétől függő jelkeveréket, amely egy *alaphangból* és számos „torzítási" komponensből, azaz *jellemző felhangcsoportból* áll, gondoljunk a trombita vagy egyéb rézfúvós „recsegő" hangjára. Nem egyszer fordul elő (hétköznapi eset), hogy egy-egy hangszer hangjában a felhangok erőteljesebben szólnak az alaphangnál. Mindezt azonban nem torzításként éljük meg, hanem ellenkezőleg, tetszetős zenei hangot érzékelünk, egyúttal a felharmonikusok, a speciális belső arányokkal rendelkező, úgymond „torzításprofil" és nem utolsó sorban az impulzusmenet, a hangjelenség időbeli lefutása segítségével felismerve magát a hangszert.

Közismert, hogy a hangszerek egy jelentős csoportja (pl. zongora) kifejezetten érzékeny a környezeti hangokra, és egy erőteljesebb akusztikai behatásra (akár a beszédhangra is) képes egyfajta módon megszólalni, valamely rezonáns hatás, akusztikai csatolás révén önállóan hangot kiadni. Mégsem panaszkodik senki valamely nagyzenekar úgymond „saját torzítására", amely a hangos játék során az egyes hangszerek egymásra hatása révén jön létre, mert ez is a lehetséges vagy elvárt hangkép részét jelenti.

Az emberi fül és az agy a csecsemőből felnőtté válás, a személyiség fejlődése során megismeri és megtanulja ezen hangok természetét és az elvárható, a normál hangzásvilágot. Minden olyan hangot, amely nem felel meg a tanult, begyakorolt normáknak, hamisnak, torznak, disszonánsnak, kellemetlennek és természetellenesnek érzünk. Egy tisztán akusztikai hangszereken játszó zenekar játékát élőben hallgatva, soha nem fogjuk azt torznak érezni (legfeljebb talán néha hamisnak...). Az emberi agy ugyanis a tanultak, a begyakoroltak alapján a hallott akusztikai eseményt frekvencia, amplitúdó- és impulzusmenet szerint feldolgozza, és azt a maga eredeti természetességében elfogadja. (Ezért is javallott az akusztikus élő zene hallgatása, mert különben a Szokol „munkarádió" hangját vagy a diszkóhangzást fogjuk mindenhol elvárásnak tekinteni...)

A százhúsz tagú vegyeskórus közvetlen hangját – legyen az bármily hangos is – soha nem fogjuk torznak tartani, mert tudatunk számára ilyesmi értelmezhetetlen. Legfeljebb a közel fájdalomhatárig hangos, zengő énekhang, előadás kellemetlenül bizsergetheti a fülünket. Távoli kultúrák gyakorta különös hangképzését, énekét akár hamisnak is érzékelhetjük, mivel nem abban a kultúrkörben nevelkedtünk, de torznak mégsem, legfeljebb különösnek fogjuk zenéjüket tartani.

Ezzel szemben egy vonósnégyes vagy fúvószenekar játékát egy erősítőn átvezetve már nem ilyen egyszerű a helyzet. Amennyiben az erősítő kissé torzít, első közelítésben megváltoznak az egyes hangszerekre jellemző felharmonikus-amplitúdók belső arányai és némiképp átalakulhat az impulzusmenet is. Mindaddig, amíg ezek a változások egyszerű keretek között maradnak, vagyis voltaképp csak a hangszer jellemző hangszíne formálódik át kissé, például hiányzanak a magasabb frekvenciás formánsok, nincs is igazán nagy baj (lásd 78 fordulatú, ősrégi hanglemez). Érezzük, hogy nem egé-

szen tiszta, jó minőségű a hang, engedmények árán ugyan, de könnyen elfogadjuk a kapott hangzást. Ezzel szemben nagy baj van akkor, ha a bejövő jelkeverék egyes felharmonikusai – például a legelső félvezető torzítása következtében – az erősítő belsejében (az aktív eszközökön) az üzemi tartományon kívüli/feletti ingoványos területre tévednek. Minél szélesebb ez a frekvenciasáv és minél görbébb (vagy töréses) karakterisztikájú ez az üzemi tartomány, annál nagyobb a probléma. Amíg az egyes hangszerek hangjai csupán jellemző belső arányokkal rendelkező, a felismerhetőséget segítő stb. páros és páratlan harmonikus (torzítási) komponenseket tartalmaznak, igaz, már kissé megváltozott arányban, addig nagyjából minden rendben van.

Akkor azonban, amikor a görbe, esetleg töréses karakterisztikák, valamint a hasznos átviteli sáv felett rendelkezésre álló túlzottan nagy sávszélesség következtében további, ezúttal már disszonáns komponensek keletkeznek, bekövetkezik a baj. A szorzókeverés, az összeg- és különbségképzések termékei visszakerülhetnek a hasznos sávba, és mintegy szétterülhetnek a hangfrekvenciás sáv felső és középső tartományban. Ekkortól kezdve elmondhatjuk, hogy az erősítő nagyfrekvenciás tartományában már minden megtörténik, ami csak egy szokásos keverőben/modulátorban megtörténhet. A szükségtelenül kitermelt végeredmény jelentős része pedig visszakerül, visszatranszformálódik a hallható tartományba.

A félvezetős erősítő egyes fokozataiban – jórészt a hangfrekvenciás tartományon kívül – a bejövő jelkeverékből kiszámíthatatlan, az alsó/felső szorzókeverés következtében olyan zagyva összeg- és különbségi frekvenciakomponensek keletkeznek, amelyek az erősítő konstrukciója, egyedi kivitele mellett magától a bemeneti jel jellemzőitől is függenek, hisz az így kialakult torzítás *sajátságos válasz a bemeneti vezérlésre*. (A jellemző tünet: a neves „X" erősítő inkább a rézfúvósokat adja vissza jól, a még nevesebb „Y" erősítő pedig a vonósokat, egyébiránt pedig meglehetősen torzítanak...)

Egy jelentősebben kivezérelt erősítőben a félvezetők munkapontjai a különféle belső sebességi – slewrate – problémák miatt műsor közben kezdenek a karakterisztikák különféle erősen görbült vagy telítési szakaszaiba befutni. A különféle RC-időállandók részeit képező belső kapacitások (lásd: varikap...) és belső ellenállások, félvezető átmenetek részben a pillanatnyi feszültség/áram, részben a pillanatnyi hőmérséklet következtében áttekinthetetlenül változnak, kis- és nagyfrekvenciásan modulálva az erősítőn áthaladó hangfrekvenciás jelet. Az így generált jelkomponensek azért igen kellemetlenek, mert azon felül, hogy egy részük helyből a hallható tartományba is eshet, de a kapcsolatuk már rég elszakadt a műsoranyagtól, így alapvetően disszonánsak, zaj/torzítás jellegűek.

Nem elhanyagolható a keletkezett komponensek több-kevesebb időkésése az eredeti jelhez képest, amely egyrészt az erősítőben, pontosabban a tranzisztorokban rejtve megbúvó számos villamos RC-időállandó, továbbá a valamennyi félvezetőnél létező, de főképp a nagyobb teljesítményű eszközöknél kifejezetten jelentős (kisfrekvenciás) termikus időállandó következménye.

A teljes erősítőláncra kiterjedő negatív visszacsatolás – a meghallgatási tapasztalatok szerint is – a hallható torzítást inkább rontja, mint javítja, hiszen a kapcsolás bemenethez közeli részén – mint az eredeti, torzítatlan bemeneti jel, valamint a kimeneti torz jel tipikus összehasonlítási pontján – időben eltolt, valójában aligha összehasonlítható, *nem egyidejű jeleket hasonlítunk össze* a torzítás reménybeli csökkentése érdekében. Ez természetszerűleg nem sikerülhet, ellenkezőleg, a műsorjellel való meghallgatás során torzítás növekedését is tapasztalhatjuk, miközben a torzításmérő az 1 kHz-es szinuszjeles mérésnél akár éppen javulást is mutathat!

Sajnálatos módon az intermodulációs torzítási érték sem ad kellő tájékoztatást az erősítő minőségéről, ugyanis *mindkét mérés statikus jellegű*, egy kvázi-állandósult állapotot vizsgál, holott a probléma, a torzítás éppen a *szakadatlanul változó műsorjel* esetében tapasztalható igazán. Ezen két mérési módszer alkalmazása *nem hiba*, csupán esetünkben – enyhén szólva – *nem eléggé informatív*.

Mindamellett az intermodulációstorzítás-mérés egy lépéssel közelebb van a valósághoz, mint a szinuszjeles. Egy lassúbb jelen lovagoltatva egy szaporább jelet, a kvázi-állandó állapot ugyan mindig létrejön, de az erősítő többnyire már nem tagadja meg önmagát: szaporán termelni kezdi nagyfrekvencián is az összeg- és különbségi jeleket és a vezérlőjel függvényében ezek további, magasabb rendű komponenseit, amelyeket a félvezető feszültség- és hőmérsékleti függéséből következő magánélete tovább szaporít. Ismeretes, hogy szinte mindig rosszabb vagy sokkal rosszabb intermodulációstorzítást mérhetünk, mint amire a harmonikustorzítás alapján számítanánk. A fentiek tükrében ez nem érhet váratlanul minket.

Erősen gyanakodni akkor kezdhetünk, amikor az 1 kHz-es jellel meghajtott erősítőre egy szélessávú spektrumanalizátort csatlakoztatunk, és elmerengünk a 20 kHz-es felső határfrekvenciájú félvezetős erősítő nagyfrekvenciás, például 1 MHz-es vagy szaporább, nem éppen elhanyagolható nagyságú torzítási komponensein, amelyeket az imént említett két torzításmérési eljárás (a szokásos mérőműszer) lényegében/többnyire már nem érzékel. Amennyiben belenyúlunk az erősítőbe a mérés során, és kissé megváltoztatjuk a negatív visszacsatolást, esetleg a sávszélességet, tapasztalni fogjuk, hogy a nagyfrekvenciás komponensek igen élénken és változatos módon reagálnak a beavatkozásra, miközben a torzítás (k_{tot}, k_{IM}) számértéke alig változik.

Egy félvezetős erősítő műszeres kivallatására csakis kettőnél több jellel van valamelyes remény.

Ha kettőnél több szabályos (szinusz-, négyszög-, háromszög-) jellel próbálunk egyidejűleg mérni, az erősítő kezdi mutogatni a foga fehérét: az egyes jelek kezdik egymást érthetetlen, kiismerhetetlen, nem várt módon átmodulálni, a jelek egyes időpillanatokban lefulladhatnak, de belső arányaik tartósan meg is változhatnak a harmadik jel hatására, miközben pl. még csupán a fél kimenőteljesítménynél tartunk. A szélessávú spektrumanalizátor képernyője pedig a mérés felső frekvenciahatárig terjedő, sűrű fogú fésűre kezd emlékeztetni, elfeledkezvén arról, hogy nem négyszögesítő-, torzítóáramkört vizsgálunk, hanem egy tranzisztoros HIFI-t...

A tapasztalatok szerint a teljes áramkörre kiterjedő, enyhe ellencsatolás (talán, néha...) valamicskét segít a dolgon, de éppen a szokásos mértékű negatív visszacsatolás többnyire ront a helyzeten. Az ilyen ellencsatolás elvi hibája kisfrekvencián még lehet elhanyagolható, de éppen abban a tartományban, ahol nagy a baj, pont ott működik hibásan. A szinuszos mérés – természetesen – itt megintcsak becsapós,

és az ellencsatolás hatását a legegyszerűbben meghallgatással tudjuk minősíteni.

A fentiek értelmében semmi különös nincs abban, hogy a meghallgatási tapasztalatok szerint az erőteljes ellencsatolás kifejezetten káros hatással van az erősítő hangjára. Viszont azért, mert valamit nem tudunk a hagyományos eljárásokkal megmérni, a jelenség attól még létezhet.

Tapasztalati tény, hogy az ellencsatolás annál nagyobb hibát okoz egy erősítő működésében, minél nagyobb a visszacsatoló hurok, azaz minél nagyobb utat tesz meg a jel az erősítőben az összehasonlításig. Amíg csak egyetlen aktív eszközre terjed ki a negatív visszacsatolás (pl. az emitterellenállás útján), nincs lényeges időeltérés a bemeneti és kimeneti jel között, az ilyen negatív visszacstolás általában javasolható és többnyire jótékony hatású. Amint növekszik a visszacsatolásba bevont aktív eszközök száma, a bemeneti és a kimeneti jel közötti időkülönbség is növekszik a számos rejtett RC-tag, elosztott paraméteres alkatelem hatására, főleg nagyfrekvencián. Így a teljes áramkörre tekintett negatív visszacsatolás során – főleg a hangfrekvenciás tartomány felső részén – amint említettük, időben össze nem hasonlítható (fáézisban eltolt) jeleket hasonlítunk össze egymással. Ez a szándékkal ellentétben nem a torzítás csökkenését, hanem annak növekedését eredményezheti. Jól vizsgálható a helyzet valamely gyors, kifogástalan jelalakú, 10–20 kHz-es, a teljes kivezérléshez képest nem túl nagy értékű (10–20%-os amplitudójú) négyszögjellel, amelynek alakja a negatív visszacsatolás növekedésekor többnyire romlik, illetve jelentősen változik.

A vázolt torzítási jelenség mérésére igen nehéz mérési módszert kitalálni, mert valamely elv szerint hitelesen és szabatosan utánozni kellene a szokásos, általános hangfrekvenciás műsorjelet, ami szabványos mérési módszerként szinte lehetetlen. A meghallgatási tesztek gyakorlatából ismeretes az a körülmény, hogy az egyik erősítő inkább az egyik, míg a másik inkább a másik műsortípust, hangszert, zenét adja vissza élethűbben, illetve az ilyesféle variációk száma közel végtelen.

Akkor hát milyen legyen a valóban jó, szabványosítható mérőjel, és hogyan is mérjünk? Erre eddig még nem igazán sikerült érvényes választ találnunk.

A „HFM"

A közel két évtizede megszűnt HFM („hifi magazin", majd „hifi mozaik") – amíg létezett – sokak szemében egyféle HIFI-Biblia volt, de még manapság is sokan forgatják a régi számokat. Nem édemtelenül. Például a torzítások természetéről a néhai *HFM 1984/2.*, azaz az említett folyóirat 18. számában igencsak figyelemre méltó, időtálló cikket olvashatunk *Miklós András* tollából, „Torzonborz hangjegyek" címmel. Más szempontból is érdemes a HFM forgatása, esetünkben például a rendszeresen végzett, majd közölt erősítő meghallgatási tesztek vonatkozásában.

Ezek a tesztek és a jelen cikkben leírt műszaki vonatkozások gyakorlatilag igen jó egyezést mutatnak a torzítás természetét illetően, mintegy egymás álláspontját igazolva. Vagyis ami a félvezetők, a félvezetős erősítő műszaki paramétereiből, *a fizikai működésből következtethető, amiről eddig szóltunk, az a meghallgatási tesztek során jól hallható is*, míg egy csöves erősítő meghallgatása során ilyesféle torzításokkal nem találkozhatunk.

A HFM tesztjei során úgyszólván mindig a félvezetős erősítőket marasztalták el – a torzításmérési eredményektől közel függetlenül – a többé-kevésbé jól hallható műsorjel-torzítások miatt, mégpedig – ami számunkra most igen fontos – *a hallható frekvenciatartomány felsőbb régióiban.* Idézve a tallálomra kiválasztott minősítéseket: *„a hangja... felül kissé kásás, nagyzenekari tuttikon zűrös."* Az A–B teszt során a hallgatóság azt érzékelte, hogy a félvezetős erősítő *„karcosabb... kaparósabb... felül időnként torzítás... magasban torz..."* Egy másik helyen: *„...a hegedű néha visít, a felső tartomány időnként csörög..."*.

A meghallgatásos vizsgálatok során nyert kellemetlen, negatív hatások a félvezetős erősítőknél szinte minden esetben a magashangú tartományban jelentkeztek, noha előfordult, hogy a közép- és mélytartományban is érzékeltek különféle kellemetlen tranziens-átviteli, torzítási effektusokat. Ez utóbbi problémák azonban inkább az adott erősítő valamely egyedi konstrukciós hibájára voltak visszavezethetők (pl. tápegység-bajok, a nem túl szerencsés kapcsolástechnika stb.), míg a magashangú problémák valamelyikének megjelenése úgyszólván általános, gyakorlatilag évjárat- és erősítőfüggetlen tünet volt.

A fentiekre azért szükséges hivatkoznunk, visszaemlékeznünk, mert a HFM a maga korában a HIFI-tábor számára egyfajta ütközőpont, eszmei csatatér is volt. Egyrészről olvasótáborának egyik része istenítette a folyóiratot, míg voltak a lapnak ellendrukkerei, kifejezett ellenségei is. Ezeken belül is további szekértáborok alakultak ki a *„mindent műszerrel mérők"* és a *„csakis meghallgatók"* elvi szintjén. Az egymással szöges ellentétben levő vélemények végletesen megosztották (és ma is megosztják) a HIFI szerelmeseit, s manapság a neten is folyik a különböző vérmérsékletű, stílusú vagdalkozás. Holott a fentiek alapján belátható, hogy valójában nincs tényleges ellentét a két tábor között, csupán a hallgatói szemléletet kell jobban közelíteni a lehetséges méréstechnikákhoz, a műszaki valósághoz, és viszont, vagyis végig kell gondolni a műszeres mérések korlátait, azaz: *a két tábornak több türelemmel és megértéssel kell fogadnia egymás véleményét, álláspontját, hiszen végül is ugyanarról beszélünk!*

Következtetések

Ha most megpróbáljuk összefoglalni, hogy a félvezetős erősítők melyik tulajdonsága az, amelyik a legtöbb bajt okozza, akkor arra a megállapításra jutunk, hogy két tényező bonyolult kölcsönhatása hozza létre a félvezetős erősítők torzítását. A félvezetők *túlságosan nagy sávszélessége* és a pillanatnyi feszültségtől, áramtól, hőmérséklettől stb. is függő, kézbentarthatatlan, *dinamikusan változó félvezetőparaméter-rendszer* (pl. belsőellenállás, kapacitás) az, amely a kellemetlen és meg nem zabolázható torzítási komponenseket termeli. A bemeneti jelből származó és a görbe karakterisztikákon keletkező pillanatnyi nagyfrekvenciás szorzatok, összegek és különbségek stb. visszakerülnek a hallható sávba, elsősorban a hangfrekvenciás sáv középső és felső tartományába és ott disszonáns akusztikai hatásokat hoznak létre. Amíg az erősítőt statikus módon, egyetlen vagy kettős jellel mérjük, ilyen torzítási komponensek a dolog természetéből adódóan nem, vagy viszonylag csekély hányadban keletkeznek. A torzítás főleg akkor tapasztalható, amikor bonyolult, állandóan változó, tranziens jelkeverékkel, például zenei jellel vezéreljük az erősítőt.

Korábban már említettük és itt is hangsúlyozzuk, hogy az elektroncsö-

vek messze nem olyan szélessávú eszközök, mint a félvezetők, vagyis esetükben a félvezetőknél jelzett, veszélyes nagyfrekvenciás tartomány és ezen belül valamiféle görbe karakterisztika-kollekció teljességgel hiányzik a csöves erősítő életéből. Másrészt az üzemi paraméterek a vezérlés során önmagukban meglehetősen stabilak, kölcsönhatásuk elhanyagolható vagy nem ismert, a vezérlőjeltől, a munkaponttól való dinamikus függésük gyakorlatilag zérus. A csöves erősítő belsejében – vezérlés közben is – úgymond „rend van". Nincsenek olyan rejtett (pláne nagyfrekvenciás) paraméterek, amelyek egyszer lineárisak, más esetben pedig görbe karakterisztikájúak vagy pillanatnyilag éppen telítésbe futnak.

Az elektroncső puritán, egyszerű, mondhatni tisztességes viselkedésmódja az egyik kulcsa annak, hogy a csöves erősítő „nem piszkítja össze" a hangfrekvenciás jelet.

A másik kulcs a csöves erősítő szükségszerűen – részben vagy teljesen – oldtimer felépítése!

Alkatrészkészlet

A fentiek tükrében már egyértelműnek látszik, hogy az elektroncsöves erősítő szinte bármely kapcsolástechnikával szinte automatikusan biztosítja a lényegesen jobb hangminőséget éppen azzal, hogy sávszélessége a töredéke egy félvezetős erősítőének, pontosabban: nem több a szükségesnél.

Ugyanekkor az elektroncső nem tartalmaz belső, titkos sávszélesség-tartalékokat, továbbá paraméterei dinamikusan nem táncolnak a vezérlőjelen, egyéb másodlagos paramétereken (pl. hőmérséklet). Az elektroncsövek üzemi tartománya – tisztelet a kivételnek – nemigen terjed a 20...50 MHz-es tartomány fölé. Számos hangfrekvenciás trióda, pentóda vezérlőrácsán ezeken a frekvenciákon már akár 100 Ω, 1 kΩ bemeneti impedanciát mérhetünk. Az elektroncsöves HIFI-erősítő nagyfrekvencián nem, vagy rosszul teljesít, de erre nincs is szüksége.

Ha most ehhez a lassúsághoz hozzáadjuk a szokásos csöves *oldtimer alkatrészkészletet*, például a nagyfeszültségű (pl. olajpapír) csatolókondikat, a kimenőtrafót stb., akkor áttekintve az alkatrészek anyagi és nagyfrekvenciás jellemzőit, láthatjuk, hogy kifejezetten ódivatú, lassú, a kritikus sávban veszteséges passzív eszközökkel állunk szemben.

A tranzisztoros, IC-s korszak kiszorította, elavulttá tette a csöves korszak mindennapos nagyfeszültségű, nagyimpedanciás passzív eszközkészletét, és ami megmaradt, enyhén szólva, az sem képezi a mai technika csúcsát. Ezen az alkatrészek többsége ugyanis változatlanul a még megmaradt vagy hobbi szintű (HIFI) csöves áramkörökhöz szükségesek, de ezek száma viszont elenyésző. Fejlesztésük leállt, gyártásuk a még létező igények miatt kis tételben, igen drágán folyik. Voltaképp ezek épp oly őskövületek, mint maguk az elektroncsövek is.

Ezen eszközök lassúságának egyik fő oka a sajátos, a korábbi évtizedek technikájára jellemző, ma már kisfrekvenciásnak tekintett konstrukció. Ilyen például a már közepes frekvenciákon is veszteséges szigetelőanyagok használata, a felépítésből következő szórt veszteségi paraméterek jelentős, mondhatni domináló hatása. Gondoljunk csak a kimenőtrafóra, ami egy óriási veszteséghalmaz már a magasabb hangfrekvenciák számára is. A vas anyaga, a huzal (a bőrhatás miatt), a szigetelőpapír, a bakelit csévetest stb. nem tipikus nagyfrekvenciás produktum. Még akkor sem, ha mindez jó minőségű, különös tekintettel a lakkal kiöntött (kifőzött, vákuum-impregnált) trafókra. De ilyen a nagyfeszültségű, tekercselt olajpapír kondi, a jelentős méretű, nagy feszültségtűrésű, számos spirálban köszörült ellenállás is. Az audiofilek nem méréssel, hanem a gyakorlati tapasztalatok alapján és ráérzéssel, kellő odafigyeléssel válogatják ki a világ – nem ritkán elfekvő – alkatrészkészletéből azokat a gyártmányokat, amelyek hangfrekvenciás szempontból éppen hogy kiválóan, majd nagyfrekvenciásan igen gyatrán szerepelnek.

Az alkatrészek nagyfrekvenciás viselkedése egy nagy, kézbentarthatatlan – nem ritkán gyári – titok, amelyre sok-sok tapasztalati méréssel, netán egy-egy saját kudarc árán lehet rájönni. Ekkor derül ki, hogy a „mellékes", a „másodrendű", az „elhanyagolható", a soha nem mért paraméter a fontos, sőt, akár a legfontosabb!

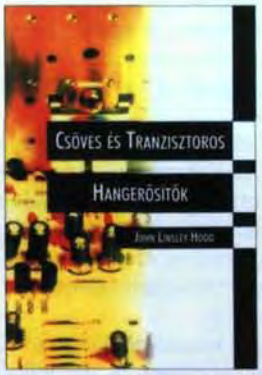
Íme a példa. A szerző egy oszcilloszkóp nyolcadik szériáján szembesült azzal a problémával, hogy a sokezredik, különösebb probléma nélkül legyártott készülék után a következő 250 darab valamiért váratlanul és makacsul nem teljesíti a trigger specifikációját, amivel eddig még soha nem volt gond, sőt. Most mi történt?

Hosszadalmas vizsgálódással sikerült kideríteni azt, hogy a 80 MHz-re specifikált, igen gyors, tunneldiódás trigger azért hajlandó most csupán legfeljebb 60 MHz-ig működni, mert a nagyfrekvenciás, üvegszálas – eddig kiválóan szereplő – nyomtatott áramköri lemeztípust valaki az anyagbeszerzésről titkon kiváltotta egy másik gyártó ugyanolyannak tűnő, de olcsóbb termékével, amely viszont jelentős értékű nagyfrekvenciás veszteséggel rendelkezett, éppen 60 MHz fölött.

A kínos problémát csak nyákcserével lehetett volna megoldani, de ez a futó széria során, a már legyártott, szerelt panelok miatt már nem volt megoldható, így a specifikációt kellett szégyenszemre módosítani csakis azért, hogy valaki zsebre tehessen néhány ezer forint újítási díjat.

Az egész audiofil erősítőépítés többek között arról szól, hogy fel kell kutatni azokat az alkatrészeket, amelyek veszteségei szinte a csírájukban fojtják el a különféle nagyfrekvenciás, torzítási forrásként jelentkező lehetőségeket. Nem egyszerű, soros vagy párhuzamos veszteségi ellenállásokról, kapacitásokról van szó, ezek a paraméterek ugyanis nem jellemezhetők egyszerű RC-tagokkal. Csak valamely elosztott paraméteres hálózat tudná kellő pontossággal leírni az alkatrészek szórt jellemzőit, ráadásul az ilyen bonyolult, szórt jellemzők áramköri szerepe hasonlóan bonyolult és nehezen analizálható.

Egy biztos: az audiofil erősítőben szinte minden alkatrész azon dolgozik, hogy az üzemi tartományon kívül jelentkező káros jelek keletkezésére, a torzítások forrása számára matematikailag vesződségesen megfogható, de kellően hatásos veszteséget, terhelést jelentsen. A hatás semmiképp nem azonos az egyszerű sávhatárolással! Úgy is mondhatnánk, hogy az audiofil csöves erősítő attól olyan jó, hogy a sávszélessége szinte semmivel sem jobb a kelleténél, továbbá ahol a tranzisztoros áramkörökben a kellemetlen, érdes torzítások keletkeznek, ott az audiofil erősítő beépített, erőteljes veszteségeket tartalmaz ezen jelek számára, és a kellemetlenségek legfeljebb hő alakjában illannak el az erősítőből. Már maga az aktív eszköz is kellően lassú, erősen behatárolt sávszélességű, semmilyen tartalékerősítése nincs a nagyfrekvenciás tartományban, a passzív alkatrészek egy része pedig jellemző, hivatalból is csekély sávszélességgel rendelkezik.



Csöves 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 tekintettem át abban a reményben, hogy az itt található információ hasznos lehet a felhasználóknak vagy a potenciális tervezőknek. Megkíséreltem 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 utánvéttel 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 hangvételben íródott kötetének bevezetőjében. A könyvhöz CD-melléklet is tartozik A 228 oldalas, B5 méretű könyv postai utánvéttel 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 utánvéttel 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 elektronsugárcsöves, folyadékkristályos, LED, vákuumfluoreszcens, plazmapanel és elektrolumineszcens működési elvű megoldásokkal foglalkozik." – írják a szerzők a kötet bevezetőjében. A 346 oldalas, B5 méretű könyv postai utánvéttel is megrendelhető a HAM-bazártól.
Ára: 2950 Ft (+ postaköltség)



Mikrohullámú technika

S. R. Pennock – P. R. Shepherd

a napjainkban egyre nagyobb és fontosabb szerepet játszó, 1...100 GHz közötti frekvenciatartomány technikáját ismerteti művében. „A mikrohullámú technikával kapcsolatos szakszövegek többnyire két szélsőséget képviselnek: vagy túl szakmaiak, ... a szövegek másik fajtája ... túl általános, így nem eléggé részletes. Nyilvánvaló szükség volt tehát egy megfelelő széleskörű bevezető könyvre a nagyfrekvenciás és a mikrohullámú technikába, amely kielégítő mélységű a különböző témákban." – írják a szerzők a kötet előszavában.
A 350 oldalas, B5 méretű könyv postai utánvéttel is megrendelhető a HAM-bazártól.
Ára: 4250 Ft (+ postaköltség)

Az egész erősítő az „éppen, hogy hangfrekvencián jól megfelel" elv alapján működik – s éppen ezért kiválóan.

Így tehát feloldható az az ellentmondás, hogy miért nem zavaró az audiofil csöves erősítő 0,2–0,5%-os, jelentősnek tűnő harmonikustorzítása, miközben a 0,001% harmonikustorzítású félvezetős erősítő érdes, karcos, grízes hangját adott esetben sokkal rosszabbnak ítéljük. Ugyanis a hallgatót nem az alacsonyrendű, nem ritkán akár egy-egy, a hangszer saját spektrumába talán még éppen beilleszthető – rokon – idegenhang, torzítás zavarja, hanem az a disszonáns, recsegő, sziszegő jelzagyvalék, amely az eredeti hangtól teljesen idegen, és főleg a hallható spektrum középső vagy magasabb részére transzformálódik vissza az üzemi tartományon kívüli felsőbb régiókból.

Ezeket a váratlanul és dinamikusan fellépő, tranziens jeleket pedig a szokásos statikus k_{tot}, k_{IM} mérési eljárásokkal – a gyakorlati tapasztalatok szerint – nem lehet, nem jól lehet kimérni.

Vannak a jó minőségű csöves erősítőben olyan pozíciók is, ahol egy-egy modern alkatrész – például a kedvezőbb stabilitás, a kisebb tűrés, a kisebb zaj, a hosszabb élettartam stb. – szempontjából jobban beválik, mint oldtimer megfelelője. Ebben sincs semmi ellentmondás, mert végül is valamennyi pozitívum közül is az elektroncső kedvező tulajdonságai azok, amelyek a végső minőséget a leginkább befolyásolják, meghatározzák.

Ugyanekkor ez az a már kissé ingoványos terület, ahol gyakorta előkerül az okkultizmus, a madárjóslás és az állatok beléből történő jövendőmondás. A lényege az, hogy többnyire valami gagyi holmit akar valaki nagyon sok pénzért, homályos indokok alapján a nyakunkba sózni.

A kimenőtrafóról

A kimenőtrafó jól példázza azt a mondást, hogy ahol a legnagyobb a szükség, ott a legközelebb a segítség.

A csöves erősítők és a hangszórók közötti illesztést a gyakorlatban a bonyolult és drága kimenőtrafó biztosítja. Amikor megjelentek az első, kimenőtrafó nélküli félvezetős erősítők, a konstruktőrök fellélegeztek, hogy na végre, egy problémával kevesebb, nem kell a kimenővel bajlódni. Nos, a helyzet egyáltalán nem ilyen egyszerű. Ha kissé alaposabban körüljárjuk a csöves erősítő kimenőtrafójának műszaki paramétereit, működését, sok olyan érdekes tény kerül napvilágra, amely egyértelműen az audiofileket támogatja.

A kimenőtrafó elsődleges és másodlagos adatai közül természetesen itt is a másodlagos adatok fontosságára kell felhívnunk a figyelmet. Amíg a legtöbb leírásban, szakkönyvben megelégszenek a szükséges áttétel kiszámításával, és esetleg javaslatokat kapunk a szórások csökkentésére, a trafó sávszélességének növelésére a tekercselés függőleges és/vagy vízszintes megosztásával, addig a veszteségek sajátos természetéről alig esik szó. Pedig éppen a veszteségek természete az, amely esetünkben az egyik sarkalatos tényező.

Trafóveszteségek, mellékhatások

Először is induljunk ki a transzformátor véges áttételi tulajdonságaiból. A primer és a szekunder tekercs számos okból (legalább) két külön tekercset képez, így automatikusan adódik, hogy sajnálatos módon a szekunder tekercsnek lesznek olyan részei, amelyet a primer által keltett mágneses mező nem, vagy alig jár át. Elvi megfontolások és a helyettesítőkép alapján – itt most mellőzött matematikai eljárásokkal – ki lehet alakítani egy *szórt induktivitás* értéket, és ebből a *szórási tényezőnek* nevezett paramétert, amely azt mutatja, hogy a számításokból kapott elvi és a megvalósítás során nyert gyakorlati áttétel milyen viszonyban van egymással.

A szórási tényező (a szórt induktivitás) a transzformátor adataiból számítható. Végeredményképpen azt kapjuk, hogy két összetevő szorzatával kell számolnunk. Az egyik összetevő a vas geometriai és mágneses jellemzőiből adódik (magkeresztmetszet, erővonalhossz, relatív permeabilitás), míg a másik összetevőt a tekercs geometriai méretei és felépítése (szélesség, osztás, közepes menethossz, tekercsvastagság stb.) határozza meg. Mindezek mellett a vasmag tulajdonképpeni méretei csekély módosulást eredményeznek a szórási tényező értékében a szokásos híradástechnikai transzformátor-méretek esetében. A jelzett adatok a trafó nagyfrekvenciás viselkedésének, felső határfrekvenciájának számításakor fontosak számunkra.

A transzformátor a tekercselés következtében sajátos *önkapacitásokkal* rendelkezik. Ha most le kívánjuk egyszerűsíteni a vizsgálatot, akkor ezen esetben két kapacitással számolhatunk. Az egyik a az egyes menetek közötti kapacitás, a másik a tekercsek és a környezet (a hidegpont, a vas, a föld) közötti kapacitás.

A primer és a szekunder tekercsek külön-külön önkapacitásai az áttétel négyzetével elvileg bármelyik oldalra egyetlen kapacitássá átszámíthatók. A gyakorlatban azonban ezt az egyszerűsítést éppen a veszteségek számításánál nem tehetjük meg.

A valóságos tekercsek azonban valóságos szigetelésekkel is rendelkeznek, ráadásul legalább kétfélével is. Az egyik a huzalszigetelés, amelynek dielektromos hatása főleg az egyes menetek között érvényesül, míg a másik a rétegszigetelés és a tekercsrészek közötti elválasztó szigetelés. A huzal bármely típusú szigetelése (pamut, lakk, teflon stb.) egyrészt *dielektromos állandóval*, másrészt *frekvenciafüggő veszteséggel* rendelkezik.

A szokásos papír rétegszigetelés, a gyakorta alkalmazott kiöntőgyanta nagyfrekvencián hasonló kedvezőtlen tulajdonságokkal rendelkezik, így a transzformátorba sajátos, erősen veszteséges kapacitásokat építettünk be, amelyek gyenge dielektromos jellemzői az üzemi frekvencia növekedésével csak rosszabbodnak.

Kérdés, milyen következménnyel jár mindez a transzformátor működésére? Azt tapasztaljuk, hogy a szigetelésekből eredő veszteségek rohamosan, a frekvencia köbével növekszenek, miáltal a transzformátor csupán ebből az egyetlen tényezőből következően is nagyfrekvencián rohamosan romló átvitellel fog rendelkezni.

Ha most egy vasmagos tekercs, trafó veszteségeit a tekercselésből és a vasmag paramétereiből szeretnénk kiszámítani, akkor könnyen belátható, hogy a tekercs vesztesége kisfrekvencián gyakorlatilag megegyezik a rézellenállásból következő értékkel. Magasabb frekvencián ehhez hozzájön a bőrhatás (áramkiszorulás a huzalfelszínre), amelyen akkor sem segítünk lényegesen, ha ezüsthuzalból készül a trafó. A vasmag esetében a helyzet nem ilyen egyszerű, mert ennek az összesített vesztesége több tényezőből alakul ki. Egyrészt a vasmag véges vastagságú lemezeléséből következően, a váltakozó térerejű másgnesezés miatt *örvényáramú veszteség* keletkezik, ugyanis a lemez keresztmetszeti felületét felfoghatjuk egy (igen lapos) rövidrezárt menetnek is, amelyben örvényáram keletkezik. Az örvényáramú veszteség a

frekvencia négyzetével arányosan növekszik. Ugyanekkor a mágnesezési görbe – vasanyagra jellemző, álalában hurkot alkotó – speciális alakjából következően *hiszterézisveszteséggel* is számolnunk kell, mivel a hiszterézishurok körüljárásához, a fel- és lemágnesezéshez energia szükséges, ami veszteségként jelentkezik és a vasanyagot melegíti. Az így kialakuló veszteség nagysága arányos a frekvenciával.

Egy hangfrekvenciás transzformátor végül az alábbi veszteségekkel rendelkezik:

1. Egyenáramú rézellenállás
2. Hiszterézisveszteség a vasban
3. Örvényáramú veszteség a rézben (bőrhatás)
4. Örvényáramú veszteség a vasban
5. Dielektromos veszteség a szigetelőanyagokban

Nagy tanulság számunkra, hogy valamennyi veszteség közvetlenül vagy közvetve függ az üzemi frekvenciától. Ez azt jelenti, hogy a trafó kapacitásaiból számítható felső határfrekvenciától függetlenül rohamosan növekvő *átviteli veszteségre* számíthatunk a magasabb frekvenciákon, a trafó szinte lenyeli a nagyfrekvenciás jelet. Ez a veszteség jó méretezés esetén elsősorban azokra a jelekre lesz hatásos, amelyek a nem kívánt nagyfrekvenciás komponensek tartományába esnek, vagyis a trafó az egyre fokozódó veszteségével segít ezen torzítási komponensek (ha egyáltalán lennének ilyenek...) spektrumból történő kigyomlálásával, eltüntetésével. Azt is mondhatjuk, hogy a kimenőtrafó egyik legnagyobb előnye a kifejezetten veszteséges, erősen kifogásolható nagyfrekvenciás viselkedés, amely így éppen a kezünkre játszik. Vagyis ez az eszköz nem is jobb és nem is rosszabb a szükségesnél, ellentétben a félvezetős erősítő kimenetén vígan kisurranó akárhány MHz-es, tetszőleges nagyságú jelkomponensekkel.

Természetesen mindennek van ára, ezt nagyon jól érzékelhetjük a kimenőtrafó esetenként hatalmas méreteinél, a meghökkentő áraknál és az igencsak véges alsó határfrekvenciánál. Ugyanis ahhoz, hogy a kimenőtrafó ne szabjon gátat az erősítő sávszélességének sem kisfrekvencián, sem pedig a magasabb hangok tartományában, igen gondos tervezésre és kivitelezésre van szükség. Az átlagosan jó kimenőtrafó valójában „éppen hogy" képes teljesíteni a hangfrekvenciás végerősítők esetén megkívánt minőségi követelményeket, és a szokásosnál kicsit is jobb minőségért jó mélyen kell a pénztárcánkba nyúlnunk.

Elosztott paraméteres tárgyak

Az elektronika számos alkatrészfajtát, típust használ az áramkörök megvalósítására. A konstruktőrök általában szeretik, ha a kiszámított értékek alapján a tervezett áramkörbe a megfelelő alkatrészt építik be. Kérdés, hogy mit is jelent a megfelelő alkatrész?

Vegyük a legegyszerűbb esetet, az ellenállást. Bármilyen technológiával is készül egy-egy ellenállás, a névleges paraméterek (érték, terhelhetőség, méret stb.) mellett lesznek látszólag lényegtelen, de HIFI-szempontból esetenként döntő, másodlagos paraméterek is. Ha egy kis ohmértékű, jelentős terhelhetőségű ellenállást kell a végtranzisztor emitterébe beépítenünk, és nem óhajtunk vagyonokat költeni valamely futurisztikus kivitelre, többnyire házilag tekercselt huzalellenállást használunk. Az ilyesféle ellenállást még kisipari kivitelben is nem ritkán egy nagyobb terhelhetőségű és változatos ellenállásértékű (pl. 100 Ω-os) fémrétegellenálláson, mint csévetesten készítik el. A tekercselés következtében azonban kialakul egy jól mérhető induktivitásérték is, továbbá a csévetest, a szigetelő alapanyaga vagy a védőlakk rendelkezhet nagyfrekvencián valamely veszteségi ellenállással, továbbá a menetek közötti kapacitás is szerepet játszhat az ellenállás viselkedésében. A keletkező kellemetlen másodlagos hatásokat mérsékelheti vagy fokozhatja az adott alkatrésznek az áramkörben elfoglalt pozíciója. Összességében véve az egyszerű külső ellenére egy igen bonyolult villamos természetű alkatrész keletkezik, amelynek tulajdonságai meglehetősen nehezen írhatók le akkor, ha a nagyfrekvenciás helyettesítőképben csak diszkrét R, C, L elemeket tételezünk fel. A helyettesítőkép akkor közelíti meg a legjobban a valóságot, ha az egyes részkomponenseket vagy a teljes alkatrészt elosztott paraméteres elemekkel képezzük le. Az alkatrészről így kialakítható kép azonban egyszerű matematikai eljárásokkal nem egykönnyen kezelhető, és viselkedése szemléleti alapon aligha jósolható meg, különösen néhány érzékeny beépítési helyzetben.

Biztosan nem állíthatjuk, hogy egy alkatrész másodlagos paramétereinek a hatása – a félvezetős erősítő egyes fokozatainak kellemetlenül nagy sávszélessége mellett – teljességgel elhanyagolható, avagy ellenkezőleg, füllel jól érzékelhető.

Ha sorra vesszük a szokásos többi alkatrészt is, például a csöves kapcsolásokban szükséges nagyfeszültségű elektrolit- és olajpapír kondenzátorokat, a közkedvelt papírbakelit/műanyag szerelőlapokat, szerelőléceket, a kimenőtrafót, akkor kiderül, hogy a néhány évtizeddel korábbi fajtájú/típusú alkatrészek esetén a másodlagos paraméterek igen jelentősen, sőt, döntően avatkozhatnak bele a kapcsolások működésébe, mégpedig oly módon, hogy a legtöbb szórt paraméter eredőben a nagyfrekvenciás tulajdonságokat rontja. Nem véletlen, hogy egyes cégek még az „ókorból" a raktáron maradt, korai gyártástechnológiával készített, azaz nagyfrekvencián nem jól teljesítő, ósdi, lassú alkatrészeket „audiophil" megjegyzéssel mostanában aranyáron értékesítik. Az ilyesféle alkatrész (erősítő) tulajdonságainak korrekt vizsgálata, kezelése csakis az elosztott paraméteres tulajdonságok alapján végezhető, ha valóban részletes, analitikus vizsgálatra gondolunk. Az ilyesféle vizsgálatok azonban kellő felkészültséget, jelentős műszerparkot igényelnek, költségesek is, miáltal igen ritkán történnek, s marad a meghallgatás.

A legtöbb másodlagos paraméter egyfajta veszteségként van jelen a csöves erősítőben már a hasznos hangfrekvenciás tartományban is, és így csírájában fojt el – főleg az átviteli tartomány felett – bármiféle nem kívánt működést, pl. a szorzókeverést (ha lenne), azaz a nagyfrekvenciás torzítási komponensek kialakulását, majd visszatranszformálódását a hallható tartományba. A legtöbb csöves erősítőben egyes pozíciókban alkalmazott, kínos türelemmel, jelentős összegekért összeválogatott, kiváló villamos tulajdonságú, modern anyag és eszköz (kalit vagy üvegszálas műanyag szerelőléc, speciális kivitelű, ellenállás, kondenzátor stb.) ezen érdemben mit sem módosít, mert mindig megtalálható az a néhány, optimálisan veszteséges alkatelem, eszköz, ami teszi a dolgát, vagyis valóban audiophil.

A hallásállapot

Sok vita zajlik a HIFI-erősítők körül abban a tekintetben, hogy hallani-e valamely erősítő torzítását, avagy nem.

Az emberi hallás, amelynek alapján megítéljük az erősítő torzítását, nagyon is viszonylagos és legalább négy-öt tényezőt kell figyelembe vennünk.

Az első tényező a hallgató személy *életkora*. Nagyon gyakori, hogy a csöves erősítő megszállott barátai legalább középkorúak, de akár az idősebb nemzedék tagjai között is találunk híveket. Csövekkel babrálni..., azok a régi szép idők... Az emberi hallás sávszélessége azonban kora gyermekkorban a legnagyobb, már ifjúkorban is kissé csökken, később, például 40–50 éves korban pedig a magasabb hangok tartományában (1 kHz fölött) akár 10–15 dB hallászcsökkenés is tapasztalható a népesség jelentős hányadánál. Meglehetősen illuzórikus tehát gyenge hallással megítélni egy erősítő hangminőségét.

A második tényező a *korábbi hangterhelés*. Akármilyen jó hallású is lehet egy személy, a hallása tönkre is tehető valamely nagy hangintenzitású környezetben (munkahelyen) eltöltött hosszabb idő során. Jellemző példák: kazánkovács, karmester, szólógitáros, lemezlovas, diszkómegszállott, lövészsportoló, katona stb. Ennek során a hallásküszöb emelkedik, vagyis egy idő után már csak az intenzívebb hangokat hallja, továbbá egyúttal a magasabb frekvenciájú hangok észlelése is erősen fogyatékos lesz.

A harmadik tényező a hallott hangesemény feldolgozását végző *idegrendszeri tartomány (agyterület) állapota*. Valamely hangesemény fizikai érzékelése a fül belső szervei által önmagában még egyáltalán nem azonos a hallással, mert az érzékelt jelet az idegrendszerünknek fel kell dolgoznia. Például a zenészek vagy a karmesterek igen finom hangszínek, frekvenciák, árnyalatok felismerésére, kiértékelésére képesek, amelynek közvetlenül többnyire semmi köze nincs például a hallás sávszélességéhez. Viszont nagyon sok köze van az illető személy akusztikai és zenei intelligenciájához, gyakorlottságához, amely a hallás idegrendszeri tényezőjétől, vagyis a hangélmény minőségi feldolgozásától, értelmezésétől függ.

Ezen felül ismeretes az is, hogy egyes gyengébb fizikai hallású személyek komoly odafigyelés, összpontosítás árán megfelelően, jobban hallanak, míg ha nem figyelnek eléggé a hangeseményre, akkor gyakorlatilag nem vagy alig érzékelik azt. Az idegrendszer ugyanis képes a gyenge fizikai hallás egy jelentős hányadát összpontosítás útján pótolni („rátesz néhány dB-t az erősítésre..."), de erre az adott személynek szellemileg és fizikailag rá kell készülnie, és mellesleg, ez az állapot hosszabb távon igen fárasztó is.

A hallásvizsgálatok során rövid szavak megértésével, felismerésével mérik fel az idegrendszer állapotát. Például ekkor derülhet ki, hogy ismerősünk egy-egy beszélgetés során miért kérdez folyton vissza, noha látszólag nem halláskárosult, voltaképp jól hall, és mégis... hallja, de nem érti.

A negyedik tényező egy bármely életkorban elvégzett *műtét*. A gyermekkori közismert fülgyulladások, fülműtétek („felszúrás") vagy a környezeti ártalmak (tipikusan Csernobil...) következményeit korrigáló valamely ún. *fej-nyaki* műtét érintheti a bármennyire is kiváló hallást, ami a továbbiakban már nem lesz olyan, mint volt.

Az életkor haladtával és a környezeti ártalmakkal arányosan stb. az emberi hallás minden tényezője romlik. Természetesen jelentős, néha hatalmas különbségek is adódhatnak, így nem általánosíthatunk az életkor szerint. De egyébként biológiailag sem vagyunk egyformák. Elgondolkodtató lehet az a tény, hogy egy egyszerű, mintegy próbaképpen végzett méréssorozat felderítette, a szerző több, középkorú ismerősének is a felső hallásháttára – döbbenetes módon – nem haladta meg a 3–4 kHz-et, míg egyes 30 év körüli ismerősei jól hallották a 18–19 kHz-es szinuszjelet.

Felvetődik tehát az, hogy az erősítőt, az erősítőket (hangsugárzókat, lemezjátszókat, magnókat, CD-lejátszókat stb.) minősítő személyek naptári és biológiai életkora, időközben kialakult hallásállapota, hallásának kifinomultsága, akusztikai/zenei műveltsége, idegrendszerek kondíciója az adott esetben milyen mértékben befolyásolhatja az eredményt, az objektivitást. Továbbá ezen tényezők és általában a HIFI szeretete, illetve elutasítása között lehet-e valamilyen valós kapcsolat?

Végkövetkeztetés

A félvezetős erősítő alap-paraméterei többszörösen és kiszámíthatatlanul és kézbentarthatatlanul más további (másodlagos) félvezető-paraméterektől is függenek, ami a torzítás melegágya. Jellegük és rendszerük folytán az ebből eredő torzítás a gyakorlatban számításokkal és mérésekkel úgyszólván kezelhetetlen, a mért torzítási értékek hamisak, nem eléggé informatívak, nem tükrözik a valóságos (pl. a füllel hallható) viszonyokat.

A tipikus elektroncsöves HIFI-erősítő automatikusan azért jobb, mint a tipikus félvezetős erősítő, mert abban igen puritán működésű, stabil paraméterrendszerű, kis sávszélességű aktív elemet és – többnyire, de nem feltétlenül és nem minden pozícióban – már kisfrekvencián is veszteséges (oldtimer) passzív alkatrészeket alkalmaznak. Így a csöves erősítő üzemi tartománya nem tartalmazza, nem tartalmazhatja azt a rejtett felső tartományt, ahol a tranzisztoros erősítőben a műsorjel hallgatása közben jól hallható, de a gyakorlatban műszeresen igen nehezen vizsgálható, kimérhető dinamikus torzítási komponensek jönnek létre.

Ez utóbbi egyúttal a magyarázatát is adja annak, hogy miért is olyan nehéz kis torzítású tranzisztoros erősítőt tervezni, építeni: a szokásos mérési eljárások (torzításmérések) nem, vagy alig támogatják a hallható torzítás elleni küzdelmet, a tervező – a meghallgatási próbák nélkül – képtelen a szokásos mérések útján önmagának helyes irányt szabni és meggyőződni munkája sikeres vagy sikertelen voltáról.

Erre közvetve számos, például a *Rádiótechnikában* az évek során megjelent cikk is utal. A szerzők ugyanis egyre újabb és újabb félvezetős HIFI-áramkört építve egyre kedvezőbb viselkedésű, egyre kisebb – mért – torzítási értékkel rendelkező erősítőt készítettek és mutattak be, miközben minden esetben érzékelhető volt a végkövetkeztetés: a szóban forgó bemutatott, voltaképp a sokadik kísérlet után kialakított áramkör nagyon jó, bár ez még nem a végső, nem a lehetséges legjobb kapcsolás, még valamelyes torzítás hallható; így ezen még dolgozni kell...

Irodalom:

Kiss Tivadar (szerk.): Rádióévkönyv az 1947. évre. Budapest, 1946

Dr. Bay Zoltán: Hazai mikrohullám-kísérletek. Budapest, 1946

Nowak, A. – Schilling, F.: URH-FM vételtechnika. Budapest, 1960

www.v2rocket.com

HFM évfolyamok

Domsch, G. H.: Híradástechnikai transzformátorok. Budapest, 1960

Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása (10.)

Rádióesztétika 1. rész

Simoncsics László okl. villamosmérnök (simoncsics.laszlo@t-online.hu)

A sorozatnak ebben és a következő részében – az eddigiektől eltérően – nem a készülékek belső szerkezetével, hanem a külalakjával foglalkozom. Megpróbálom az ősidőktől kezdve követni a vevőkészülékek külső kialakításának változásait mind a hazai, mind a nemzetközi területen.

Természetesen a készülékek esztétikai megítélése erősen szubjektív, ezért nem kell túl komolyan venni a cikkben közölt megállapításokat. Legtöbbünket erősen befolyásolnak a gyerekkori emlékek, vagy egy készülék korábbi birtoklása ezen a téren.

A munkához segítséget nyújtott az RMK Nosztalgia Rádió Egyesület háromszáz fős tagsága birtokában lévő közel tizenötezer készülék, amelyek közül volt lehetőségem a legszebb példányokat lefényképezni, vagy a kiadványainkban közölt képeket bemásolni. Megkaptam a közléshez a hasonló tevékenységet folytató olasz, német és osztrák társszervezetek hozzájárulását. Végül annyi bemutatásra érdemes képanyag gyűlt össze, hogy az csak több részben közölhető. A képek között nincsenek internetről letöltöttek. A készülékek belső felépítésével a cikk csak annyiban foglalkozik, amennyire a külső kialakítás indoklásához szükséges.

Végül röviden ismertetem azokat a módszereket, amelyekkel a vevőkészülékek küllemét állíthatják helyre a restaurátorok.

Bevezetés

Az ötletet egy fiatal iparművész hallgató adta, aki néhány évvel ezelőtt keresett irodalmat szakdolgozata témájához, amelyben a rádiókészülékek külső kialakítása történetét írta volna meg. Annak idején nem tudtam segítséget adni, de azóta is foglalkoztat ez a feldolgozatlan terület.

Mivel a rádiógyárak mindig igyekeztek készülékük külalakját megnyerővé, divatossá tenni, ezzel is fokozni a – minden korban viszonylag drága vevőkészülékeik iránti – vásárlási kedvet, ezért a dobozok kialakításánál formatervezőket alkalmaztak, akik együtt dolgoztak a műszaki szakemberekkel. A külalak sokszor fontosabb volt, mint a belső szerkezet. Mint látni fogjuk, amikor – valamilyen okból – az előző évivel teljesen azonos felépítésű vevőt hozott ki a gyár, akkor is változtatott a doboz külalakján. Vagy ha – fejlesztési kapacitás híján – egy másik gyár konstrukcióját vették át (lásd: Standard–EKA kooperáció), akkor is eltérő külső kialakítást alkalmaztak. A rádiók abban az időben a lakás berendezésének fontos részei voltak, ezért stílusban illeszkedniük kellett a többi bútorhoz, a formatervezők ezt a szempontot is figyelembe vették.

A régi készülékek szerelmeseinek, gyűjtőinek nagy részét nem is érdekli azok belső szerkezete, csak egyszerűen gyönyörködnek a különböző formákban. A külföldi rádiós magazinok és hasonló témájú könyvek vásárlói is főleg a rádióképek kedvéért keresik ezeket a kiadványokat. Nálunk a színes kiadványok magas nyomdaköltsége miatt még nem sikerült a hazai készülékekről egy ilyen összefoglaló művet létrehozni, egy CD ROM kivételével, amely nem került kereskedelmi forgalomba [1]. Természetesen ennek a cikknek a keretében nem adhattunk teljes képet a készülékek külalakjának fejlődéséről, csak az adott kor néhány jellegzetes képviselőjét tudjuk bemutatni.

A magyar készülékeket bemutató részek mellett „kitekintést" igyekszünk adni, ezzel bizonyítani, hogy a hazai készülékek kialakítása semmiben nem maradt el a külföldiekétől.

A külső kialakítást az is befolyásolta, hogy a gyárak minden időben alkalmazkodni kívántak a szegényebb és a gazdagabb rétegek pénztárcájához, ezért az olcsóbb készülékek nem csak belső szerkezetükben, hanem küllemükben is igénytelenebbek voltak (pl. fadoboz helyett fém, vagy bakelitdoboz). Ezen kívül a történelem alakulása, – gazdasági válság, háború és az újabb korban a szocialista gazdaság – rányomta a bélyegét a rádiódobozokra. De még ezekben a „nehéz" időkben is az exportra szánt készülékek között találunk igen szép kidolgozásúakat.

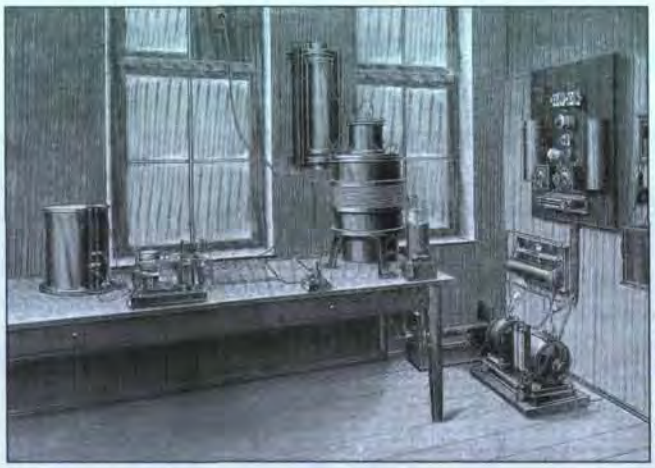
Ismertetésünket a hordozható, telepes elektroncsöves készülékek ismertetésével zárjuk, mert a tranzisztoros korszak rádióinak ismertetése egy másik cikket igényelne. A tranzisztoros vevőket két nagy vállalatunk a VT és a Telefongyár gyártotta. Az előbbi rádióit a 2007-es, az utóbbiét a jelenlegi Évkönyv egy másik cikkében ismertetjük.

Kezdetek

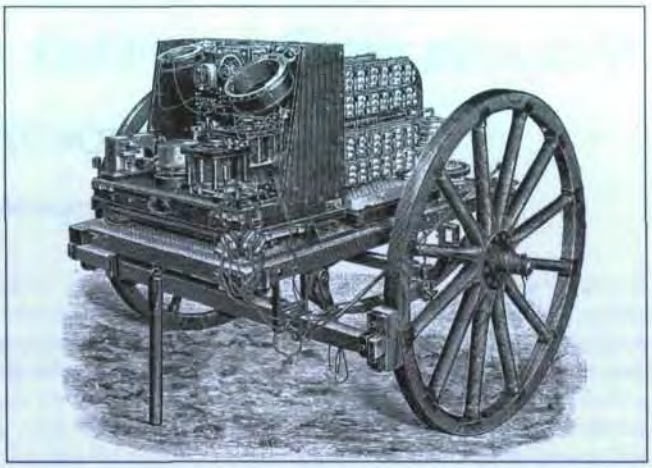
A kereskedelmi és szórakoztató célú rádióhírközlés megindulása (broadcasting 1920.) előtt, a rádiótelegráfia, vagy más néven drótnélküli táviratozás korában készült berendezések esetében a célszerűség és a minél nagyobb teljesítmény elérése mellett nem volt szempont az esztétikai kialakítás.

Ennek a kornak a berendezéseiről nagyon kevés képanyag maradt fenn, ezért különlegesen értékesek azok a fényképek és a múzeumokban megőrzött berendezések, amelyek a huszadik század első két évtizedéből származnak. Hogy az olvasónak fogalma legyen arról, hogy a század elején, a szikratávírók korában milyen kialakítású lehetett egy rádióállomás, bemutatunk két képet egy 1910-ben megjelent könyvből [2]. Ebben az időben az adó- és a vevőberendezés még közös helyiségben volt, rendszerint ugyanazt az antennát használták, és a hírközlés természetesen a Morse-jelek segítségével történt.

Az **1. képen** a korabeli felirat szerint egy Telefunken gyártmányú „kisebb hatáskörű (kb. 200 km) drótnélküli telegráf-állomás" látható. Jobboldalt helyezkedik el az adó, baloldalt az asztalon a vevő. Anélkül, hogy a részletek magyarázatába belemennénk, jobbra a földön látható az energiaellátást szolgáló váltóáramú generátor, amelyet egy motorral hajtottak. Ennek fordulatszámát a jobb oldali falon lévő kapcsolótábla elemeivel lehetett szabályozni. A szikrainduktor a két ablak közötti falra van szerelve, előtte áll a rezgőköri tekercs, jobbra az antenna hangolására szolgáló „leideni" palack (kondenzátor), tőle balra van a Morse billentyű,



1. kép. Drótnélküli telegráf állomás [2]



2. kép. Mozgó tábori távíró állomás [2]

amellyel az operátor az üzenetet billentyűzte.

Az asztal bal oldalán helyezkedik el a kohéreres vevő (a kohérer volt az elektromágneses hullámok első, legérzéketlenebb detektora, a melyet Popov a viharjelzőjében és Marconi az első kísérleteinél a vevőjében használt). A vevőtől balra látható az induktivitás, amely a vevő hangolására szolgált.

A **2. képen** egy mozgó tábori távíró állomást mutatunk be, amelyet a német hadseregben használtak az első világháborút megelőző időszakban, hatótávolsága – a terepviszonyoktól függően – kb. 250 km volt. Egy teljes állomás négy kétkerekű kocsira volt szerelve. A szállításnál páronként négykerekű fogattá kapcsolták ezeket össze, és lovakkal vitették tovább.

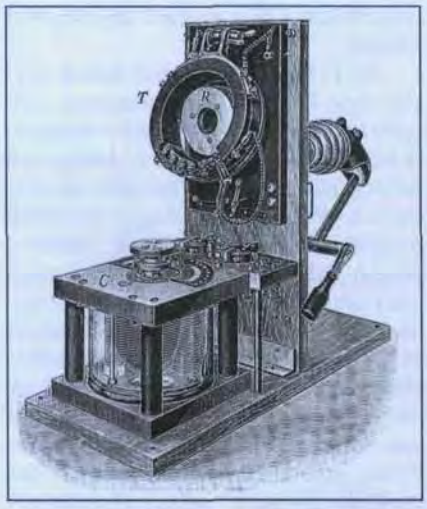
Mivel a továbbiakban csak vevőkészülékekkel foglalkozunk, nézzük meg a **3. képen** egy korabeli detektoros vevőkészülék külső kialakítását a [3] irodalom alapján. Az ábrán alkalmazott betűk jelentése: T változtatható csatolású antennatekercs, R rezgőköri tekercs, C hangoló kondenzátor. Nem kell bizonyítanom, hogy a korabeli berendezések esztétikájának jellemzője a „látható műszaki kialakítás", vagyis az összes funkcionális alkatrész láthatóvá tétele. Ennek bizonyos elemeivel később is fogunk találkozni az ún. „breadboard" és külsőcsöves vevőkészülékeknél.

Készülékek a huszas évek elején

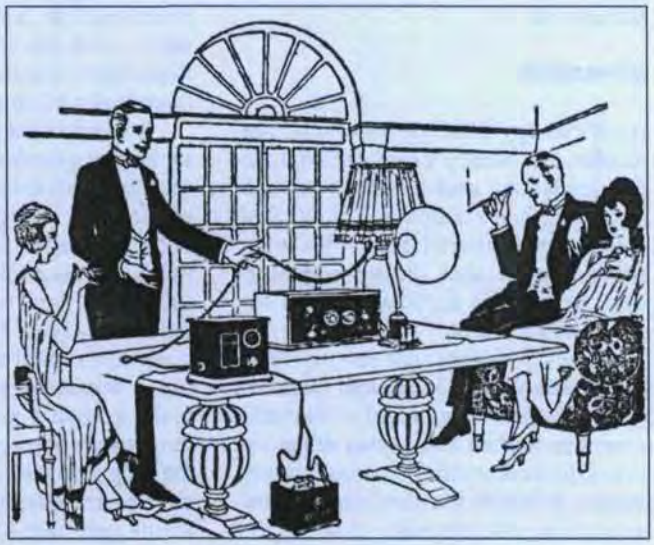
A műsorszórás az Egyesült Államokban indult meg, ezért induláskor az európai cégek műszaki megoldásban és a készülékek kialakításában is utánozták az amerikai módszereket.

A tervezők kezét az esztétikai kialakításnál nagyon sok, az üzemeltetéshez szükséges kellék kötötte meg. A készülékek tápellátása még akkumulátorokról, vagy ún. nedves telepekről történt. Az előbbieket gyakran kellett tölteni, az utóbbiakban a cink hengereket és az elektrolitot cserélni. A vevőket a legtöbbször fejhallgatóval, kellő teljesítmény mellett külső hangszóróval hallgatták, amelynek a legkorábbi formája a tölcséres hangszóró volt.

Az európai adóállomások kezdetben igen kis teljesítménnyel, átlagosan 2 kW-tal adtak. Ezért a működtetéshez nélkülözhetetlen volt a külső antenna. A nagyméretű légmagos tekercseket a hangolóforgóval és az elektroncsövet általában külön dobozban helyezték el. A **4. képen** látható korabeli ábrázoláson, amelyet az egyik első hazai rádiós könyvből vettem [4], a készülék gazdája, mint egy varázsló áll a drótköteg és az egylámpás készülék előtt, és a vendégek szent borzadállyal nézik a számukra felfoghatatlan tevékenységet. A készülékek előlapját a sok csatlakozón kívül rengeteg kezelőszerv borította,



3. kép. Telefunken vevőkészülék [3]



4. kép. Egylámpás készülék teljes felszereléssel [4]



5. kép. „Brunet" blokk-rádió 6 db. külső csővel [5]

amelyek a tekercsek leágazásait kapcsolták, a hangoló és visszacsatoló forgókat állították és szinte minden csőnél ún. „izzító ellenállások" állították be a fűtőáramot.

Amennyiben nem volt beépített műszer, a csövek „izzítását" szemre kellett beállítani, a fűtőakkumulátor töltöttségi szintjének megfelelően. Ezért volt praktikus az ún. *külső csöves* kialakítás.

Erre a korra jellemző volt még a *moduláris felépítésű* készülékek értékesítése. Még nem alakultak ki a tipikus készülékek, a gyártók a nagyfrekvenciás és a hangfrekvenciás fokozatok számát, a vevő kívánságának és pénztárcájának megfelelően határozták meg, és állították össze. Az egyes fokozatok és rezgőkörök külön dobozban voltak megépítve, amelyeket külső vezetékekkel vagy lemezekkel kapcsoltak össze.

Hogy egy ilyen modulokból történő összeállítás is tud esztétikus lenni, bizonyítja a BRUNET francia cég gyártmánya, amelyet a **5. képen** mutatunk be az Antique Radio Magazine kiadványából [5]. A szerző kimondottan a francia külsőcsöves vevőket gyűjtötte össze (a könyv alcíme: A legszebb drótnélküli telefóniavevők 1921-től 1927-ig).

A már említett amerikai Atwater Kent gyártmányú „Breadboard 10A" modell bemutatását azért találtam fontosnak, mert tipikus képviselője a látható műszaki kialakításnak. A vevőt hasonló kivitelben 1923 és '26 között gyártották (**6. kép** [6])

Magyarországon ebben az időben még nem volt rendszeres rádióadás, ezért a gyáraknak sem volt kifizetődő vevőkészülékekkel foglalkozni. A szaküzletek csak import rádiókat árusítottak. A *Vox Rádió* üzlet kirakatában bemutatott választékot mutatja a **7. kép**, amely egy német könyvből származik [7]. Ugyanezt a képet mutatja a Magyar Rádió Újság I. évfolyam 1924. szeptember havi címlapja is, de az nem közli a bemutatott áruk nevét és gyártóját, pedig érdemes ezen végigfutnunk.

Íme: a: Peto So (London) csöves készüléke, b: Pival (Párizs) hangszóró, c: Egyesült Izzó fejhallgatója, d: Radio-Industrie (Párizs) csőfoglalat, e: C.E.M.A. hangszóró, f: Broadcasting G.m.b.H. (Wien) négycsöves készüléke, g: Radio L.L. (Párizs) nagy szuperkészüléke Gaumont-csövekkel, h: Société d'E. et d'E. (Párizs) kétcsöves vevője, i: Sterling hangszóró (London), k: Burndept méhsejttekercsek (London), l: Amplion (Párizs) hangszóró, m: Gramont (Párizs) ún. Teslakapcsolású vevője, n: Radiofrequenz G.m.b.H. (Berlin) négycsöves vevője, o: Le Las hangszórója, p: Paris et du Rhone négycsöves vevője. A készletből is látható, hogy Európában a francia és az angol rádiógyártás volt a legfejlettebb ebben az időben.



6. kép. Atwater Kent 10A modell [6]

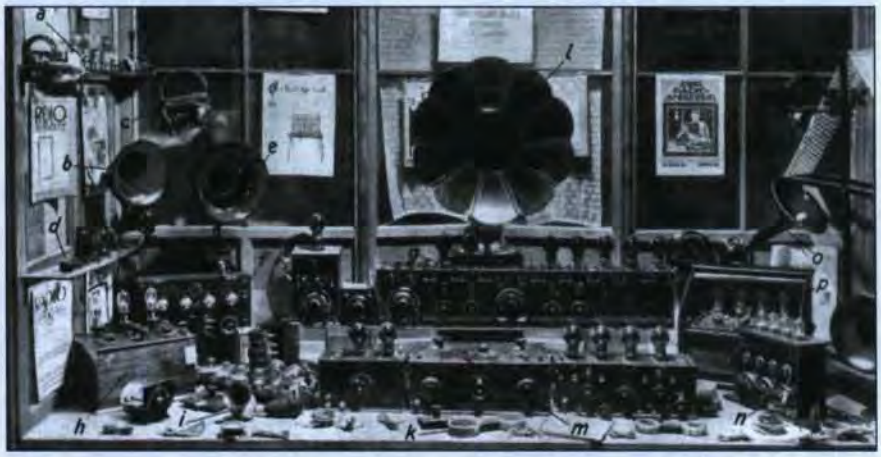
Magyar készülékek

A korabeli irodalomból tudjuk, hogy az első gyári készülékek, amelyeket még a hazai hivatalos műsorszórás megindulása előtt gyártott a Tungsram, a Telefongyár és az Ericsson, „háromlámpás", pultformájú, külsőcsöves kialakításúak voltak. Ezt a felépítést indokolta, hogy az időszakos kísérleti adások szünetében a környező országok által sugárzott műsor csak megfelelő érzékenységű vevővel volt lehetséges. A pultforma lehetővé tette a sokféle kapcsoló és kezelőszerv kényelmes elhelyezését a nagyméretű előlapon.

A magyar rádióipar mindhárom büszkeségét, a gyűjtők kedvenceit egyenként is bemutatjuk. A Tungram vevőt Kóger László gyűjteséből (**8. kép**), az Ericsson rádiót egy reklámból (**9. kép**, [8]) vettük. A Telefongyár készülékét az évkönyv másik cikkében ismertetjük.

Hogy nem volt könnyű egy ilyen rádió beállítása, azt mutatja, hogy az említett szerző másik könyvében [9] több oldalon keresztül ismerteti a Tungsram vevő kezelését.

A hazai adás megindulása után már érdemes volt detektoros készülékeket is gyártani, ezek szerkezetéről és külső kialakításáról részletesen beszámoltam



7. kép. A Vox Rádió kirakata [7]



8. kép. A Tungsram háromcsöves vevője (Kóger László gyűjtése)

a Rádiótechnika Évkönyve 2006-ban. Ezek is rendkívül változatos formát mutattak: volt fadobozos pultformájú (TRT Telon), hengeres fémdobozban (TRT Perfecton), szögletes formájú fadobozban (SRT Rod 4), kagylóformájú bakelit (TRT Champion) és különleges kivitelű (Ericsson detektoros).

A huszas évek második fele

Az időszak elején még általános volt az akkumulátorról való táplálás, de az anódakkumulátorokat lassan felváltották a száraztelepek. A hangszórók még külön életet éltek, de a tölcséres helyett már a kellemesebb hangú, papírmembrános „kónusz", vagy dobozba épített hangszórókat használták. A doboz tetején elhelyezett „külső" csövek korábban sok problémát okoztak, ezért bekerültek a dobozba. Ennek a kornak elterjedten alkalmazott és legpraktikusabb kivitele a felül nyitható ún. *„szivarosdoboz"* vagy más néven *„ládakészülék"* volt, amelyet a reklámok „amerikai rendszerű szekrénynek" neveztek [10]. A készüléket a dobozból egyben ki lehetett emelni, mert a trolitból vagy keménygumiból készült előlap, amelyre a fából készült szerelőlapot rögzítették, becsúsztatható volt az oldallapokba mart hornyokba. A készülékek külalakját döntő mértékben határozták meg a forgókondenzátorok állítására szolgáló nagyméretű, számskálával ellátott forgatógombok vagy „mikrodiálok" (áttétellel ellátott számskálák) és az egyéb kezelőszervek beállítására szolgáló kisebb forgatógombok. A ládakészülékeknek a könnyű szerelhetőség volt az előnye a pultformájú készülékekkel szemben. Ilyen kialakítású volt a Telefongyárnak szinte minden korabeli készüléke, ezek közül a leghíresebb az ötcsöves Neutrodyn, amely a **10. képen** látható.



9. kép. Az Ericsson háromcsöves vevője [8]



10. kép. Telefongyár Ötcsöves Neutrodyn [9]



11. kép. Ötcsöves amerikai vevő 1923-ból [11]

Kitekintésként, ha már emlegettük, a **11. képen** egy amerikai készüléket mutatunk be 1923-ból [11], egy ötcsöves Air-way G típust. Megragadó az előlapon látható diálok és forgatógombok gondos elhelyezése.

Az építő amatőröknek is ládákat kínáltak a kereskedők, akik teljes alkatrészkészletet (kittet) és „kék másolatban" szerelési rajzot adtak hozzá.

Megfigyelhető, hogy az olcsóbb készülékek legtöbbször az előző korszak stílusjegyeit hordozták magukon. Így lettek az egyszerű bakelitházba szerelt külsőcsöves készülékek ennek az időszaknak az olcsó rádiói. A rendszeres adás megindulása után kezdték a gyárak a helyi és a távolsági vevőket megkülönböztetni. Ilyen, tipikusan olcsó, csak a csepeli adó vételére alkalmas készülék volt a Philips for Budapest feliratú „kétlámpás" telepes rádiója, amelyet a **12. kép** mutat a Philips bakelittányéros hangszórójával.



12. kép. Philips for Budapest (a szerző gyűjtése)

A hasonló korú külföldi vevők közül a Loewe német cég OE 333 típusú vevőjét mutatjuk be (**13. kép**), amely egy többszörös csővel működött, a német Loewe cég gyártmánya volt az ellenállásokkal és kondenzátorokkal együtt egy burába szerelt két-három cső [12].

A nagy változások ideje (1928–32)

Európában a Telefunken 1927-ben hozta ki az első váltóáramú fűtésű csövét, ezzel új korszakot nyitott a rádiózás terén. Az akkumulátorok és a telepek használata annyira megnehezítette



13. kép. Loewe OE333 [12]



14. kép. Standard 3X (Körömi Imre gyűjtése)

a készülékek kezelését, hogy az igazi áttörést a hálózati táplálás jelentette. Az a tény, hogy nem kellett takarékoskodni a fűtőárammal, megnövelte az elektroncsövek teljesítményét. Az első hálózati vevők még külső hangszóróval működtek.

Itt kell említenünk a fémdobozos készülékek első divathullámát. Ezeket a húszas évek végén kezdték gyártani. Ekkor jött divatba szakmai körökben az a bűvszó, hogy „shilded" (árnyékolt). Az árnyékolást tartották a fütyülés, búgás, recsegés és minden külső zavar ellenszerének. Annak ellenére, hogy a fémdoboz nem volt túl esztétikus, a festés könnyen lekopott, ebben az időben nem csak az olcsóbb készülékeket szerelték fémdobozba, hanem a drágábbakat is. Példaként hozhatjuk a Standard 3X készülékét, amely belül egy csodálatos felépítésű vevő, de véleményem szerint, kívülről nem mutatós (**14. kép**). Néhány ismertebb hazai külső hangszórós, fémdobozos készülék: TRT Gloriett, Standard 3AL, Philips 2515 (kiskombináció), TRT Stabilodyn.

Még a külső hangszórók idején vált általánossá a bakelitdobozok alkalmazása. Előállításuk nagy darabszám esetén olcsóbb volt, mint a fadobozoké. A felszerszámozás költségeit a nagy rádiógyárak tudták inkább megfizetni.



15. kép. Telefunken 340 (Háder József gyűjtése)

Egy érdekes példányt mutatunk be, a Telefunken 340-es vevőjét, amelynek előlapján a skálaszerkezet macskafejre emlékeztet (**15. kép**).

Sokszor a külső hangszórót is készülékdobozzal azonos színű bakelitházba tették (**16. kép**).



16. kép. Philips 2029 hangszóró (Körömi Imre gyűjtése)



17. kép. Orion 7023 (Szécsényi Lajos gyűjtése [13])

A készülékek külső kialakításánál a nagy változást az jelentette, amikor a hangszórók bekerültek a dobozba. Ez az 1930–32-es évekre volt jellemző. Még nem volt általános a dinamikus hangszórók alkalmazása, ezért a négypólusú mágneses hangszórók terjedelmes membránmérete határozta meg a külső formát. A leghíresebb rádiógyárunk az Orion is ekkor kezdte meg vevőkészülékeinek gyártását. Ha már bemutattuk a többi gyárunk első készülékeit, illik megtenni azt az Orion vevőjével, a 7023-as típusjelűvel (**17. kép**,



18. kép. Szikszofon Fenomén (Szécsényi Lajos gyűjtése [13])

1930), de hasonló küllemű volt a Sziksz szövetkezet vevője is (**18. kép**, 1931). A képeket a Beszélő Dobozok kiadványból vettem [13]. Figyeljük meg, hogy a nagyméretű számskálás forgatógombok és diálok kimentek a divatból, és a belső megvilágított számskálákat alkalmazták. Ettől az időtől mondhatjuk, hogy a forgatógombok megválasztása a dizájn fontos része. Bárki észlelheti, hogy az eredetitől eltérő forgatógomb használata megváltoztatja a készülék „arculatát".

Az időszak bakelitházas készülékei közül a Telefunken Rekord vevőjét mutatjuk be (**19. kép**). A dinamikus hangszórók elterjedésével később – a fadobozok kellemesebb hangja miatt – csak az olcsóbb készülékeket tették bakelit dobozba, de a bakelit, amelyet különböző festékanyagok alkalmazásával könnyű volt világosabb vagy sötétebb árnyalatúra készíteni, később is megmaradt, mint általános díszítőelem.



19. kép. Telefunken Rekord (Vaszilidisz Anesztisz gyűjtése [13])



20. kép. Astra Voltohm (Szécsényi Lajos gyűjtése [13])

Átmeneti időszak

A váltás nem volt zökkenőmentes, a kisebb gyártók olcsóbb készülékei még sokáig külső hangszóróval működtek fém dobozban vagy ládában (**20. kép**). A gondokat tetézte a gazdasági válság, a falvakban nem volt elektromos hálózat, de a telepes vevőkre sem volt fizetőképes kereslet, ezért a nagyobb gyárak nem fejlesztették azokat. A készülékek külalakjában még nem alakultak ki a jellemző stílusjegyek, amelyek alapján ránézésre egyértelműen meg lehet állapítani a gyártót és az előállítás idejét.

A városi lakosság is csak az olcsóbb készülékeket tudta megvenni. Így szü-



21. kép. TRT Akció készülékének reklámja [13]

letett a Telefongyár Akció nevű készüléke, amelynek reklámját a **21. képen** mutatjuk be. Ebben az időben készítették a hangszóródobozba szerelt vevőket. A külső hangszórók eladhatatlanná váltak, ezért a bakelitdobozokat gyártó Kábelgyár Rt. a présszerszámainak kihasználása érdekében a hangszóródobozait olcsón eladta a kisebb műhelyeknek. Ezek az ún. „KRT" készülékek, amelyeken csak a bakelitdoboz gyártója van feltűntetve, a készüléké nem. A beépítés módján látszik, hogy a dobozt nem erre a célra alakították ki (**22. kép**).



22. kép. KRT 2+1-es vevő (Kóger László gyűjtése)



23. kép. Orion 7037 kápolnarádió (Szécsényi Lajos gyűjtése [13])

Kicsit el kell időznünk a „kupola" vagy „kápolna" formájú készülékeknél. Ez a divat is Amerikából érkezett, és az európai rádiók jellegzetes kiviteli formája volt 1932 és '34 között. Ezek a gyűjtők nagyon kedvelt készülékei, mert nem sok maradt meg belőlük ép



24. kép. Reklám az Orion 7221 készülékkel [14]

állapotban. Nálunk az Orion gyártotta 7037, 7038, 7221, 7224 és 7226 típusszámok alatt. Ezek közül a 7037-es jelzésűt mutatjuk be a **23. képen**, és a 7221-est egy korabeli reklám alapján (**24. kép**). Néhány külföldi kápolna rádiót is érdemes megcsodálnunk. Az amerikai Philco cég Cathedral (**25. kép**), és az olasz Magnadyne mod. 55 készülékét (**26. kép**). A következő részben a kápolnarádiókból még bemutatunk egy csokorra valót.

A rossz gazdasági körülmények ellenére jelentős változás állt be a készülékek külalakjában. Megjelentek a felírt állomásneveket tartalmazó skálák.



25. kép. Philco Cathedral kápolnarádió [11]



26. kép. Magnadyne mod. 55 [15]

Először még a hagyományos kisméretű bakelitablakok mögött, a forgókondenzátor tengelyén elhelyezett celluloid hengerre írták fel a neveket, és hátulról világították azt meg. Ezt a megoldást látjuk a Telefongyár Szuper Olimpikon nevű készülékén (**27. kép**).

Nagyipari rádiógyártás

A gazdasági válságból való kilábalással kezdődhetett meg nálunk a rádiózás igazi elterjedése és a készülékek nagysorozatú gyártása. Ehhez hozzájárult a lakihegyi 120 kW-os nagyadó felavatása, a második műsor (Bp. II) beindítása és a vidéki adóhálózat kiépítése. 1935-ben a nagyobb gyárak (Orion, Philips, Standard, Telefunken) a verseny kikapcsolása érdekében kartellegyezményt kötöttek, a rádiókészülékek típus és darabszám szerinti gyártását felosztották egymás között, és egységes árpolitikában állapodtak meg [16].

1935-ben az Orion megváltoztatta az addig alkalmazott típusszám rendszerét, szakított a lekerekített formákkal és készülékeit egységes nézetben jelenítette meg. A már nélkülözhetetlen nagyméretű állomásnév-skálák a továbbiakban döntően befolyásolták a formatervezők munkáját. Össze kellett hangolni a hangszórónyílást és a skála formáját a forgatógombok elhelyezésével.

Figyeljük meg az 505 típusszámú készülék előlapjának kialakítását! A dinamikus hangszóró a három, egyik oldalán lekerekített nyílás mögött, a skála ezzel ellentétes oldalon helyezkedik el. A kezelőszervek az üresen maradt területet töltik ki (**28. kép**).

További nagy lépés volt a nagyüzemi rádiógyártás felé, hogy 1935-ben létrejött az elektroncsövek egységesítése, az addigi több száz különböző típus helyett a nagyobb európai csőgyárak azonos típusokat gyártottak, mind a váltóáramú hálózati („A" sorozat), mind a soros („C" sorozat), mind a telepes („K" sorozat) fűtésű készülékekben történő felhasználásra. Ez nagyban megkönnyítette gyárak közötti kooperációt és a szervizek munkáját. Ekkortól beszélhetünk arról, hogy a nagyobb hazai készülékgyártók, az Orion, EKA, a Philips, a Standard és a Telefunken kialakították a maguk stílusát és igyekeztek minden évben az arra az időszakra vonatkozó jellegzetességeket a külső formába beépíteni. Ebből az időszakból a folytatásban még több készüléket mutatunk be, mert ezek már nem olyan ritkaságok, mint a korábbiak, bár a második világháború jelentősen csökkentette számukat.

Az egyenes rendszerű vevők számítottak „helyi vevőknek", vagyis csak a hazai két program vételére alkalmasnak, a szuper készülékek nagyobb érzékenysége és szelektivitása lehetővé tette középhullámon este a nagyobb európai állomások, rövidhullámon, megfelelő vételi viszonyok mellett, távolabbi adók hallgatását.

A nagyipari gyártás további formai változásokat hozott: a nagyméretű állomásnév skálák fontos szerepet játszottak, mert csak így lehetett az egyre szaporodó adóállomások neveit feltűntetni, a rövidhullámú vétel iránti igény is erre sarkalta a tervezőket.

A legegyszerűbb skála a mutató mögött elhelyezett, megvilágított nyomtatott karton-, fém-, vagy üveglapra készült, amely előtt sima ablak-



27. kép. A TRT Szuper Olimpikon skálaszerkezete (Körömi Imre gyűjtése)



28. kép. Orion 505 (Kóger László gyűjtése)

üveg volt. Alkalmaztak ún. negatív skálát, amelynél a teljes felület sötét, csak a feliratok és az állomások helyét jelző csíkok világosak. Ennek jól olvashatóságához világos színű, jól megvilágított háttérre volt szükség. Később jött divatba az ún. élvilágítású skála, amelynél a csak a feliratok és az állomások helyeit jelző csíkok vannak az üvegre szitanyomással vagy maratással felvive (az utóbbi jobb), a megvilágítást az üveg oldalsó vagy felső élén elhelyezett skálaizzók biztosítják. A jól olvashatósághoz sötét háttér szükséges, akár a káván belül, akár a hangszóróselyem előtt helyezkedik el a skálaüveg.

A nagyméretű skálák miatt alakult ki azt a formai változatosság, amely a következő időszakokat jellemezte. Fekvő elrendezésről akkor beszélhetünk, amikor a készülék frontoldalának vízszintes mérete nagyobb, a hangszóró általában az egyik oldalon, a skála a másik oldalon helyezkedik el, persze voltak középskálás megoldások is.

Álló elrendezés esetén a függőleges méret többnyire nagyobb, a hangszóró alul, a skála fölötte van, de lehet fordítva is. Fekvő változatnál is lehet ilyen skálamegoldás, de ebben az esetben a skála legtöbbször a hangszóróselyem előtt helyezkedik el.

A bakelit, mint díszítés mellett arany- és ezüstfestést, drágább készülékeknél alumínium és réz fémbetéteket, képkereteknél szokásos fémmel bevont faléceket alkalmaztak, de találkozunk különleges szalagdíszekkel is.

Az 1935–36 évből bemutatott Orion 111-es készülék, amely olcsó néprádiónak számított, még magán viseli az előző időszak megoldásait: bakelitdoboz, középen Orion emblémával, nagy-



29. kép. Orion 111 (Kóger László gyűjtése)

méretű számskálás forgatógomb, lengőnyelves hangszóró (**29. kép**).

Az 1936-os évből a Standard Szuper 36 típusjelzésűt mutatjuk be, amelynek feltűnő dobozkialakítása az egyik legkülönlegesebb rádiógyártásunk egész történetében (**30. kép**).

Bozzay Dezső ipari formatervező alkotása volt 1937-ben a Philips Olimpia rádiókészülék (**31. kép**), akinek a nevét legalább ismerjük, mert a legtöbb készülék alkotójának neve feledésbe merült [17]. A színes skálát sötét keret fogja közre, amelyhez nagyon jól illik a hangszórószövet előtt elhelyezett Philips embléma.

1938-ra vált általánossá, hogy a gyárak azonos formákat, dobozkialakítást, díszítéseket, forgatógombokat alkalmaztak a készülék felépítésétől függetlenül. Ezzel segítették a helyi vevők értékesítését, amelyek a nagyméretű dobozok és hangszórók felhasználásának következtében jó hangminőséget produkáltak.



30. kép. Standard Szuper 36 (Tóth Ferenc gyűjtése [13])

Az Orion ezekben az években alakította ki új készülékcsaládját, ahol a kisebb számok az egyszerűbb, a nagyobbak a bonyolultabb felépítésű készülékeket jelentették. 1937-ben a 22, 33, 44, 55-ös, 1938-ban a 66, 77, 88 és 99-es típusszámok jelentek meg, a későbbiekben ezek elé a 9, 0, 1, 2, 3 stb. számok kerültek, jelezve a gyártás évszámát. Amikor új típuscsaládot kezdtek gyártani, új számpárt alkalmaztak (pl. törpeszuperek esetén a 11-est). A Philips 1939-ben alkalmazta a típusszámokat az addigi megnevezés helyett, csak az utolsó számjegyből lehetett következtetni a gyártás évére.



31. kép. Philips Olimpia W [16]



32. kép. Orion 56 (Farkas Péter gyűjtése [13])

Az 1938-as év terméséből az Orion 56-os készüléket mutatjuk be (**32. kép**), amely formatervezés szempontjából magán viseli az éves sorozat jegyeit. Hátrafelé döntött hangszóró előlap és skála, felül lekerekített „tartóoszlopok", a hangszóró előtt középen függőleges díszlemez, fekete forgatógombok. A váltóáramú készülékekben ettől az időtől már a korszerűbb, „E" sorozatú csöveket alkalmazták.

Az 1939-es évben rendkívül gazdag volt a kínálat. Az említett gyártók közötti megállapodás, amely megszabta a hazai piacon értékesíthető darabszámot, az export bővítésére ösztönözte a vállalatokat. A kisebb cégek (Barta és Társa, Bodnár Jenő, Rotter Lóránd stb.) már beszüntették a gyártást [18]. A



33. kép. Standard Szuper 39 (a szerző gyűjtése)

dizájnnak fontos eleme lett a zöldes fénnyel világító varázsszem. A Standard meglepő újítással állt elő, a hangszórók elé a szövettel összedolgozott rafiaszerű rácsozat került, az állomásnév skálák méretét tovább növelték, a nagyobb készülékeken fénymutatós skálát alkalmaztak, és külön kijelző mutatta a hangerő- és hangszínszabályzó állását. A készülékek közül a Standard Szuper 39-est (**33. kép**) mutatjuk be .

Az Orion is újított, álló elrendezésű készülékeket hozott piacra, amelyeknél a skála a hangszóró fölött, hátradöntve helyezkedik el. A hangszórók előtt három vízszintes díszléc látható. A doboz kialakításánál a lekerekített formák dominálnak. A **34. képen** az egyenes rendszerű 933-as vevő látható.

Az első néprádió akció

A rádiógyárak által kötött kartellegyezmény következtében a készülékek a nagyüzemi gyártás ellenére sem lettek olcsóbbak. A kormány pedig német mintára szerette volna a szegényebb rétegeket is egy rögzített árú helyi vevővel ellátni. Sugár Gusztáv így ír már idézett művében [16]: „1939-ben a kereskedelmügyi minisztérium megál-



34. kép. Orion 933 (a szerző gyűjtése)



35. kép. Orion 011 (Varga László gyűjtése [13])



37. kép. Philips 66A (a szerző gyűjtése)



39. kép. Orion 444 (a szerző gyűjtése)

lapodást kötött egy nagyon egyszerű vevőkészülék gyártására négy budapesti rádiógyárral.(…) Ennek kereskedelmi ára 48 pengő volt, amelyet a vevő huszonnégy havi részletre fizetett, a gyári önköltség viszont 57 pengő 30 fillér, de a kormánytól a gyárak megkapták a különbséget.(…) Nem csoda, hogy 1939. októberére 130 ezerre nőtt a néprádió igénylők száma. (…) A legyártott 45 ezer néprádió nem elégítette ki a keresletet, de nem jutott szinte semmi a magyar falunak".

A néprádió konstrukciója a német DKE 38 típusú készülékével volt azonos, de egy címerrel ellátott bakelitkávába szerelték (**35. kép**). Az ismertetését megtalálja az olvasó a sorozat egy korábbi részében.

Háborús készülékek, törpeszuperek

A háború kitörése 1940–41-ben még nem éreztette hatását a készülékek fejlesztésében és kialakításában. Az egyenes rendszerű helyi vevőkre egyre kisebb volt a kereslet, ezeket csak nyomott áron lehetett eladni. Ezért a gyárak fokozatosan beszűntették a gyártásukat. Az Orion még kihozott 022, 122 és 202 néven egy jelentősen egyszerűsített 2 +1 csöves vevőt, a Philips pedig még néhány évig gyártotta azonos konstrukciójú „K" csöves telepes vevőjét. Az olcsóbb készülékek kisebb és bakelitdobozba kerültek, így megszűnt a korábban évenként egységes stílus. De még a bakelitdobozok között is felbukkant néhány érdekes kialakítású. Ilyen volt az 1943-as Orion 333 U különleges színes skálájával (**36. kép**).

A Philips 1942–43-ban egy mutatós, de nem túl szerencsés újítást vezetett be a készülékek kialakításában: az állomásnevekkel ellátott, hátrafelé lehajtható skálát a doboz tetejére helyezte, így az előlapon a hangszóró elhelyezését nem gátolta semmi, de a takarításnál a skálaüveg gyakran eltört. A **37. képen** a Philips 66 A készüléket mutatjuk be.

A választék bővülését eredményezte, hogy a Siemens 1942-ben vevőkészülékekkel jelent meg a hazai piacon, és az államosításig kiváló készülékeket gyártott.

Háborús divatnak tekinthetjük a bakelitházas törpeszuperek elterjedését, de az is lehet, hogy az „U-21"-es színüveg csövek megjelenése eredményezte, hogy végre a Philips 1942–43-ban készíthetett egy igazi kisméretű készüléket, a 36 U jelzésűt, majd az Orion is 1944-ben a 411-est. A bakelitdoboz és a kisméretű hangszóró nem kedvezett a hangminőségnek, de a maguk korában nagyon népszerűek voltak, a gyűjtők meg a kis helyigényük miatt szeretik ezeket. A Standard 4433 T típusú törpeszupere nem saját gyártás, hanem egy import készülék volt [19]).

A három törpeszuper közül a Philetta a **38. képen** látható. A többit – néhány külföldi példánnyal együtt – a folytatásban láthatja az olvasó.

A háború utolsó éveiben nagyfokú anyag és szakemberhiány lépett fel, ezért újdonságokat azok kialakításban sem találunk. A kevés rendelkezésre álló anyagot az exportmegrendelések kielégítésére tartogatták. Tipikus exportkészülék volt az Orion 444-es, amelyet a **39. képen** mutatunk be.

A háború után, az államosítás előtt

A háború után hamarosan megindult a rádiógyártás hat gyárunkban (Orion, Philips, Standard, Telefunken, Vikert (Siemens) és EKA), a gyárak a háború előtt fejlesztett készülékek gyártását folytatták, amennyiben volt anyaguk. Új típussal az Orion jelentkezett 1947-ben, a 844-es vevővel (**40. kép**),



36. kép. Orion 333 U (a szerző gyűjtése)



38. kép. Philetta törpeszuper (Kóger László gyűjtése)



40. kép. Orion 844 (a szerző gyűjtése)



41. kép. Philips Népszuper (a szerző gyűjtése)



42. kép. Philips Jóbarát (Kakas László gyűjtése)



43. kép. Fémdobozos Néprádió (a szerző gyűjtése)

a formatervezésben a korábbi hagyományokat követve. A háború után is szükség volt olcsó készülékre, így született meg a Philips és az Orion által gyártott egyszerű, de tetszetős kivitelű, csak középhullám vételére alkalmas Népszuper (**41. kép**).

Ezekben a nehéz években is eredményesen dolgoztak a formatervezők. A már korábban említett Bozzay Attila munkája volt a Philips utolsó hazai sorozata a Pajtás, a Jóbarát és a Mestermű. A **42. képen** látható a két bakelitkagyló között elhelyezett fordított trapéz alakú hangszóró előlap, az előtte elhelyezett állomásnév-skála és a bakelitkagylón körbefutó szalagdísz.

A második néprádió akció

A második néprádió akció 1949-ben indult, akkor a Philips és az Orion festett alumínium dobozba építették a Kossuth, a Petőfi és a reléadó vételére korlátozott, 313 típusjelzésű készüléket. A tetszetősebb külsejű és biztonságosabb, fadobozos változatot az Orion 1953 és '57 között gyártotta 115 A típusjelzéssel. A néprádió korabeli ára 380 Ft volt. Ebben a részben a fémdobozos változatot mutatjuk be a **43. képen**.

Az ötvenes évek jellegzetes készülékei

Az államosítás után az Orion néhány évig egyedül maradt a hazai piacon, amíg a Telefongyár és a Vadásztöltény Gyár 1955-ben nem kezdett vevőkészülékek gyártásába.

Gyártottak nagy sorozatban típusszupereket – az akkori megfogalmazás szerint – „olcsó készülékeket a dolgozó népnek" [20], és drágább formatervezett, a rossz körülmények ellenére – ma már ezt nyugodtan mondhatjuk – világszínvonalú vevőket, főleg exportra. Ez utóbbiak közül mutatunk be néhányat. Egy törpeszupert, amelynek megépítését a kisméretű peremcsapos (rimlock) csövek megjelenése tette lehetővé, az Orion 222 típusszámút, amely kedvelt készüléke a gyűjtőknek (**44. kép**). A rádiót sötét fadobozba tették, a hangszóró előtt bakelitráccsal. A skála a hangszóró fölött helyezkedik el.

A **45. képen** a hasonló korú osztrák Hornyphon készüléket mutatjuk be. Kimondottan megnyerő külsejű bakelitházas törpeszuper. A doboz formája, az a tény, hogy a forgatógombok elöl nem teszik zsúfolttá, a skálaüveg elhelyezése és alakja, az alul, középen elhelyezett Horny embléma, mind hozzájárul a jó összképhez. A hangszóróselyem mintázata a korabeli bútorszövetekére emlékeztet, ezzel is segítve, hogy a készülék jól illeszkedjék a környezethez.

1951-ben teljesen szokatlan újítás volt, hogy az Orion függőleges skálás csúcskészülékeket gyártott, amelyeknél a skálák a hangszóró előtt, egymás mellett megfelelő távolságban helyezkedtek el. A vízszintes mutató a hangszóró előtt a készülék teljes hosszában függőlegesen mozgott. A hét skálaüveget indokolta a nagyszámú nyújtott rövidhullám, vagy az export készülékeknél a halászsáv alkalmazása. Ezeknek a



44. kép. Orion 222 (a szerző gyűjtése)



45. kép. Hornyphon W 529 U (a szerző gyűjtése)



46. kép. Orion 882 (Bíró Attila gyűjtése)

készülékeknek a korabeli ára egy munkás félévi fizetésének felelt meg. A **46. képen** az Orion 882-es készüléket mutatjuk be, amely még ma is az AM vevők egyik legjobb képviselője, mert a dobtárcsás hullámváltónál azóta sem tudtak jobbat készíteni. Ha csak az esztétikai kialakítást nézzük, a lekerekített dobozforma, a skálaüvegeket elválasztó sötét lécek, a szimmetrikusan elhelyezkedő négy barna forgatógomb, a középen világító varázsszem, mind a gondos formatervezést mutatják. Mivel az élvilágítású skálaüvegek a hangszórószövet előtt helyezkednek el, csak mintázat nélküli, sötét szín jöhetett szóba, ami elősegítette a felirat olvasását.

MAXWELL digitális multiméterek

MX-25 104

3 1/2 digites kijelzés



Hangnyomásszintmérés:
35...100 dB (30 Hz...10 kHz)
0,1 db felbontás
±3,5 dB pontosság

Megvilágításmérés:
0,1 lx...20 000 lx
±5% + 10 digit
hőm-i kar.: ±0,1%/°C

Páratartalommérés:
25%...95% rel. páratart.
0,1% felbontás
±6% pontosság

Hőmérsékletmérés:
–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 digites kijelzés



DC: 1000 V, 20 A
AC: 750 V, 20 A
R: 20 MΩ
C: 200 µF
T: –40... +1000 °C

dióda-, tranzisztor-teszt,

szakadás-vizsgálat

mérőzsinór, hőmérőfej, műanyag védőpapucs

csak bruttó
4.990 Ft

MX-25 303

3 3/4 digites kijelzés



automatikus méréshatár-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-, tranzisztor-teszt, 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.
Utánvéttel 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 digites 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-, tranzisztor-teszt, szakadás-vizsgálat

mérőzsinór és hőmérőfej +250 °C-ig, műanyag védőpapucs

csak bruttó
12.990 Ft

MC-25 691

AC lakatfogó adapter



I AC: 0–200 A (40–400 Hz)
Kimenet: 1 mV/A AC

Befogható vez.: Ø 16 mm

A következő MX-típusú MAXWELL DMM-ekkel használható:

25 201	25 311
25 210	25 312
25 301	25 313
25 303	25 314
25 304	25 502
25 305	25 505

csak bruttó
4.990 Ft

MX-25 701

3 1/2 digites 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

ÚJ ÁR!

csak bruttó
29.990 Ft

Tartozékok a multiméterekhez: Tapintóhőmérő (K-típ.) 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.: 4.490 Ft.



47. kép. FFV Sonett zsebrádiója (a szerző gyűjtése)



48. kép. Minerva 514/1 csöves telepes [22]

Telepes vevők

A telepes vevő kifejezés sokáig azt jelentette, hogy a készülék táplálására az adott helyen nem volt világítási hálózat, és nem kapcsolódott össze a hordozhatóság fogalmával. A falu számára nem volt kifizetődő eltérő formát tervezni, ezért külalakban a hálózati készülékekkel azonos kivitelű asztali rádiókat gyártottak, csat a típusszám mellé a „B" telepes kivitel jelzését tették [21]. A háború alatt született olyan konstrukció, amelynél a készülék egyen-váltóáramú hálózatról és telepről is üzemeltethető volt (Orion 247 és 447). A hordozható készülékek divatja nálunk 1956 után terjedt el, a méretek csökkentését a Tungsram telepes miniatűr csöveinek felhasználása tette lehetővé. A vevők közül a legismertebbek az Orion BR 701, a TRT B 406 készülékei. Az egyetlen magyar csöves zsebrádiót a Fővárosi Finommechanikai Vállalat gyártotta, ez volt a „Sonett", amelyet a **47. képen** mutatunk be. Sajnálatosan keveset gyártottak belőle, mert akkorra már megjelentek a japán tranzisztoros rádiók. Olyan kedves a formája, hogy minden gyűjtő azonnal beleszeret, aki kedveli a csöves hordozható készülékeket. Az osztrák laptársunkból mutatunk be egy hasonló készüléket a **48. képen**. Egy lényeges különbség van, hogy ezt a rádiót 1950-ben gyártották, hat évvel korábban [22].



49. kép. Orion 556 zenegép [23]

Zeneszekrények

A zeneszekrények voltak a maguk korában a „HI-FI tornyok", persze nem az egyen fekete vagy ezüstszínű kivitelben, hanem szépen kidolgozott, a többi bútorhoz illeszkedő formában.

Tipikus felépítése: elektromos gramofon valamelyik csúcsszuperrel egybeépítve, középen alul nagyméretű hangszóró, kétoldalt lemeztartó, esetleg bárpult. Tárolásukat megnehezítette a nagy helyigény, ezért sokan felajánlották valamelyik múzeumnak, különösen kisebb lakásba költözés esetén.

A hazai piacon a Philips és az Orion vetélkedtek egymással a „koncert szekrények" gyártásában. 1936 után szinte minden évben hoztak ki egy gramofonnal kombinált szekrényt, a rádiótechnika legújabb fejlesztési eredményinek felhasználásával.

Az egyik első zenegépet, az Orion 556 típusút mutatjuk be 1936-ból a **49. képen**, bár volt az Orionnak korábban is rádióval egybeépített gramofonja, de erről nem maradt hiteles ábrázolás [23]. A leghíresebb az Orion 299-es „hangverseny-rádiója" volt, amelyből csak kb. 100 db-ot gyártottak és a szekrény stílusát hét modellből lehetett kiválasztani (**50. kép**).



50. kép. Orion 299 Hangverseny-rádió [24]



51. kép. Mechanikai Labor Zenegép (Körömi Imre gyűjtése)

Csupán ötven éves a Mechanikai Labor zenegépe, három kivitelben készült: modern, intarziás és koloniál. Ezek közül a koloniál változatot mutatjuk be az **51. képen**.

Nyomógombos készülékek

Az 1956-os év ismét nagy formai változást hozott a készülékek külalakjában. Nyugaton már rendszeressé vált az URH adás és nálunk is tervezték az indítását. A hagyományos hullámváltó megoldásokkal nem lehetett megoldani az AM–FM vétel egy készülékben történő megoldását, ezért kellett áttérni a korábbinál sokkal több hibalehetőséget rejtő nyomógombos rendszerre. Ezáltal új formát kaptak az előlapok. A középen, alul elhelyezkedő csontszínű gombok, mint alsó fogak néznek a felhasználóra. Ezt ellensúlyozandó alkalmaztak a formatervezők felül is azonos színű műanyag díszítést, a varázsszem ablaknál, vagy a hangregiszter gombknál.

Az állomásnév skála is átalakult. Nyugati mintára kezdték alkalmazni az ún. „negatív skálát". Ellentétben az addig alkalmazott élvilágítású skálával, itt a teljes üveg sötét, az állomások helyét jelző csíkok átlátszóak, a feliratok arany színűek. Ennél a skálánál csak egy megfelelően megvilágított világos hátteret kell alkalmazni.

Az AM-FM vételre alkalmas rádió az elektroncsöves vevő legutolsó generációja volt. Sok példány még ma is működőképes, 50 éves koruk ellenére nem számítanak igazi régiségnek, de kellemes a hangjuk, és ha a CCIR sávra vannak hangolva, használati értékük miatt érdemes velük foglalkoznunk. Ebben a részben utolsóként az egyik legjobb Orion rádiót az AR 604-est mutatjuk be az **52. képen**.

A készülékek külalakjának helyreállítása

A sorozat eddigi részeiben főleg azzal foglalkoztunk, hogy a készülék helyreállítása során milyen színű ellenállásokat, kondenzátorokat, melyik hangszórót és egyéb alkatrészeket használjunk fel. De a készülék működésképességének biztosítása mellett hasonlóan fontos, az eredeti külalak helyreállítása.

Famunkák

Mint láttuk, a vevőkészülékeket kilencven százalékban fadobozba építették.



52. kép. Orion AR 604 (a szerző gyűjtése)

Ezért, ha nem tudjuk fadobozainkat lehetőleg a műbútorasztalos szakmában gyakorlott mesterrel rendbe hozatni, be kell rendezkednünk a famunkák házilagos elvégzésére. A legfontosabb a megfelelő méretű gyorsszorítók és csiszolók beszerzése. A legtöbb esetben a vevőt nedves helyen tartották, ezért az enyves ragasztások szétváltak. Az első lépés a nagyobb egységek, elvált részek gyorsenyvvel történő megkenése, és szorítókkal való rögzítése. A kipréselt enyvet nedves ruhával távolítsuk el. A második lépés a sérült furnírborítás javítása az előbbivel hasonló módon.

Itt említjük meg, hogy a behorpadt fémdobozokat kalapálással, a törött bakelit dobozokat ragasztással hozhatjuk rendbe. Ezek a javítások nem mindig tűntetik el a hibát nyomtalanul, de nem is ez a cél.

Festés

El kell döntenünk, hogy a doboz csupán pácolva, politúrozva, vagy lakkozva volt-e. A politúrt a rácsöppentett alkohol (denaturált szesz) feloldja, a később alkalmazott lakkot (kb. az ötvenes évektől) nem befolyásolja. A pácolt dobozokat azonos színű lazúrral átitatjuk, hasonlóan a politúrozott és lakkozott dobozok alapszínének beállításához. Amennyiben nem látunk külső sérülést, akkor a politúrozott felületet csak denaturált szeszben oldott sellakkal átdörzsöljük, ez általában a jó állapotú dobozoknál elegendő.

Az alapszín beállításában az a tapasztalatom, hogy nem érdemes nagyon világos felületekre törekedni, mert az többnyire foltos lesz. A sötétebb színek használata előnyösebb.

Sok esetben egy készüléken belül többféle árnyalatot alkalmaztak. Ez hozzá tartozott a formatervező elképzelése szerinti esztétikai kialakításhoz. Törekedjünk rá, hogy a felújítás után ezek az árnyalatok megmaradjanak.

A színezés után következik a lakkozás vagy a politúrozás. Ez a legkényesebb és legnehezebb művelet. A lakkozott felület tartósabb, de sokkal fényesebb, ez a régi készülékeknél nem előnyös. A politúrozás nehezebb, de korhűbb. Mindenki ízlése szerint döntse el, hogy melyiket választja.

Az alumíniumdobozok festése többnyire lepattogzott. Az olcsóságra törekvés miatt a fémfelületet nem homokolták és kémiai passziválást sem alkalmaztak, ezért a festék nem tapadt megfelelően. Az eredeti festéket kromofággal eltávolítjuk, és csiszolással lehetőleg durva felületet hozunk létre. Alapozás után sötétbarna selyemfényű lakkal, vagy Celkolorral festjük. Bakelitdobozoknál festést többnyire nem alkalmazunk, bár volt erre gyári példa (VT R 926).

Hangszóróselyem

A legnehezebben pótolható a hangszóró előtt elhelyezkedő vékony szövet, amelyet az ősidőkben alkalmazott anyag miatt hívnak hangszóróselyemnek. Ez idővel elpiszkolódik, szakadozottá válik. Vagy a doboz belső falára, vagy a hangszórót is tartó előlapra van ragasztva. Az enyves ragasztás a nedvességtől felázik, a szövet könnyen eltávolítható.

Olvastam javaslatot magán az előlapon történő tisztításra, de nálam nem vált be. Ha az eredeti anyag felhasználásához ragaszkodunk, nedvesítéssel azt óvatosan leválasztjuk a dobozról vagy az előlapról, finoman kimossuk belőle a piszkot szőnyegtisztításhoz alkalmazott samponnal. Az előlapról a maradék enyvet lecsiszoljuk, vékonyan megkenjük Pattex ragasztóval, amikor annyira megszikkadt, hogy biztosan nem üt át, a szövetet nedvesen ráfektetjük és finoman a szélek felé húzva megfeszítjük. Mivel a ragasztó hamarabb köt meg, mint a szövet megszárad, anyagunk a száradás után a hangszóró előtt is feszes lesz.

Ha az eredeti anyag nem használható, válasszunk színben és mintázatban az eredetihez hasonló, vékony vásznat vagy szövetet. A semleges, nem élénk színek mindig előnyösebbek.

Egyéb látható alkatrészek

Ha a helyreállításánál törekszünk az eredeti belső alkatrészek, ellenállások,

kondenzátorok felhasználására, még inkább érvényes ez a skálaüveg, az előlapot díszítő bakelitrácsok, a forgatógombok, a hálózati zsinór és dugó pótlásánál.

Törött skálaüveget vagy vásárlással pótoljuk, vagy roncs készülékből nyerjük ki. Óvatosan kell eljárni, mert legtöbb élvilágítású skála az állomásneveket tartalmazó oldala felől nem tisztítható, a száraz törlés esetén is megsérül a felirat. Börzéinken a leggyakoribb skálaüvegek az eredeti minta alapján utángyártott kivitelben megvásárolhatók.

Még komolyabb gond a forgatógombok pótlása. Nincs elszomorítóbb látvány, mint egy szépen rendbe hozott készülék nem rávaló forgatógombokkal. Nagyon sok gombot kell összegyűjtenünk, hogy mindig a megfelelő álljon rendelkezésünkre. A gyűjtőtársakkal folytatott csere-bere segíthet. Többféle gombon találunk lekopott, eredetileg fehér-fekete vagy színes jelzéseket. Ezeket megfelelő zománcfestékkel pótolhatjuk.

A hálózati zsinór és a villásdugó pótlására is az előbb elmondottak érvényesek. Az érintésvédelem szabályait mindig tartsuk be, a zárlatveszély miatt a kiszáradt, töredezett gumiszigetelésű vezetékeket le kell cserélnünk, de törekedjünk rá, hogy az eredetihez hasonló szövetbevonatú, vagy PVC zsinórokat használjuk. Ne alkalmazzunk modern, földelt villásdugókat, hanem a készülékek működtetéséhez hagyományos dugók csatlakozására alkalmas konnektorokat. A folytatásban a gyakorlott restaurálló tagjainknak a készülékek csinosításával kapcsolatos ötleteit közöljük

Irodalom

1. Rózsa Sándor: A magyar vevőkészülékek katalógusa (CD-ROM, a Postai és Távközlési Múzeumi Alapítvány kiadása)
2. Zemplén Győző: Az elektromosság és gyakorlati alkalmazása (K. M. Természettudományi Társulat, 1910.)
3. Dr. L. Graetz: Die Elektrizität und ihre Anwendungen (J. Engelhors utódai Stuttgart 1921.)
4. Molnár János: A rádiótelefon elméleti és gyakorlati ismertetése (Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet, 1924.)
5. Camel Belhancéne: TSF Antique (Antique Radio Magazine kiadványa, 2001.)
6. Szabó László: Deszkamodell? Nem! Atwater Kent breadboard rádió (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2006. június – augusztus)
7. Dr. Eugen Nesper: Der Radio-Amateur (Radio-Telephonie) 6. kiadás (Verlag von Julius Springer, 1925.)
8. Rádió, röntgen és egyéb sugárzások (Ismeretterjesztő folyóirat, 1925. június-július)
9. Molnár János: Gyakorlati rádiókönyv (Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet, 1926.)
10. 51-es Rádióház 17. számú nettóárjegyzéke (1928. október 25.)
11. Luciano Marcellini: Radio fra Storia e Collezione (Mose Edizioni, 1999.)
12. Szabó László: Loewe lámpa a világ első integrált áramköre (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2005. február)
13. Beszélő Dobozok rádiókiállítás (Jász Múzeum, Jászberény 2002.)
14. Az Orion 75 éves (Gyári kiadvány, 1988.)
15. Le suggestive cupole della Magnadyne Radio (Antique Radio Magazine No 77)
16. Sugár Gusztáv: Megszólal a rádió (Ajtósi Dürer Kiadó, 1993.)
17. Bozzay Dezső, első ipari formatervezőnk (Művészet folyóirat, 1974/2.)
18. Selyem Tóth Sándor: Rádiógyárak, rádiógyártás Magyarországon (Rádiók Könyve, Ajtósi Dürer Kiadó, 2003.)
19. Kóger László: Standard 4433 T (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2004. február)
20. Orion 323–324–325-ös készülék (RT 1952/5.)
21. Simoncsics László: Muzeális készülékek szakszerű restaurálása 6. Csöves, telepes készülékek (RTÉK 2004.)
22. Minerva Pocket 514/1. (Museums Bote Nr. 103)
23. Kóger László: Orion 556 zenegép 1936. (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2006. június)
24. Orion 299 „Iróasztal" történelem (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2002. április)

Feszültségduplázó/háromszorozó alapkapcsolás

A **1. ábrán** egy alapelvet mutatunk be, mely áramkör átkapcsolhatóan feszültségkétszerezésre vagy -háromszorozásra használható.

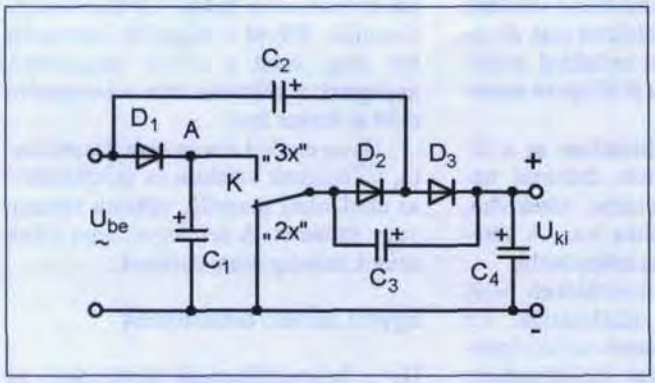
A D_1 és C_1 a szokásos egyenirányítókapcsolást alkotja. Az A jelű ponton U_{be} csúcsértéke jelenik meg. A C_2, D_2, D_3 és C_3 a jól ismert duplázó, kimeneti feszültsége $2\times1{,}41\times U_{be}$. Ugyanakkor a duplázó „talppontját" (D_2 anódja és C_3 mínusza) az A pont potenciáljára emelve, azaz a K kapcsolót átváltva, a kimeneten $3\times1{,}41\times U_{be}$ feszültség jelenik meg.

A C_4 szerepe a kimeneti feszültség szűrése, simítása.

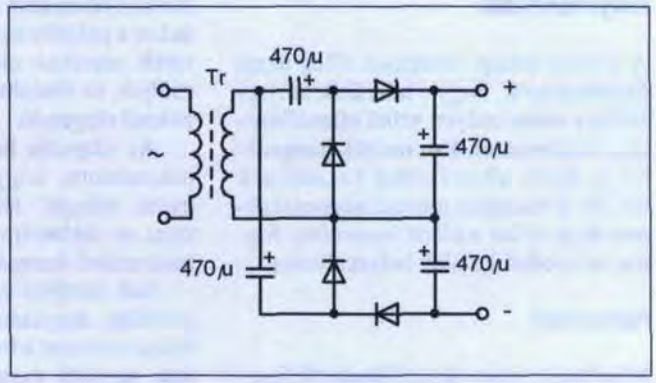
Feszültségnégyszerező alapkapcsolás

A szakirodalomban sokszor találkozhatunk a lánckapcsolású feszültségsokszorozókkal. Ezek járulékos belső ellenállása, így a kimeneti feszültség függése a terhelőáramtól, sajnos, tetemes. Némileg kedvezőbb eredményt nyújt a **2. ábrán** vázolt elrendezés, egy négyszerező példája.

A transzformátort követő felső négy alkatrész a jól ismert duplázó, az alsó négy szintúgy, de ellentétes polaritásra. Ezek eredő kimeneti feszültségét polaritáshelyesen sorba kötjük, így a kimeneten végeredményben a szekunder oldali csúcsfeszültség négyszeresét nyerjük: $U_{ki} = 4\times1{,}41\times U_{szek}$.



1. ábra



2. ábra

Technikatörténet – évszámokban

dr. Fábián Tibor okl. villamosmérnök



— Mondjad csak: a sok átalakítás után tudod még fogni Budapestet?

Rádiótechnika anno 1958... [Rádiótechnika 1958/8-247.]

10 éve történt

– Az 1998. évi fizikai Nobel-díjat *Robert B. LAUGHLIN* (*1950) amerikai, *Daniel C. TSUI* (*1939) kínai származású amerikai és *Horst L. STÖRMER* (*1949) német fizikus, a Bell Laboratories kutatói kapták olyan új „kvantumfolyadék" felfedezéséért, melynek gerjesztései az elemi töltés tört részét hordozzák.

– Január elsejével megszűnt a Petőfi és a Bartók Rádió műsorainak sugárzása a középhullámú és az OIRT-URH sávú adókon. Az ekkor induló országos kereskedelmi adók – a Danubius Rádió és a Hungária Rádió – szintén csak a CCIR-URH sávon vehetők. A Sláger Rádió először február 16-án volt hallható. (*A szerkesztő megjegyzése:* 2007-ben a Kossuth adó is „kivonult" az OIRT-sávból.)

– Január 7-én meghalt *Richard Wesley HAMMING* (*1915) amerikai matematikus. Nevét a kód geometriai interpretációja (kódtávolság) valamint az általa kidolgozott paritásbites hibafelismerő és –javító kód (1950) tette ismertté. Ugyancsak ezen a napon hunyt el *Otto Herbert SCHMITT* (*1913) amerikai fizikus, az elektroncsöves feszültségvezérelt billenőkapcsolás, a „Schmitt-trigger" feltalálója (1938).

– Január 21-én, az Albacomp Számítástechnikai Rt. sajtótájékoztatóján mutatták be a feltalálók: *Holakovszky László*, *Kézi László* és *Nagykálnay Endre* a negyedik generációs személyi monitort. A megjelenítővel kombinált szemüveg 36 g tömegű. A szemüveg látómezejének kb. 20%-át elfoglaló színes, 10,5×14 mm-es TFT-LCD képernyő 180 ezer pixel felbontású. A 25 országban szabadalmaztatott *Personal Monitor* a szemüveg szárához rögzített kábelen keresztül csatlakozik az interfész- és vezérlőegységhez, mely a különböző forrásból – pl. tv, videó, kamera, PC – érkező NTSC és PAL videojeleket fogadja (**1. ábra**).

– Április 22-én ünnepélyesen felavatták az Antenna Hungária mintegy 2000 km hosszú országos digitális mikrohullámú gerinchálózatát. Az SDH (szinkron digitális hierarchia) rendszerű *Országos Transzport Hálózat* a megyeszékhelyeket köti össze, az átviteli sebesség 155 mebibit/s.

– Az Ericsson cég által alapított *Bluetooth Érdekvédelmi Csoport* májusban bemutatta a *Bluetooth* („kék fog") technológiát. Az 1994-től fejlesztett, 2,402–2,483 GHz-es adó-vevő csipre alapozott interfészrendszer pár tíz méteres körzetben legfeljebb 1 mebibit/s-os adatátvitelt tesz lehetővé max. 8 eszköz – pl. a mobiltelefon és tartozékai, a mobiltelefon és komputer, a szkenner és számítógép, a gépkocsi elektronikus berendezései – között. A névadó a X. században élt dán király, Harald Blåtand (angolul: Harald Bluetooth), aki uralkodása alatt keresztény hitre térítette és egyesítette Skandinávia nagy részét (**2. ábra**).

– Június 25-én került forgalomba a Microsoft Windows 95-öt „apgrédelő" – „Jobban dolgozik, jobban játszik!" szlogennel hirdetett – *Windows 98*. Ennek javított változata, a *Windows 98 SE* (Second Edition) mintegy háromnegyed évvel később jelent meg.

– Szeptember 11-én éjfélkor a két hazai GSM szolgáltató hívószámai hétjegyűre változtak: a 06-20, ill. a 06-30 után a régi hatjegyű számok elé egy 9-es került.

– Szeptemberben kezdte meg működését a *GOOGLE* szabadszavas internetes kereső a kaliforniai Menlo Park egyik garázsában. A rendszer megalkotói, *Larry PAGE* és az orosz származású *Sergey BRIN* még 1996-ban, a Stanford Egyetem matematikus hallgatóiként kezdtek a



1. ábra. Personal Monitor. [www.skyex.com/albatech/artvga.html]



2. ábra. Bluetooth logó. [www.edmunds.com/media/advice/specialreports/bluetooth/]



3. ábra. Apple LISA. [http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_Lisa]

BackRub, a Google „elöd" fejlesztéséhez. A Google szó egyébként E. Kasner amerikai matematikus által 1938-ban a „tíz a századikon"-ra (10^{100}) bevezetett „googol" kifejezésből származik.

– A BBC megindította a digitális rádió- és tévéműsorok sugárzását, valamint ezek kábeles és műholdas szétosztását. A *BBC One* és *BBC Two* csatornákat egyesítő *BBC Choice* adásai szeptember 23-án, a műholdas Sky adások október 31-én, a földfelszíni tévéadások pedig november 15-én kezdődtek.

– A Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság szabványtervezetet dolgozott ki a bináris prefixumok jelölésére. A szabványt a Magyar Szabványügyi Testület MSZ-HD60027-2:2003 jelöléssel honosította. A 2006. április 1-től hatályos nemzeti szabvány szerint a „régi" $K = 2^{10}$ új neve kibi (kilobináris), jele Ki; az $M = 2^{100}$ új neve mebi (megabináris), jele Mi; a $G = 2^{1000}$ új neve gibi (gigabináris), jele Gi stb.

– Németországban megindult a digitális földfelszíni rádióműsorok (DAB) sugárzása a 224...229 MHz-es sávban.



4. ábra. HT-1080Z iskolaszámítógép. [www.scitech.mtesz.hu/10kiraly/]

25 éve történt

– Az 1983. évi fizikai Nobel-díjat – megosztva – *Subrahmanyan CHANDRASEKHAR* (*1910) indiai származású amerikai asztrofizikus és *William A. FOWLER* (*1911) amerikai fizikus kapta a csillagok struktúrájának és kialakulásának, ill. az univerzum kialakulásakor végbemenő nukleáris reakciók elméleti vizsgálatáért.

– Január elseje az INTERNET tulajdonképpeni születésnapja. Ekkor választották le az USA Védelmi Minisztériuma által 1958-ban létrehozott *ARPA* (Advanced Research Projects Agency) szervezet hálózatáról, az *ARPAnet*-ről a katonai célú felhasználókat, és ettől kezdve alkalmazták a korábbi *Network Control Protocol* helyett a *TCP/IP*-t (*T*ransmission *C*ontrol *P*rotocol and *I*nternet *P*rotocol).

– Január 19-én az *Apple Inc.* bejelentette, majd júliustól árusította a *LISA*-t, a grafikus interfésszel és optoelektronikus egérrel elsőként ellátott személyi számítógépet. A 12"-os monokromatikus monitor grafikus felbontása 720×364 pixel volt. Opcionálisan még egy 5 MiB-os külső HDD-t („Winchestert") is lehetett hozzá csatlakoztatni (**3. ábra**). Hivatalosan a „LISA" a *L*ocal *I*ntegrated *S*oftware *A*rchitecture rövidítése, bár egyesek szerint a gép *Steve Jobs* – az Apple egyik alapítója és a gép tervezője – lányának a nevét viseli.

– Az év első felében jelent meg a *HT-1080Z*, a *Híradástechnikai Szövetkezet* iskola-számítógépe, melyből – pályáztatás után – a Művelődési Minisztérium közel 800 db-ot vásárolt, darabonként 60 ezer forint alatti áron a középiskolák számára. A gép a távol-keleti *Videogenie* (1977) licence alapján, hanggenerátoros kiegészítéssel készült. Az első széria alaplapjait még Tajvanon gyárották le és itthon szerelték össze. A háttértárat a beépített kazettás magnetofon képviselte (**4. ábra**).

– Májusban a *Számítástechnikai Koordinációs Intézet* (SZKI) piacra hozta a *Proper-16/A*-t, a Kelet-Európában gyártott első személyi számítógépet. Az IBM PC-vel kompatibilis 16 bites gépet Intel 8088 processzorral, 1024 KiB RAM-mal és 48 KiB ROM-mal kb. 800 ezer forintért árusították.

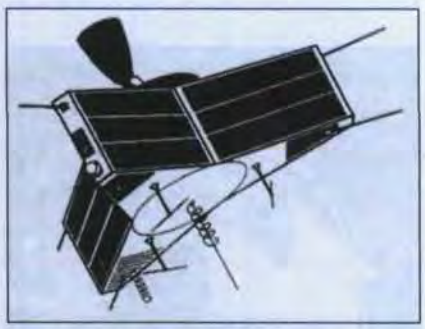
– Június 16-án bocsátották fel az EUTELSAT első regionális európai távközlési műholdját, az *ECS I-F1*-et, amely október 12-től relézte az adásokat (**5. ábra**). Vele együtt „utazott" az AMSAT *OSCAR-10* is, melyet elliptikus pályára állítottak (perigeum 4030 km, apogeum 35 420 km). Ez volt az első rakétahajtóművekkel ellátott amatőr műhold. 1986 decemberében a fedélzeti komputer kozmikus sugárzás következtében tönkrement, a műhold irányíthatatlanná vált (**6. ábra**).



5. ábra. Az EUTELSAT első generációs műholdja, az ECS I-F1. [Eutelsat kiadvány alapján]

– Megkezdődött az „ingyenes" (shareware) szoftverek terjesztése az USA-ban. *Andrew FLUEGELMANN* elektronikus leveleihez mellékelte PC-Talk programját, és kérte annak másolását és terjesztését. A program használata ugyan ingyenes volt, de a felhasználói névjegyzékbe való felvételért és a program újabb változatának letöltéséért már 10...50 dollárt kellett fizetni.

– Ez év októberében fogadta el a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Bizottság (Comité International des Poids et Mesures, CIPM) *BAY Zoltán* méter-definícióját: „A méter annak az útnak a hosszúsága, amelyet a fény vákuumban 1/299 792 458-ad másodperc



6. ábra. AMSAT OSCAR-10 amatőr műhold. [www.amateurradio.uni-hal le. de/sat/]



7. ábra. A Széchenyi-hegyi adó épülete az 1960-as évek elején. [Az Orion története 1913–1963 alapján]

alatt tesz meg." Az így meghatározott méter metrológiailag a fény rögzített vákuumbeli sebességén keresztül a legpontosabban mérhető fizikai alapegységhez, a másodperchez (a nemzetközi időegységhez) kapcsolódik. Az új méter bármely laboratóriumban reprodukálható, nem kell hozzá speciális etalon. Alkalmazása nincs a Földhöz kötve: az így definiált hosszegység bárhol a világűrben azonos, mivel a fénysebesség térben és időben állandó. (Erről a méter története kapcsán a *Rádiótechnika Évkönyve 2000*-ben is megjelent egy cikk. *A szerk.*)

– November 3-án a diósdi rövidhullámú állomáson működésbe lépett a svájci Brown-Boveri által gyártott két darab, a 3,9...26,1 MHz tartományban váltható frekvenciájú, 100 kW-os adó.

– November 9-én meghalt *KOZMA László* (*1902) Kossuth-díjas villamosmérnök, egyetemi tanár, a Budapesti Műszaki Egyetem első jelfogós digitális programvezérelt számítógépének, a MESz-1-nek tervezője és építője.

– November 11-én „született meg" az első, önmagát reprodukálni képes vírus. *Fred COHEN* informatika szakos doktorandusz hallgató az University of Southern California-n állítólag egy kódsor segítségével jelszavakat és felhasználói kódokat lopott. A vírus a rendszert működtető DOS operációs rendszer használatakor aktiválódott. Cohen írta le elsőként a vírus kifejezést disszertációjában a programkód sokszorosítására képes és a végrehajtható programokba beépülő speciális programokkal kapcsolatban.

– Novemberben a Microsoft – a konkurens IBM PC-nél már használt *VisiOn* „hatására" – a Comdex'83 show-n bemutatta, majd megkezdte a Windows® 1.0 árusítását. A pletyka szerint gyorsan vissza is vonták: komoly hibák voltak a billentyűzet kezelésében. Kereskedelmi forgalomba a programhiba („bug" = poloska) mentesnek minősített Windows 1.01 került: 1985. november 20-tól lehetett kapni 100 dollárért.

– December 11-én meghalt *Harold Stephen BLACK* (*1898) amerikai mérnök. A negatív visszacsatolással kapcsolatos találmányi bejelentését 1925-ben, a visszacsatolás alkalmazására vonatkozót pedig 1932-ben tette. Munkássága a szabályozástechnika terén alapvető jelentőségű.

50 éve történt

– Az 1958. évi fizikai Nobel-díjat *Pavel Alekszejevics CSERENKOV* (1904–1990), *Ilja Mihajlovics FRANK* (1908–1990) és *Igor Jevgenyevics TAMM* (1895–1971) szovjet fizikus kapta a „Cserenkov-effektus felfedezéséért és értelmezéséért".

– Január 3-án Berlinben elhunyt *Alexander MEISSNER* (*1883) német mérnök, a róla elnevezett nagyfrekvenciás triódás oszcillátorkapcsolás (1913), valamint az induktív úton történő pozitív visszacsatolás egyik feltalálója.

– Február 22-én ünnepélyes keretek között átadták a Széchenyi-hegyi 30/10 kW-os tévénagyadót, mely 32 m magas négyemeletes lepke-adóantennái révén kb. 100 km-es sugarú körben tette lehetővé az OIR 1. csatornán sugárzott program vételét (**7. ábra**). Március elsején megszűnt a tévéműsor kísérleti jellege. Ettől kezdve a készüléktulajdonosoknak havi 50 Ft előfizetési



8. ábra. Az aranyérmes EMV Tünde. [www.retronom.hu/]



9. ábra. Jack S. Kilby és az első IC. [www.eet.com/news/98/1028news/]

díjat kellett fizetni. Áprilisban a Képes Híradó helyett új műsor, a TV Híradó jelentkezett. Májustól a műsornapok száma eggyel nőtt: már kedden, csütörtökön, szombaton és vasárnap is lehetett 16...21 óra között tévézni. Június 20-án volt az MTV történetének leghosszabb szünete: az egyetlen stúdió átdíszletezése egy teljes óráig tartott. Ez idő alatt a néző az „Adásszünet" inzertet „élvezhette".... Az év őszére a Mechanikai Laboratórium elkészítette a televízió stúdiójának elektronikáját. Novemberben üzembe helyezték a Szabadság téri stúdió és a tévéadó összeköttetését biztosító BHG gyártmányú mikrohullámú adó-vevőpárt.

– A hazai amatőrök és ezermesterek között ekkor jött divatba a tévéantenna házilagos építése (abból, ami éppen be- vagy megszerezhető volt...) és a TÉVÉDX.

– Március 17-én került fel először az űrbe szilícium egykristályból készült napelem. A 6 darab napcellát az első sikeresen felbocsátott amerikai műhold, a *Vanguard-1* 5...10 mW-os adójának táplálására használták. A lapkák 20×20×3 mm-esek voltak, hatásfokuk alig érte el a 10%-ot. A műhold és a napelemek élettartamát 6 évre tervezték, de nyolc éven át működtek.

A brüsszeli világkiállításon az ORION aranyérmet kapott *AR306* négysávos AM/FM vevőjére, az Elektromechanikai Vállalat (EMV) pedig a *Burodics Imre* által tervezett nyomtatott áramkörös, hat tranzisztoros zsebrádióra, a *Tündére* (**8. ábra**). Még ebben az évben a Tündéből 300 darab készült.

– A Texas Instruments Inc. szeptember 12-én mutatta be az első integrált áramköröket: egy fázistolós oszcillátort és egy multivibrátort, melyeket *Jack S. KILBY* (*1923) villamosmérnök kb. 11×1,6 mm-es germánium szeleten készített (**9. ábra**).



10. ábra. A BRG M5 Mambó magnetofonja. [http://web.axelero.hu/mtma/jed.htm alapján]

– Az év második félévben indította el a Budapesti Rádiótechnikai Gyár az *M5 Mambó* kétsávos, 9,53 cm/s szalagsebességű orsós magnók sorozatgyártását. A 140 mm átmérőjű orsón levő normál szalag 2×30 perces, a LP (long play, 35 μm vastag) szalag pedig 2×60 perces felvételt tett lehetővé. A magnó tömege 9 kg, mérete 345×290×180 mm, teljesítmény felvétele kb. 50 VA, frekvenciaátvitele 100...9000 Hz volt (**10. ábra**).

– December 18-án állították pályára az amerikai kísérleti hírközlési *SCORE* műholdat, mely karácsonyeste D. Eisenhower elnök előre felvett, mágnesszalagon tárolt ünnepi beszédét sugározta a földre. Az aktív műhold – a földi állomások felett elrepülve – azok üzeneteit magnetofonon rögzítette, majd földi parancsra a tárolt anyagot 107 MHz-en visszasugározta. 1959 januárjában a műhold a Föld légkörében megsemmisült.

– December 31-ével Budapesten megszűnt „a lófogatú postaszállítás".

– A bécsi Műszaki Egyetem hallgatói – *Heinz ZEMANEK* (*1920) villamosmérnök professzor tervei alapján



11. ábra. Az első európai tranzisztoros számítógép, a Mailüfterl. [www.museumonline.at/2000/wien-feuerbach/mailueft/mailueft_de.htm]

és vezetésével – megépítették az első európai tranzisztoros számítógépet, a *Mailüfterl*-t (májusi szellőt). A hardver mintegy 3 ezer tranzisztort, 5 ezer diódát, 15 ezer ellenállást, 5 ezer kondenzátort tartalmazott. A 4×2,5×0,5 m-es gép neve bécsi szellemességgel az akkori amerikai szupermasinára, a *Whirlwind*-re (forgószél) utalt. Ahogy Zemanek mondta: „...ha az amerikaiaknak 'Whirlwind'-jük van, akkor ezt a gépet - jó bécsiesen – 'Mailüfterl'-nek kellett elneveznünk." (**11. ábra**)

– Dánia partjai közelében, a nemzetközi vizeken megszólalt az első, hajóra telepített európai kalózadó, a *Radio Mercur*. Adását az 1960-as évek közepéig Hollandiában és Kelet-Svédországban is lehetett hallani.

75 éve történt

– Az 1933. évi fizikai Nobel-díjat *Erwin SCHRÖDINGER* (1887–1961) osztrák és *Paul Adrien Maurice DIRAC* (1902–1984) angol fizikus kapta az atomelmélet terén végzett kiemelkedő munkásságért.

– Január 18-án született Portlandban (Oregon) *Ray M. DOLBY* amerikai villamosmérnök, fizikus. Nevét a hangfelvételeknél használt zajcsökkentő áramköri rendszerek tették ismertté (pl. Dolby-A a professzionális, Dolby-B a kazettás magnókhoz), de több szabadalma van a videomagnetofonnal kapcsolatban is. A Forbes Magazin 2006-ban a 400 leggazdagabb amerikai között tartotta számon: 1,7 milliárd dolláros vagyonával a 204. volt a listán.

– Április 20-án Arhangelszkben meghalt *Borisz Lvovics ROZING* (az angolszász irodalomban: Rosing) orosz fizikus (*1869), a Pétervári Műszaki Egyetem egykori professzora (**12. ábra**). 1907-ben találmányi bejelentést tett a mechanikai bontású kép katódsugárcsöves visszaalakítására, azaz a „katodnüj-elektricseszkij teleszkop"-ra, melyre több hazai és külföldi (német, angol, amerikai) szabadalmat kapott. Babits Viktor szerint „...Rosing volt az első, aki képösszerakónak Braun-csövet, vagy a mai nevén katódsugárcsövet ajánlott." Sebességmodulált elektronnyalábú katódsugárcsöves vevőjét 1911-ben mutatta be, elsőként jelenített meg négy fehér csíkot, valamint egyszerű geometrikus ábrákat. Kísérleteinél hallgatója – későbbi asszisztense – V. K. Zworykin segédkezett, aki később Rozing néhány ötletét (mint sajátját) meg is valósította. 1931-ben, a sztálini „osztályellenség elleni küzdelem" jegyében letartóztatták és Kotlaszba száműzték. Egy fafeldolgozó üzemben dolgozott, majd megengedték, hogy fizikára oktassa a munkásokat, sőt a helyi újságokba tudományos-ismeretterjesztő cikkeket is írhatott.



12. ábra. Borisz L. Rozing találmányával. [http://rus.625-net.ru/archive/0205/]

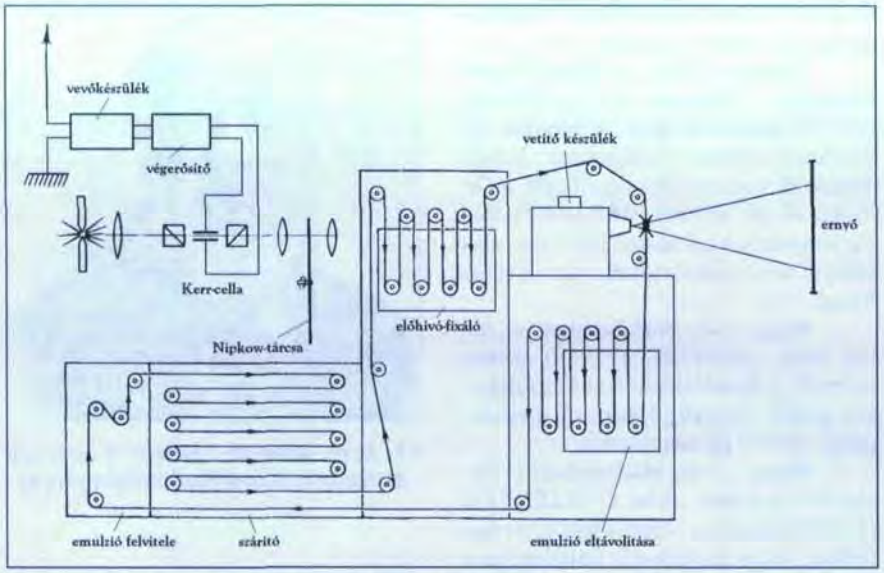
– Áprilisban vittek át először – három független telefoncsatornát felhasználva – sztereó-műfejjel felvett zenekari előadást. Leopold Stokowsky (világhírű karmester) és zenekara koncertjét *H. Fletcher* és *S. B. Snow* közvetítették a philadelphiai Zeneakadémiából Washingtonba, a Constitution Hallba. Az itt helyet foglaló közönség a teremben felszerelt nagyteljesítményű hangszórókon keresztül hallgatta a koncertet.. Az előkísérleteket Stokowsky segítségével végezték: személyesen ő „játszotta be" az egyes erősítőket.

– A BBC első élő revüközvetítését *M. Games* „videoamatőr" 1933. április 21-én rögzítette gramofonlemezen. Ezen négy percnyi, 30 soros bontású, kb. 10×25 mm-es mozgókép látható a *Paramount Astoria Lányok* táncáról. A lemezt *Don McLean* állította helyre és digitalizálta. Miután az Évkönyv még nem képes animált gif-ek bemutatására, ezért csak a videofelvétel néhány kockáját adjuk kedvcsinálóként a **13. ábrán**.

– Április 26-án Münchenben született *Arno Allan PENZIAS* Nobel-díjas



13. ábra. Néhány kocka az első videoklipből. [www.earlytelevision.org/scandisk.html alapján]



14. ábra. A Fernseh A. G. vetítős tévéjének vázlata. [Elektrotechnika. 1935. 15-16. sz. 218. old. alapján]

csillagász, a mikrohullámú kozmikus háttérsugárzás egyik felfedezője.

– A Német Birodalmi Posta – Siemens-gépekre alapozva – megnyitotta az első nyilvános távgépíró (telex) vonalat Berlin és Hamburg között. A szolgáltatást az első időkben Berlinben 13, Hamburgban 8 előfizető vette igénybe.

– 1933 áprilisában a kaliforniai partok előtt horgonyzó *La Playa* hajó fedélzetén – a játékkaszinó mellett – megkezdte működését a világ első partmenti kalózadója, a 815 m-en 5 kW-tal sugárzó RXXR. Nem sokáig tűrték: még ugyanebben az évben a Los Angeles-i kikötői hatóság lefoglalta a hajót.

– Augusztusban a berlini 10. Rádiókiállításon a *Fernseh A. G.* vetítős tévékészüléket mutatott be, melynél az ún. *köztesfilm-eljárást* (Zwischenfilm-Verfahren) alkalmazták. A 180 soros bontású, másodpercenként 25 képet sugárzó adó kép- és hangjeleit „hagyományos" vevővel vették, a demodulált és felerősített jelekkel Kerr-cellás fénymodulátort vezéreltek. Az adóhoz szinkronizált Nipkow-tárcsa segítségével előállított képet kockánként, a hangjeleket pedig folyamatosan exponálták a 35 mm széles végtelenített filmre (**14. ábra**). Az előhívás, fixálás és szárítás után a filmet – akár 3×4 m-es méretben is – azonnal ki lehetett vetíteni. Mivel az egész műveletsor mintegy 65–90 másodpercet vett igénybe, sőt az exponálás–vetítés között csak kb. 35 s-ra volt szükség, a közvetítést „élőnek" lehetett tekinteni.

– A Magyar Posta folytatta a Standard gyártmányú adókkal a hazai rádióhálózat kiépítését. Kezdetben a pécsi, a miskolci és a magyaróvári 1,25 kW-os adók egyaránt 209,8 m-en adtak. A közvetítőállomások közül a pécsi adó ünnepélyes felavatására május 14-én, a miskolcira május 28-án, a magyaróvárira június 15-én, a 267,4 m-en dolgozó 6,25 kW -os nyíregyházi (eletói) adóra pedig június 18-án került sor.

– Ebben az évben jelent meg a *nyomtatott áramkör* őse a rádióban. A Standard gyár Super 33 vevőjében előrelyuggatott prespán lapot használtak, a lyukakon keresztül átfűzték a passzív alkatrészek lábait, és a beültetési oldallal ellentétes oldalon forrasztottak, huzaloztak.

– December 2-án 21 órakor „ünnepélyesen szolgálatba állt" a Standard Villamossági Rt. gyártmányú, az 550,5 m-en sugárzó, 120 kW-os **lakihegyi nagyadó**, amely ekkor egyike volt Európa három legnagyobb teljesítményű műsorszóró adójának. *Budapest I.* műsorát a legmagasabb európai acélszerkezetről, a MAVAG-ban készült 314 m-es Blaw-Knox rendszerű antifading sugárzóról, a „szivarról" adták. Az ipari műemlékként megőrzött torony rácsszerkezete 284 m magas, ennek végén lévő 30 m hosszú kitolható csővel lehet(ett) az antennát az üzemi hullámhosz 57%-ára hangolni (**15. ábra**).

– December 2-án a budapesti Kossuth Lajos utca 9-ben – a volt Úttörő Áruház épületében – a „Rádióhét" alkalmából rádiókiállítást nyitottak meg. A *Zakariás János* által szervezett kiállításon *Nemes Tihamér* postamérnök először mutatta be a nagyközönség előtt Nipkow-tárcsás kísérleti tévéadóját és neoncsöves vevőjét.

– 1933 karácsonyán a Magyar Posta megkezdte kísérleti rövidhullámú műsorainak sugárzását az amerikai magyarok számára a székesfehérvári 20 kW-os adóról. Kezdetben az adások hetenként egyszer, a hazai időszámítás szerinti hajnali órákban voltak 13,81, ill. 6,8 MHz-en.

– *Eduard SCHÜLLER*, az AEG mérnöke ebben az évben készítette el a „Magnetophon" laboratóriumi modelljét, melynél már az általa feltalált gyűrű alakú kombinált fejet alkalmazta. A *Magnetisierungskopf für Längsmagnetisierung von Magnetogrammträgern* c. szabadalom (DRP 660.377; 1933. dec. 24.) a híradástechnika úttörő szabadalmai közé tartozik.

– Megjelentek Budapesten az ikertelefonok: a Magyar Posta így kívánta vonalkapacitását növelni. (Ekkor vált „magyar szokássá", hogy a kézibeszélő felvétele után az emberek előbb hallgatóztak, hogy van-e vonal, és csak a búgó hang után kezdtek tárcsázni. A világ más részein a kagyló felemelése után azonnal tárcsáznak...)

– *Edwin Howard ARMSTRONG* amerikai villamosmérnök feltalálta és



15. ábra. Lakihegyi adóantenna. [Évfordulóink a műszaki és természettudományokban, 1983. MTESZ. 70. old.]



16. ábra. Vlagyimir A. Kotyelnyikov. [http://ire.cplire.ru/html/kotelnikov.html]

több szabadalommal levédte a szélessávú frekvenciamodulációs (WBFM) rendszert és ennek áramköreit. A kísérleti FM adó-vevőt a gyakorlatban is bemutatta az RCA (Radio Corporation of America) képviselői előtt, akik különösképpen „nem lelkesedtek", mert a piacot még nem találták érettnek a jobb minőségű, kisebb zajú FM rendszer bevezetésére. (Valójában az RCA az AM-adásokban volt érdekelt, részben egy sor, még nem profitáló befektetésük, részben pedig az AM-vevők gyártásából befolyó licencdíjak miatt.)

100 éve történt

– Az 1908. évi fizikai Nobel-díjat *Gabriel Jonas LIPPMANN* (1845–1921) francia fizikus kapta az interferencia jelenségén alapuló színes fényképezési módszeréért. A kémiai Nobel-díj kitüntetettje *Lord Ernest RUTHERFORD* (1871–1937) angol fizikus, a radioaktív anyagok bomlási elméletének megalkotója, az alfa- és a béta-sugárzás felfedezője.

– Március 2-án született a németországi Neustadt an der Weinstrasse városkában *Walter BRUCH* (†1990) villamosmérnök, a PAL (Phase Alternation Line) színestévé adás-vételi rendszer feltalálója. Találmányát, az NTSC és a SECAM színes rendszerek hibáit kiküszöbölő PAL-t először 1963. január 3-án Hannoverben mutatta be. A PAL 1967-től lett az NSZK, majd később más országok „hivatalos" színestévé-szabványa.

– Március 17-én oldottak meg első ízben a Korn-féle képtávíró segítségével egy bűnügyet. A londoni Daily Mirror megjelentette a Párizsból képtávírón kapott ékszerrabló körözési fényképét. Az újság egyik olvasója felismerte az elkövetőt, akit az angol rendőrség letartóztatott. Ennek ellenére csak az újságok érdeklődtek a képtávíró iránt, a rendőrség nem.

– Március 29-én született Nördlingenben *Hermann E. SCHWARZ* (†1995) német fizikus. A híradás- és méréstechnikában világszerte ismert *Rohde & Schwarz* cég jogelődjét, a *Dr. Rohde & Dr. Schwarz Műszaki-Fizikai Fejlesztőlaboratóriumot* 1933-ban alapította évfolyamtársával, dr. Lothar Rohde-val.

– Május 7-én Nürnbergben született *Max GRUNDIG* (†1989) német mérnök, a híradástechnikai készülékeket gyártó Grundig-konszern megalapítója (1945) és tulajdonosa.

– Május 23-án Madisonban (Wisconsin) született *John C. BARDEEN* (†1991) kétszeres Nobel-díjas amerikai fizikus, a tranzisztorhatás felfedezője, a germánium tűs tranzisztor feltalálóinak és a szupravezetés elméleti kidolgozóinak egyike.

– Augusztus 25-én Le Croisic-ben meghalt *Antoine Henri BECQUEREL* (*1852) Nobel-díjas francia mérnök, fizikus, az uránvegyületek természetes radioaktivitásának felfedezője.

– Szeptember 6-án született Kazanyban *Vlagyimir Alekszandrovics KOTYELNYIKOV* (†2005) orosz villamosmérnök (az angolszász irodalomban: Kotelnikov, Kotelnikow) (**16. ábra**). Legfontosabb eredményeit az informatika területén érte el: E. T. Whittaker és H. Nyquist után pár évvel megfogalmazta az időben folyamatos (analóg) sávhatárolt jelek mintavételezési törvényét (1933). Bebizonyította, hogy a mintákból az eredeti jel akkor állítható vissza, ha a másodpercenkénti mintavételezések száma a jel sávszélességének kétszeresével egyenlő. A mintavételi törvényeket a korrekt szakirodalom „Whittaker–Nyquist–Kotelnikov–Shannon" vagy „Nyquist–Shannon–Kotelnikov sampling theorem"-ként említi. Doktori disszertációjában a potenciális zajstabilitás elméletével foglalkozott. Definiálta az ideális (zajmentes) vevőt és bebizonyította, hogy ennek megépítése a gyakorlatban nem lehetséges.

– Szeptember 21–29-e között Budapesten tartották a *Nemzetközi Posta-, Távíró- és Telefonkongresszust*, az európai postamérnökök első nemzetközi konferenciáját, melyen 13 ország 49 küldöttje vett részt. Ezen értekezlet alapozta meg a postai igazgatások hivatalos társulását, a CCIF (Comité Consultatif International Téléphonique) létrehozását.



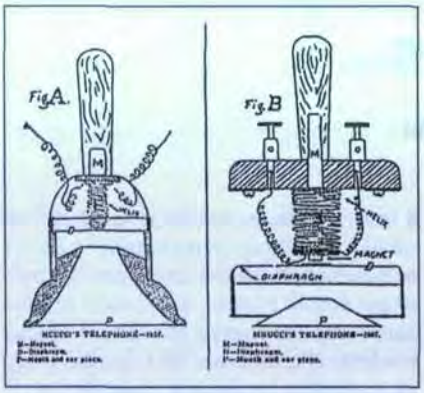
17. ábra. Antonio Meucci. [www.italianhistorical.org/MeucciStory.htm]

– Németországban rendeletet hoztak, mely tiltotta mindenféle olyan berendezés házilagos építését, mely „fémes összeköttetés nélkül hírek továbbítására alkalmas". A rendelet 1923-ig volt érvényben: „hivatalosan" az amatőrök csak ekkortól építhettek rádiót.

– November 8-án Londonban elhunyt *William Edward AYRTON* (*1847) angol villamosmérnök, fizikus. Kollégájával, John Perryvel együtt kidolgozták a villamos úton befolyásolható ingaórát, javaslatot tettek a szelén fotoellenállásos képbontásra és vezetékes képátvitelre, fotométert és számtalan elektromechanikus műszert (ingás amperóra számlálót, spirálrugós volt- és wattmérőt, indukció-mérőhidat stb.) készítettek, szabadalmaztattak.

200 éve történt

– Április 13-án Firenze közelében született *Antonio Santi Giuseppe MEUCCI* (†1889) autodidakta elektrotechnikus (**17. ábra**). 1835-ben egy olasz operatársulattal Kubába hajózott; a havannai „Gran Teatro de Tacón" műszaki felügyelőjeként dolgozott. 1849-ben feltalálta az általa „Teletrophono"-nak nevezett elektromágneses telefont. Erről később így írt: „A készülék lényege egy rezgő diafragma és egy spirál által elektronizált mágnes. Rezgésével a diafragma módosítja a mágnes áramát. A módosított áram a drót túloldalára érve megegyező vibrációkat kelt a fogadó diafragmában és rekonstruálja a hangot." New Yorkba való áttelepülése után, 1854–5-ben szerelte fel házában és műhelyében – mozgásképtelen felesége kérésére – a hallgatóként és mikrofonként egyaránt használható telefon



18. ábra. Meucci-féle telefonok (1857 és 1867) a The Chicago Tribune 1885. november 9-i száma alapján. [www.esanet.it/chez_basilio /immagini/]

első példányait (**18. ábra**). A több éven át tökéletesített konstrukció szabadalmaztatására nem volt pénze, csak ún. biztosító szabadalomra (caveat) futotta (1871), de ezt is csak három évig tudta fizetni. Amikor 1876-ban Bell szabadalmát megtámadta, a bíróság – nem tekintve bizonyítottnak, hogy Meucci telefonja villamos árammal működött (az indoklás szerint: „kábelen keresztül mechanikusan szavakat továbbított"!) – Bellt hírdette ki győztesnek. Sovány vigasz, hogy érdemeit később elismerték: 2002. június 15-én az Egyesült Államok Kongresszusa Meuccit nyilvánította a telefon feltalálójának. Emlékét – többek között – Firenzében, Havannában, a New York-i *Garibaldi-Meucci Múzeumban* őrzik.

– Ebben az évben született *Hippolyte Antoine PIXII* (†1835) francia műszerész, aki 1824-ben elkészítette Ampère elektrodinamika alapkísérleteihez szükséges eszközöket. 1832-ben egyenáramú motort talált fel: egy U-alakú állandómágnes forgott a galvánelemekről táplált két álló tekercs alatt. Az eszköz – kézzel forgatva – váltóáramú generátorként működött (de ezt ekkoriban legfeljebb az elektroterápiás kezeléseknél lehetett sokkolásra használni). Ampère javaslatára a gépet kommutátorral egészítette ki, így született meg az első dinamó (**19. ábra**).

– Ebben az évben született *Eugéne BOURDON* (†1884) francia mechanikus, feltaláló. Nevét a csőrugós („Bourdon-csöves") manométer viseli.

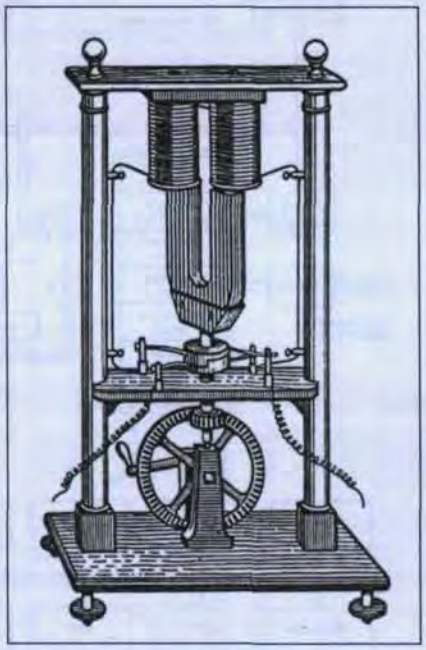
– *Étienne Louis MALUS* francia hadmérnök ebben az évben fedezte fel a mészpátról visszavert fény polarizált voltát. A jelenséget ő nevezte el a Newton által a fényrészecskék tulajdonságának tekintett pole (sark, pólus) szó alapján polarizációnak (a régebbi fizikakönyvekben: sarkítás).

– A *Magyar Nemzeti Múzeum* szervezetéről intézkedő 1808.évi XVIII. tc. a múzeumon belül külön technológiai osztályt létesítését is előírta. Célja az volt, hogy a „hazai ipar fejlődése a Magyarországon készült termékeken, eszközökön és gépeken bemutatható legyen". A technológiai osztály az idők folyamán elhalt: nem volt hely a gyűjtésre. Ez lehetett volna a Műszaki Múzeum alapja.

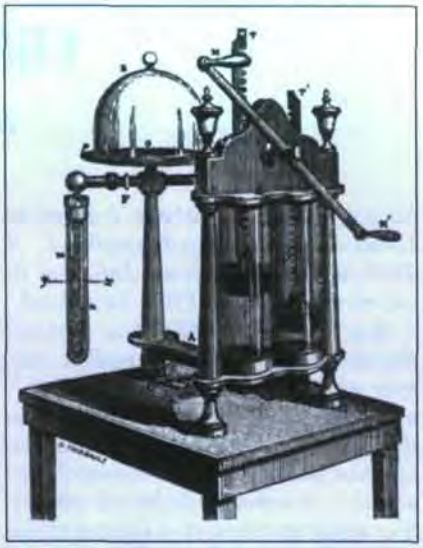
– Júliusban Sir *Humphry DAVY* angol kémikus elkészítette és a Royal Institution közönsége előtt bemutatta találmányát, a szénrudas ívlámpát, melyet 2000 sorbakötött Volta-celláról táplált. Az egykorú visszaemlékezések szerint a vízszintesen elrendezett két faszén-rúd közötti ív ugyan vakítóan világított, de „füstölt és ontotta magából a meleget".

300 éve történt

– *Johann Friedrich BÖTTGER* német alkimista és *Ehrenfried Walter von TSCHIRNHAUS* gróf kikísérletezte, majd Drezdában gyártani kezdte a kínaihoz hasonló vörösesbarna kőcserepet, az ún. Böttger-porcelánt. Egy évvel később Böttger feltalálta az európai



19. ábra. A Pixii-féle dinamó. [A History of Technology. Oxford. V. köt. 180. old. alapján]



20. ábra. A légszivattyú szerkezete Hauksbee: Physico-Mechanical Experiments on Various Subjects könyvéből. [www.geocities.com/bioelectrochemistry/hauksbee_elder.html]

fehér porcelánt is, melyet 1710-től készítettek a Meissen melletti Albrechtsburgban, Európa első porcelángyárában.

– *Francis HAUKSBEE* angol műszerész, autodidakta fizikus a levegő relatív súlyának valamint a hang terjedési sebességének méréséhez kéthengeres légszivattyút készített, mellyel a levegőt ritkítani és sűríteni is lehetett (**20. ábra**).

400 éve történt

– *Hans LIPPERSHEY* német származású holland szemüvegkészítő mester egyike volt azoknak, akik bikonkáv (kétszer homorú) és bikonvex (kétszer domború) lencsékből álló, ún. hollandi távcsövet készítettek. Látcsöveire – és ezek között a binokuláris „színházi" távcsőre – 1608. október 2-án kért szabadalmat, de a kizárólagos gyártás jogának megadását a middleburgi Tanács, tekintettel annak haditechnikai és kereskedelmi jelentőségére, a teljes titoktartáshoz kötötte, majd egy évvel később elutasította, mondván, hogy a távcsövet már idegen államokban utánozzák.

(E visszatekintés az 1992-es évkönyvünkben megkezdett, azonos című „sorozat" folytatásának is tekinthető. A szövegben *-gal a születési, †-tel a halálozási évet jelöltük. A szerk.)

16F877A, Te csodás...

Vörös Tamás tanár, adlerson@freemail.hu

Az előző években néhány írásomban kerültek elő a mikrokontrollerek. A 2005-ös RT évkönyvben a 16F84-es típus elemeztük ki, a „PIC – kezdőknek" c. kiadványban a 16F628-as típussal foglalkoztunk. Mindezek mellett magyar nyelvű fejlesztőrendszereket is bemutattunk a PIC mikrokontroller családokhoz. Az említett két típus közös tulajdonsága, hogy 18 kivezetéssel rendelkezik. Jó néhány alkalmazás elkészítése során azonban ez a kivezetésszám kevésnek bizonyulhat. Ezenkívül az analóg-digitális konverzió megvalósítása meglehetősen nehézkes az előbbi két típussal. A jelzett problémák megoldására ajánljuk a 16Fxxx kontrollerek mondhatni legerősebbjét: a 16F877-et. Ezen típus alapismertetésén keresztül néhány érdekes és figyelemfelkeltő példaalkalmazást is bemutatunk, amelyek remélhetőleg elindítják az olvasók fantáziáját.

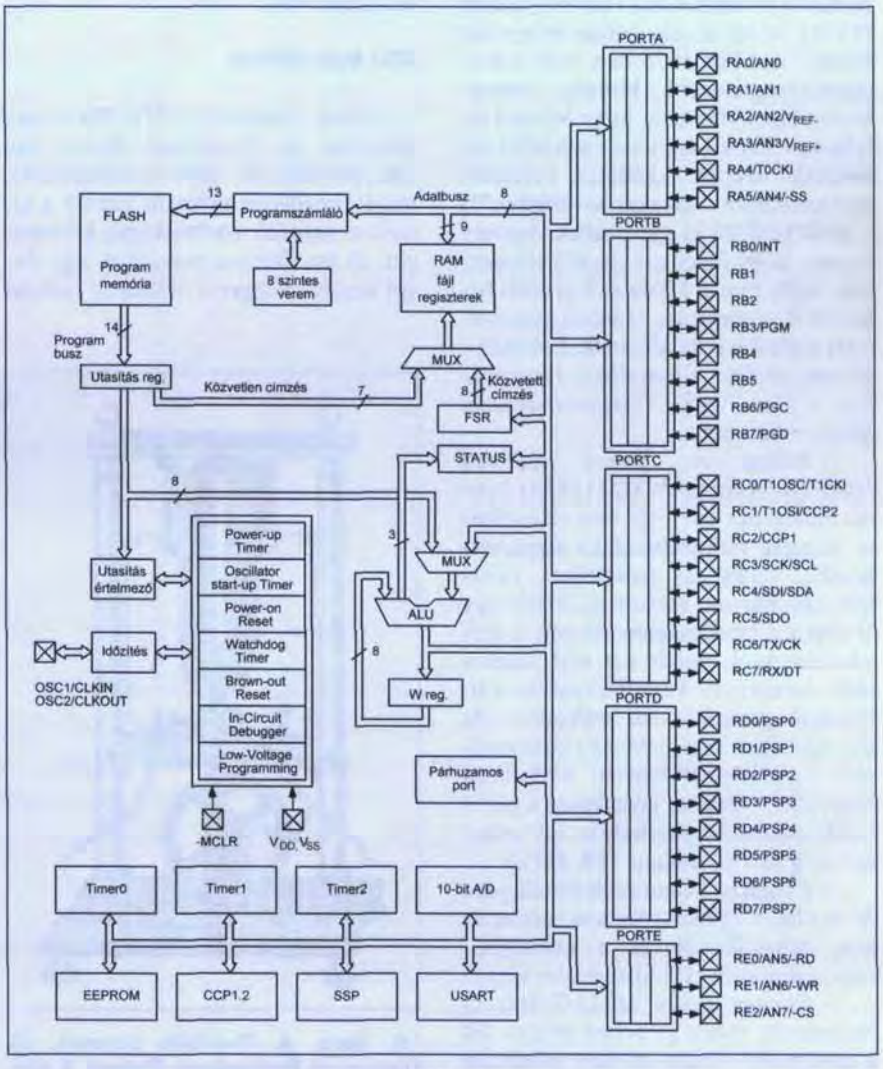
A mikrokontrollerek széles körű alkalmazásához vezető út közbenső állomása lehet a PIC16F877A. Legnagyobb előnye, hogy FLASH technológiával készül, így lehetséges a többszöri programozása is. A tok lábkiosztása az **1. ábrán** látható. Ez a típus – a 16F84-hez hasonlóan – szinte etalonnak tekinthető a PIC-ek között, mivel az alapvető alkalmazások elkészítéséhez az öt, egymástól függetlenül vezérelhető port, a 20 MHz-es maximális működési órajel és a beépített, ún. on-chip EEPROM, sok periféria és meglehetősen nagy programmemória segíti munkánkat. 2,5 V-tól 5,5 V-ig terjedő tápfeszültség-tartományban megbízhatóan üzemeltethető, ezáltal eleget tesz az egyre szélesebb körben terjedő 3,3 V-os technológiának is.

A PIC16F877A felépítése

Az IC felépítése a **2. ábrán** látható. A 16F877A lelke az aritmetikai és logikai egység, az ALU. Ehhez kapcsolódik a 8 bites adatbusz, melynek segítségével mind a RAM regiszterek, mind a kimeneti/bemeneti portok, mind pedig a belső perifériák érhetők el. A tok 8 szintes hardveres veremmel (hardware stack) rendelkezik, melynek fő feladata, hogy pl. szubrutin híváskor a visszatérési címet megőrzi, így a program futása a megfelelő helyen folytatódik tovább. A 368 bájtos RAM már összetettebb feladatok elvégzésére is elegendő, emellett a FLASH program memória 8 kword tárhelyét sem könnyű megtölteni. Hosszabb program esetén sem kell feltétlenül külső adatmemóriáról gondoskodni, mert ekkora területen a prog-



1. ábra



2. ábra

1. táblázat

Megnevezés	Funkció
MCLR/VPP	Általános hardveres reset/ égetőfeszültség-bemenet
OSC1/CLKIN	Kvarcoszcillátor csatlakozó/ külső órajel bemenet
OSC2/CLKOUT	Kvarcoszcillátor csatlakozó/ órajel kimenet
RA0/AN0	Kétirányú port/ analóg-digitális átalakító bemenetek
RA1/AN1	
RA2/AN2/Vref-	Pozitív feszültségreferencia-forrás
RA3/AN3/Vref+	Negatív feszültségreferencia-forrás
RA4/T0CKI	Timer0 modul külső órajelbemenete
RA5/AN4/SS	A szinkron soros port master/slave kiválasztó bemenete
RB0/INT	Kétirányú port/ külső megszakítás forrás
RB1, RB2	Kétirányú portkivezetések
RB3/PGM	Alacsony feszültségű programozást kiválasztó bemenet
RB4, RB5	Portállapot-változás megszakítás bemenet
RB6/PGC	Portállapot-változás megszakítás bemenet/ égetőórajel bemenet
RB7/PGD	Portállapot-változás megszakítás bemenet/ égetőadat be-kimenet
RC0/T1OSO/T1CKI	Kétirányú port/ Timer1 oszcillátor kimenet/ Timer1 külső órajel bemenet
RC1/T1OSI/CCP2	Timer1 oszcillátor bemenet/ PWM2 periféria kivezetés
RC2/CCP1	PWM1 periféria kivezetés
RC3/SCK/SCL	Órajel be és kimenet a SPI és I^2C kommunikációs protokollhoz
RC4/SDI/SDA	Adat bemenet a SPI és be-kimenet az I^2C kommunikációs protokollhoz
RC5/SDO	Adat kimenet a SPI kommunikációs protokollhoz
RC6/TX/CK	Aszinkron soros adatkimenet/ szinkron órajel
RC7/RX/DT	Aszinkron soros adatbemenet/ szinkron adat
RD0..7/PSP0..7	Kétirányú port/ párhuzamos slave port a mikroprocesszor buszhoz
RE0/RD/AN5	Kétirányú port/ olvasás vezérlés
RE1/WR/AN6	Kétirányú port/ írás vezérlés
RE2/CS/AN7	Kétirányú port/ funkció kiválasztás

ram számára hasznos konstansok, esetleg komplett adattáblák ASCII kódok stb. is bőven elférnek.

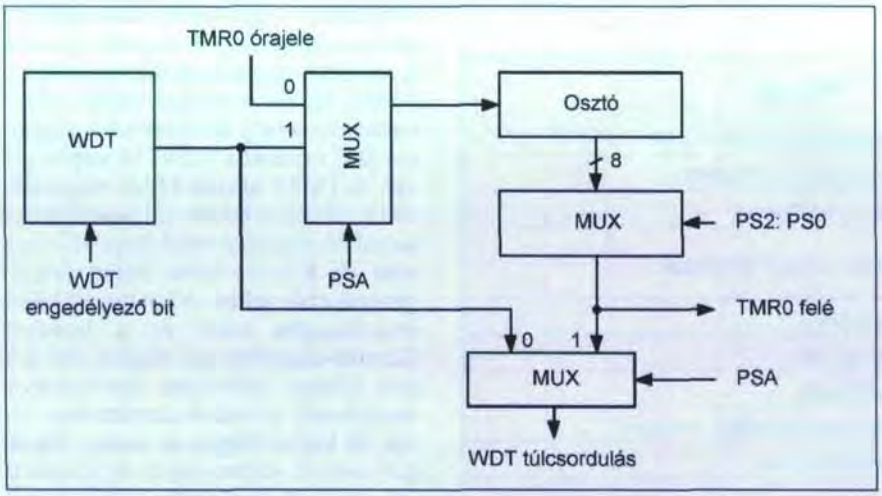
A 16F87x család legkisebb tagja, a 16F870 4 kword FLASH tárhellyel rendelkezik, míg a 877 már kétszer ekkorával. A betöltött program helyes futásáról a programszámláló és az utasításregiszter gondoskodik. A programbusz 14 bit „széles", amely az utasítások struktúrájának köszönhető.

A kivezetések funkciói

A kivezetések funkciói az **1. táblázatban** láthatók. A chipen külön órajel be- és kimenetet alakítottak ki, amely a lábak számát kettővel növeli, de másra sajnos nem használhatóak. Kívülről rezgőkvarc vagy kerámiarezonátor, illetve RC-tag kapcsolható az IC-hez. Többféle funkcióval rendelkezik azonban az MCLR-nek nevezett kivezetés. Egyrészt általános hardveres resetként funkcionál, amely a lábra adott alacsony logikai szintű impulzussal képes újraindítani a kontrollerben futó programot, másrészt pedig a működtető szoftver betöltésénél, azaz az égetésnél vehetjük hasznát. Az MCLR-re adott 0 V, +5 V, illetve +13 V a működési üzemmódváltásokat hivatott eszközölni.

Az RA port első nibble-je teljes értékű kétirányú portként használható, azaz a lábak egymástól függetlenül (bitenként) és együtt is (fél bájtként) vezérelhetőek. A port 4. lába azonban csak nyitott draines, de többfunkciós. A nyitott draines ebben az esetben azt jelenti, hogy a szoftver képes a lábat nagyimpedanciás állapotba vagy GND-re kapcsolni. Pozitív feszültséget nem képes szolgáltatni. (Pl. ha LED-et vagy relét vezérlünk segítségével, akkor az csak „fentről" köthető be – azaz a pozitív tápoldalról –, egy áramkorlátozó ellenállás segítségével.) A második funkció a rendszer elengedhetetlen tartozéka a TMR0 időzítő-számláló külső órajelbemenete, amely lehetővé teszi a „pontos idő" mérését a 16F877A segítségével. A TMR0 időzítő képes megszakítással jelezni a 8 bites túlcsordulást. A számláló órajelét a belső órajelből vagy akár az RA4-es lábra kötött órajelgenerátorból veheti. A határozott külső órajelfogadás miatt ez a bemenet Schmitt-triggerrel van ellátva. Az RA port számos különleges funkcióval is rendelkezik az előbb említetteken kívül. Itt kaptak helyet az analóg-digitál konverterek (szám szerint 8 bemenettel), amelyek igazi analóg jelfeldolgozó központtá varázsolhatják a 877-est. Az igazsághoz tartozik, hogy a chipre valójában csak egyetlen A/D-t integráltak, a nyolc bemenetre kapcsolt jelek multiplexelve jelenhetnek meg csak meg az IC-n belül. Az AN0...AN4 az RA porton, a többi pedig az RE porton kapott helyet. Az eszköz felbontása elfogadható, a PIC képességeihez mérten pedig jól megválasztott. A 10 bites felbontás azt jelenti, hogy a bemenő jelet akár néhány millivolt pontossággal képes digitalizálni. A konverziós sebesség néhányszor 10 μs körüli, azaz a hangfrekvenciás sáv alsó és középső része szépen befogható vele. Az A/D konverter elengedhetetlen tartozéka a programozható feszültségreferencia, amelyből kettő kapott helyet az RA porton.

Az RB port nem sok meglepetéssel szolgál azok számára, akik már áttanulmányozták a 16F84-es és a 628-as adatlapjait. Talán a legfontosabb, hogy ezen a porton, pontosabban az RB3-RB6-RB7 kivezetéseken, keresztül történik a megírt program betöltése a PIC-be. A szokásos módon az RB6 a programozó órajel bemenete, az RB7 az adatláb, az RB3 pedig az alacsony feszültségű programozást vezérli. Ez a fajta programozási mód főleg elkészített és működő áramkörökben lehet érdekes, ahol esetleg a kontrolleren kívüli alkatrészek egészségére ártalmas lehet a +13 V-os programozófeszültség. Amennyiben ezt a funkciót kívánjuk használni, egy szokványos égetés keretében engedélyeznünk kell azt a konfigurációs szóban, a CONFIG WORD-ben. Ezek után Az RB3-at +5 V-ra kell kapcsolnunk (tápfeszültség), majd az MCLR lábra nem +13 V-ot, hanem csupán tápfeszültséget kell adnunk. Ekkor lépett be az IC az alacsony fe-



3. ábra

szültségű programozási üzemmódba. Sajnálatos azonban, hogy ekkor az RB3-at nem használhatjuk szokványos be-, ill. kimeneti lábként. Az RB port ezen kívül helyet ad kétféle, nem perifériikus, azaz elsőrendű megszakításnak is. Az egyik az RB0-hoz köthető, általános megszakítás bemenet választható élvezérléssel, a másik pedig a port felső nibble-jének jelszintváltozására aktiválódó, ún. on-change megszakítás.

Az RC portot a legtalálóbban a kommunikációk portjának nevezhetjük, mert az alapvető funkciókon túl itt kaptak helyet a szinkron és az aszinkron soros protokollok hardveres végződései. Az RC0 és RC1 a Timer1 jelű időzítőhöz kötődik szorosan, ugyanis itt kapott helyet az oszcillátor és az órajel-kivezetés is. Az RC3...5 kivezetések közvetlenül hardveresen csatlakoztathatóak a SPI és az I^2C buszhoz. Az RC3-on keresztül az órajel érkezik vagy hagyja el az IC-t, attól függően, hogy MASTER vagy SLAVE üzemmódban használjuk. Innentől kettéválik a SPI és az I^2C, ugyanis az RC4 a SPI adatbemenete, illetve az I^2C adatvezetéke, – ekkor a kommunikáció irányától függően be és kimenetként is funkcionálhat –, az RC5 pedig a SPI adatkimenete.

Az RD-RE port hasonlít leginkább egy számítógépporthoz. Aki kicsit jobban elmélyedt már a PC bővítőportjainak tanulmányozásában (ISA, PCI), tudhatja, hogy ezek a kétirányú adatátvitelt lehetővé tevő portok közvetlen adathozzáférést tesznek lehetővé az alaplap felé. Ez a helyzet itt is. Az RD-n keresztül figyelemmel kísérhetjük a mikrokontroller adatbuszának forgalmát, ezáltal működését és az egyes végrehajtott utasítások eredményét is. Az RD-n történik az adatátvitel, az RE pedig vezérlőként funkcionál. A vezérlők szerepe igen fontos, mert képzeljük csak el mi történne, ha például egy fontos számítás közepette írnánk valamit a buszra. Teljesen megváltozna a művelet kimenetele.

A 16F877A CPU-jának speciális funkciói

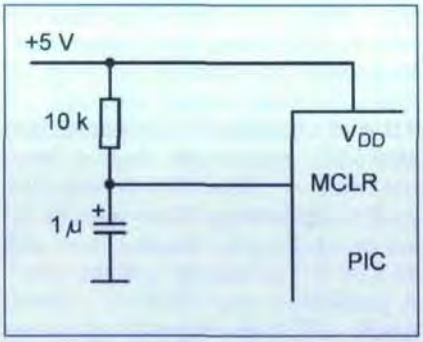
Power-up Timer (PWRT). A tápfeszültség bekapcsolásakor – hacsak nem külső órajelet használunk – a chip oszcillátorának néhány milliszekundumra van szüksége a stabil órajel előállításához. Amíg az órajel nem megbízható, a PIC helyes működése nem garantált. Ha ezen idő alatt az MCLR kivezetést valamilyen módon alacsony logikai szinten tartjuk, a beégetett program nem indul el. A stabil oszcillátorfrekvencia megjelenése után már felengedhető a láb tápfeszültségre. Hogy ezt a procedúrát ne manuálisan vagy egy külön külső áramkör közreműködésével kelljen elvégezni, a gyártó a chipre integrált egy fix 72 ms-os időtartamú időzítőt, amelyet, ha a CONFIG WORD-ben engedélyezünk, szabályos bekapcsolást generál. A tapasztalatok szerint a kerámiarezonátor vagy kvarcoszcillátor alkalmazása esetén nem szükséges aktiválni, RC-oszcillátor esetében azonban több, mint ajánlott a használata.

A WatchDog-Timer (WDT). Magyarul talán őrző-védő kutyának lehet nevezni a chipre integrált, de a kontroller belső részeitől elválasztott időzítőt, amely kb. 18 ms-onként aktiválódik. Szerepe akkor lehet jelentős, ha a kontrollerben futó program valamilyen okból kifolyólag megáll, lefagy vagy a tápfeszültség-ingadozások miatt hibásan fut. Ez az időzítő képes újraindítani a programot, amely így újra elölről kezd futni. Mint látjuk jelentősége óriási, de használata csak a gyakorlott fejlesztőknek ajánlható. Amennyiben a programkódban „néha" nem helyezünk el egy CLRWDT assembly utasítást, a program kíméletlenül újraindul minden 18 ms elteltével. Azért nem olyan rossz a helyzet, mint gondolnánk, ugyanis ez a csekélyke időtartam jelentősen meghosszabítható, ez látható a **3. ábrán**. Az időzítő bekapcsolása után két lehetőség kínálkozik: vagy az eredeti 18 ms-os időzítést választjuk, vagy pedig a megnöveltet. Az osztó konfigurálásával állíthatjuk be a megfelelő időtartamot. Ez akár több, mint 2 másodperc is lehet. Fontos tudni, hogy ezt az osztót használja a TMR0 számláló, így működésük egymást kizáró. A WDT engedélyezése a CONFIG WORD-ben történik.

SLEEP üzemmód. A 16F877A +5 V-os tápfeszültség és 4 MHz-es órajel mellett néhány milliamper áramot vesz fel a tápegységből, amennyiben a kimeneteken nem folyik számottevő nagyságú áram. Az esetek többségében a működési idő nagy részét a kontroller várakozási ciklusokkal tölti (pl. megfigyelés, vagyonvédelem), ritka az az eset, amikor az IC-t folyamatosan, hosszú időn keresztül maximális kihasználtsággal működtetjük. Telepes ellátás esetén még ez a csekélynek mondható áram is sokra mehet. Egy 1500 mAh-s akkuköteggel csak mindössze egy hónapig üzemelne, ha az akkuk kifogástalan állapotban vannak. A holtidőkben történő áramfogyasztás csökkentésére a mikrokontrollereket SLEEP (pihenő) üzemmódba lehet kül-

2. táblázat

Oszcillátor típus	Kristály-frekvencia [MHz]	C_1 és C_2 értéke [pF]
LP	0,032	33
	0,2	15
XT	0,2	47–68
	1	15
	4	15
HS	4	15
	8	15–33
	20	15–33



4. ábra

deni. Ezt a módot az assembly SLEEP utasítás kiadásával érhetjük el. Ekkor a WDT törlődik, de éles marad, az oszcillátor kikapcsol, a program futása lokálisan megszakad, a portok állapota pedig a SLEEP utasítás kiadása előtti állapotban marad. Kívülről ez úgy látszik, mintha az egész áramkör befagyott volna. Ebben az állapotban a chip mindössze 0,5 mA-es fogyasztással működik. Ebből a szendergő állapotból háromféleképpen lehet az IC-t „felkelteni": az MCLR lábra adott alacsony szintű impulzussal (reset), a WDT aktiválódásával, és az INT, az RB vagy valamely perifériás megszakítás aktiválásával. Ekkor az oszcillátor újra órajelet szolgáltat a helyes működéshez, a program futhat tovább.

Bekapcsolási reset (POR). Amikor az IC megkapja a tápfeszültséget, az oszcillátor elkezd berezegni. Amíg a tápfeszültség nem éri el az 1,7 V-os küszöböt, a belső áramkörök nem működnek megbízhatóan. (Gondoljunk csak arra a TTL vagy CMOS kapura, amelyre a +5 V helyett csak 1,2–1,5 V-ot kapcsoltunk.)

A tápfeszültség felfutásának tartományában egy kis kiegészítő áramkör az MCLR láb tápfeszültségre kerülését megakadályozza, vagyis működésképtelen állapotban tartja az IC-t. Ennek köszönhetően nem szükséges külön RC-tag az indításhoz, amint azt a **4. ábra** szerint a POR nélküli típusoknál kellett.

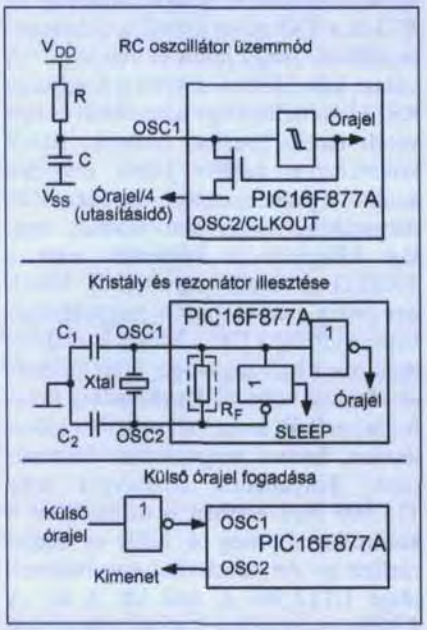
Oszcillátor feléledési időzítő (OST). A bekapcsolás után még 1024 órajel késleltetésének erejéig visszatartja a program indulását. Akkor lehet hatásos a PWRT 72 ms késleltetése után, ha nehezen feléledő kvarcot vagy kisfrekvenciás rezonátort használunk az órajel előállításához.

Brown-out reset (BOR). Rendkívül hasznos funkció, ugyanis a tápfeszültség-ingadozás meglehetősen rossz hatással lehet a program futására. A BOR engedélyezett állapotában, ha a tápfeszültség 4 V alá esik legalább 100 μs időtartamra, a futó program újraindul.

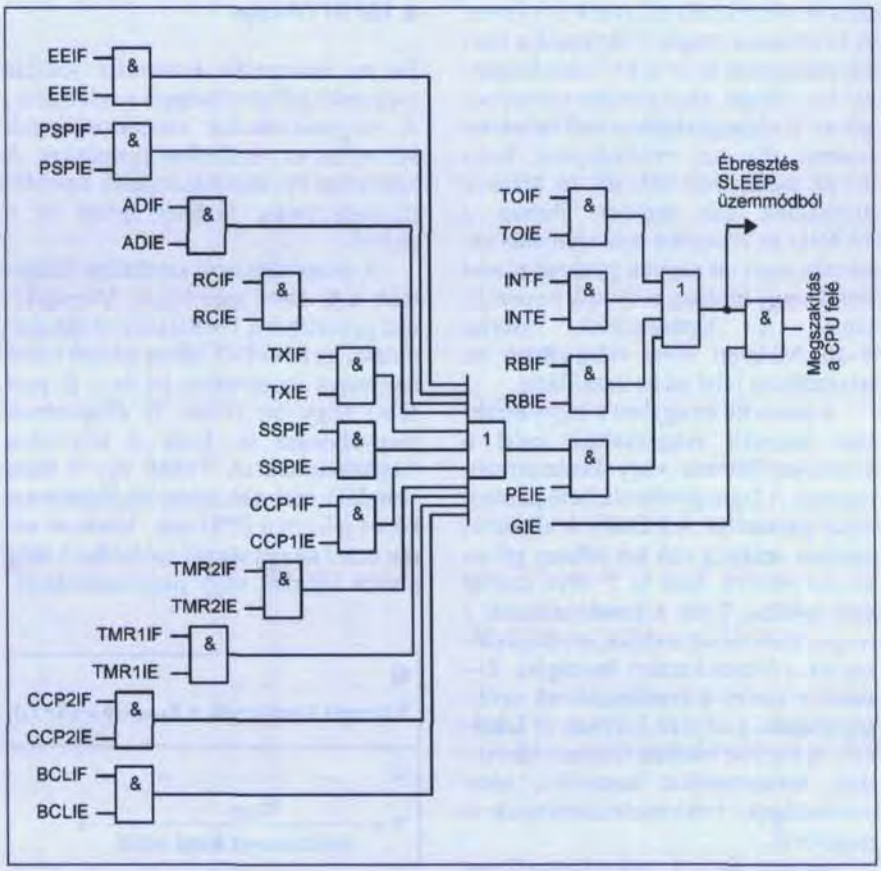
ID-k elhelyezése. A felhasználónak lehetősége van 4 word hosszúságú memóriahelyre azonosító adatot elhelyezni. Ez lehet akár az adott fejlesztés kódja vagy akár valamilyen ellenőrző érték is. Ezek az értékek a kontrollerben futó program segítségével nem érhetők el, csupán programozási (égetési) üzemmódban.

Oszcillátor üzemmódok

A 877-es az órajelet tekintve alapvetően háromféle üzemmódban képes működni. A különböző lehetőségeket a **5. ábra** szemlélteti. A legegyszerűbb RC taggal felépített oszcillátort használni, mivel ez a legolcsóbb, de ugyanakkor ez a legpontatlanabb is. Ha valamely alkalmazásnál pontos időmérésre van szükség, akkor ezt a módot feltétlenül mellőzzük. Leginkább a hobbi szintű építéseknél használható. Az ellenállást a pozitív táp és a 877-es OSC1 bemenete közé helyezzük, míg a kondenzátor ugyanezen bemenet és a GND közé kerül. A működési elvét tekintve igen egyszerű, ugyanis a kondenzátor töltődni kezd az ellenálláson keresztül, amint megjelenik az ellenállás „felső



5. ábra



6. ábra

oldalán" a tápfeszültség. Ha a töltöttség nő, akkor a kondenzátor feszültsége is nő. Amennyiben a feszültség elér egy bizonyos értéket, a belső tranzisztor kisüti a töltött kondenzátort és az egész kezdődik elölről. A folyamat önmagában fűrészrezgést generál, ami egy belső Schmitt-triggerrel formálható szép, felhasználható négyszögjellé. Az órajelkimeneten (OSC2 láb) az előbbiekben leírtak alapján keletkezett órajel frekvenciájának negyede jelenik csak meg, ez az assembly utasításidő. Egy szimpla utasítás végrehajtásához ugyanis 4 órajelre van szükség. Ha valaki ilyen oszcillátort tervez új építésű készülékébe, tudnia kell az RC-tag időállandóját, *alapvetően* ugyanis ettől függ a keltett rezgés frekvenciája. Ez szép is lenne, de a helyzet a valóságban sajnos nem ilyen egyszerű. A keletkező frekvencia nagymértékben függ az áramkör tápfeszültségétől, s az alkatrészeken keresztül a környezet hőmérsékletétől, illetve annak változásától is. A gyártó ajánlása szerint az ellenállás értékét 3 kΩ és 100 kΩ között válasszuk meg, a kondenzátor értéke pedig lehetőleg legyen 20 pF-nál nagyobb. Az értékek tűrésére nem feltétlen kell ügyelni, mert az említett számos tényező közül ez is csak egy lenne. A keletkezett rezgés frekvenciája hozzávetőlegesen az $f = 1/RC$ összefüggéssel becsülhető, ahol minden mennyiséget az SI alapegységében kell behelyettesíteni. Ez azt eredményezi, hogy 20 pF esetén 500 kHz-től 16 MHz-ig állíthatunk elő órajelet. Persze a 16 MHz és környéke nem ajánlatos választás, mert ott nagyon gyakran el sem indul, vagy hibásan működik az oszcillátor. A tapasztalatok szerint 8–10 MHz-en még elfogadható és használható jelet ad az oszcillátor.

A második és egyben a leggyakrabban használt rezgéskeltési mód a kvarcoszcillátoros vagy kerámiarezonátoros. A legnagyobb elérhető pontosságot garantálja. A kristályok alkalmazásakor szükség van két néhány pF-os kondenzátorra, amit az 5 .ábra szerint kell bekötni. Ezek a kondenzátorok a rezgés stabilitását javítják, továbbá elősegítik a biztos kezdeti berezgést. Rezonátor esetén a kondenzátorok szükségtelenek, s olykor károsak is lehetnek. A legtöbb esetben érdemes háromlábú rezonátorokat használni, mert pontosságuk, frekvenciastabilitásuk is megfelelő.

Amennyiben a mikrokontrolleres áramkörünket már meglévő rendszerbe szeretnénk beilleszteni, az ott előforduló órajelek segítségével is vezérelhetjük azt. Ebben az esetben semmi más dolgunk nincs, csupán az OSC1 órajelbemenetre csatlakoztatjuk a külső áramkör órajelét, amennyiben az megfelelő a PIC számára. Négyszögjel esetén közvetlenül a bemenetre, ellenkező esetben pedig egy 4093-as Schmitt-triggeres NAND kapun keresztül kapcsoljuk össze az áramköröket. Ugyanez a helyzet adódhat, ha több mikrokontrolleres áramkört kapcsolunk össze. Ekkor azonban még szükség lehet az órajel kimenetre is, hiszen a PIC-eket sorosan is felfűzhetjük, másrészt pedig így kevésbé terhelt az órajelet adó alaposzcillátor. A közös órajel ugyanakkor szinkront is biztosít a PIC-ek között, ami igen sok esetben kívánatos lehet, és meggyorsítja az adatkommunikációt.

Bármelyik órajel lehetőséget vesszük is igénybe azt tudatnunk kell a kontrollerrel. Ez történhet a szoftver fejlesztésénél és az égetésnél is. Erre szolgál a konfigurációs beállításokat tároló memóriahely, az ún. CONFIG WORD.

Megszakítási lehetőségek a 16F877A-ban

Ez az univerzális kontroller sokféle megszakítási lehetőséggel rendelkezik. A megszakításokat csoportosíthatjuk közvetlen és perifériákus típusúakra. A közvetlen típusból háromfélét, a perifériákusból pedig 11-félét épített be a gyártó.

A megszakítások szerkezeti felépítését a **6. ábra** szemlélteti. Megszakítást generálhat a TMR0 időzítő túlcsordulása, az RB0/INT lábon érkező külső hardveres megszakító jel és a B port felső négy bit (RB4...7) állapotának megváltozása is. Ezek a közvetlen megszakítások. A TMR0 egy 8 bites számláló, melynek túlcsordulásakor ezt képes jelezni a CPU-nak. Mérések során ezzel az egységgel valósítható meg pontos időzítés vagy impulzusszámlálás, – persze kvarcoszcillátor kíséretében. Az INT megszakítás programozható módon egy külső jel fel-, vagy lefutó élére bekövetkező interrupt. Az RB port állapotának megváltozásakor aktiválódó megszakítás nagyon hasznos lehet, ha például több vezeték állapotát vizsgáljuk egyszerre, ugyanis ekkor nem kell logikai kapukon keresztül az RB0/INT kivezetést igénybe venni. A perifériákus megszakítások a következők: a 877A-ba integrált a gyártó egy 256 bájt adatterületű EEPROM-ot. Ennek írása átlagosan néhány milliszekundum időtartamot vesz igénybe. Az írási művelet befejezése előtt kiadott esetleges újabb EEPROM- művelet hibás működést eredményez. A program futása során gondoskodni arról, hogy ez nehogy bekövetkezzék. Az írási művelet végének jelzésére használható az EEPROM írásának befejeződésekor aktiválódó megszakítás. A párhuzamos slave porthoz is kapcsolódik egy megszakítási lehetőség. Akkor aktiválódik, amikor valamilyen műveletet végzünk a porton, például kiolvasunk róla vagy írunk rá adatot. A 16F877A-ba integráltak egy jól használható analóg digitális átalakítót. Ehhez az eszközhöz is tartozik egy megszakítás, amely akkor aktiválódhat, ha az elindított konverzió befejeződött. A konverziós idő leteltére várakozás természetesen egy kb. 20-30 és-os késleltetéssel is megoldható, de kétségtelen, hogy a megszakításos megoldás sokkal szebb. A következő két perifériákus megszakítás szorosan kapcsolódik egymáshoz. Az aszinkron soros modulhoz tartozó két interrupt az RCI és a TXI nevet kapták a dokumentációkban. Hogy miért is van kettő? A válasz kézenfekvő, hiszen a hardveres RS232 átvitelhez egy adás oldali és egy vételi tároló (puffer) tartozik. Ebből következően kétféle jelzés érkezhet azoktól a processzorhoz. Az adásoldali megszakítás akkor aktiválódhat, amikor kifogyott a küldendő adat a TXREG nevezetű regiszterből. Vételkor pedig a vételi puffer megtelésekor kaphat jelzést a CPU. Mindkét említett regiszter 1 bájt nagyságú, ezért különösen fontos, hogy pl. handshaking (kézfogás) nélküli átvitelnél ne külön időzítéseket, hanem megszakítást használjunk. Folyamatos adatátvitel még 112 500 bit/s esetben is megoldható a kontrollerrel, még 4 MHz-es órajel mellett is. Az adatátvitel egy bitjének ideje 1/112 500 s, ami kb. 8 μs. A 4 MHz-es órajelhez 1 μs-os utasításidő tartozik (4 órajel egy utasításidő as-

a)

$$\text{Keresett baud érték} = F_{osc} / (64*(X+1))$$

b)

$$X = \frac{F_{osc}}{64*\text{Keresett baud érték}} - 1$$

7. ábra

Cím	Név	7. bit	6. bit	5. bit	4. bit	3. bit	2. bit	1. bit	0. bit	Értéke POR, BOR esetén
Bank 0										
00h	INDF	**Nem fizikai regiszter**								0000 0000
01h	TMR0	**TMR0 modul regisztere**								xxxx xxxx
02h	PCL	**Programszámláló (PC)**								0000 0000
03h	STATUS	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001 1xxx
04h	FSR	**Közvetlen címzés mutatója**								xxxx xxxx
05h	PORTA	—	—	**PORTA regiszter**						--0x 0000
06h	PORTB	**PORTB regiszter**								xxxx xxxx
07h	PORTC	**PORTC regiszter**								xxxx xxxx
08h	PORTD	**PORTD regiszter**								xxxx xxxx
09h	PORTE	—	—	—	—	—	RE2	RE1	RE0	---- -xxx
0Ah	PCLATH	—	—	—	**A programszámláló felső 5 bitje**					---0 0000
0Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x
0Ch	PIR1	PSPIF	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000
0Dh	PIR2	—		—	EEIF	BCLIF	—	—	CCP2IF	-r-0 0--0
0Eh	TMR1L	**TMR1 regiszter alsó bájtja**								xxxx xxxx
0Fh	TMR1H	**TMR1 regiszter felső bájtja**								xxxx xxxx
10h	T1CON	—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON	--00 0000
11h	TMR2	**TMR2 regiszter**								0000 0000
12h	T2CON	—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0	-000 0000
13h	SSPBUF	**SSP tároló regiszter**								xxxx xxxx
14h	SSPCON	WCOL	SSPOV	SSPEN	CKP	SSPM3	SSPM2	SSPM1	SSPM0	0000 0000
15h	CCPR1L	**CCP1 alsó bájtja**								xxxx xxxx
16h	CCPR1H	**CCP1 felső bájtja**								xxxx xxxx
17h	CCP1CON	—	—	CCP1X	CCP1Y	CCP1M3	CCP1M2	CCP1M1	CCP1M0	--00 0000
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D	0000 000x
19h	-TXREG	**USART adás regiszter**								0000 0000
1Ah	RCREG	**USART vételi regiszter**								0000 0000
1Bh	CCPR2L	**CCP2 alsó bájtja**								xxxx xxxx
1Ch	CCPR2H	**CCP2 felső bájtja**								xxxx xxxx
1Dh	CCP2CON	—	—	CCP2X	CCP2Y	CCP2M3	CCP2M2	CCP2M1	CCP2M0	--00 0000
1Eh	ADRESH	**A/D eredményregiszter felső bájtja**								xxxx xxxx
1Fh	ADCON0	ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	$\overline{GO}$/DONE	—	ADON	0000 00-0

3. táblázat

semblyben). Látszik tehát, hogy az interrupt képes kezelni a szokásos leggyorsabb aszinkron átvitelt is.

Nem lenne teljes a leírás, ha nem ejtenénk szót az átviteli sebesség beállításához szükséges regiszterről. Ennek neve: SPBRG. Ebbe a regiszterbe kell lekódolni a kommunikáció sebesség, az ún. baudrate értékét. A kiszámításhoz szükséges alapképlet, amely a **7.a ábrán** látható, implicite tartalmazza az X változón keresztül az SPBRG regiszterbe írandó értéket. A könnyebb használat kedvéért explicite is megtalálható a képlet a **7.b ábrán**. Ha a számítás eredményeképp nem egész szám jön ki, akkor sincs semmi gond, annak az egészrészét kell vennünk. Példaként a 9600 baudhoz 25-ös SPBRG érték tartozik alaphelyzetben.

A beépített USART-nak kétféle üzemmódja van. 10–15 kbaud környékén, már olyan kis SPBRG értékek adódnak, hogy az egészrész-képzéskor meglehetősen nagy hiba keletkezik. Ekkor kell logikai 1-es szintre konfigurálni a TXSTA regiszter 2-es bitjét. Ez a bit kapcsolja be a nagysebességű üzemmódot. Így érhető el könnyen a 112 500 baud sebesség is.

Ekkor a 7. ábrán megismert képlet annyiban módosul, hogy az ott szereplő 64-et 16-ra kell kicserélni. 4 MHz-es órajel esetén a 112 500 bit/s-hoz 1,2-es érték jön ki a képletből. Ennek egészrésze az 1, viszont a hiba elég nagy, de még éppen működik. Nagyobb órajelválasztás esetén (16–20 MHz) természetesen a hiba jelentősen csökken, így kevesebb hibajavításra lesz szükség az adatátvitel során.

Néhány szót kell még ejteni a szinkron módról is. Az I2C protokollt használó EEPROM-ok vagy PCF valós idejű órák stb. működtetéséhez lehet hasznos ez az üzemmód. Ezen protokoll fontos jellemzője – ebből adódik szinkron jellege – a start és stop bitek előfordulása a kommunikáció során. Ezek a bitek kezdik és fejezik be az adást. A beépített SSP modul képes kezelni ezeket a biteket egy megszakításon keresztül. A 6. ábrára visszatekintve látszik, hogy ez a megszakítás egy csoportban

Cím	Név	7. bit	6. bit	5. bit	4. bit	3. bit	2. bit	1. bit	0. bit	Értéke POR, BOR esetén
Bank 1										
80h	INDF	Nem fizikai regiszter								0000 0000
81h	OPTION_REG	$\overline{RBPU}$	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111
82h	PCL	Programszámláló								0000 0000
83h	STATUS	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001 1xxx
84h	FSR	Közvetett címzés memória címmutató								xxxx xxxx
85h	TRISA	—	—	PORTA adatirány regiszter						--11 1111
86h	TRISB	PORTB adatirány regiszter								1111 1111
87h	TRISC	PORTC adatirány regiszter								1111 1111
88h	TRISD	PORTD adatirány regiszter								1111 1111
89h	TRISE	IBF	OBF	IBOV	PSPMODE	—	PORTE adatirány regiszter			0000 -111
8Ah	PCLATH	—	—	—	Programszámláló felső 5 bitje					---0 0000
8Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x
8Ch	PIE1	PSPIE	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000
8Dh	PIE2	—		—	EEIE	BCLIE	—	—	CCP2IE	-r-0 0--0
8Eh	PCON	—	—	—	—	—	—	$\overline{POR}$	$\overline{BOR}$	---- --qq
8Fh	—	Funkció nélküli								—
90h	—	Funkció nélküli								—
91h	SSPCON2	GCEN	ACKSTAT	ACKDT	ACKEN	RCEN	PEN	RSEN	SEN	0000 0000
92h	PR2	TMR2 regiszter								1111 1111
93h	SSPADD	SSP címregiszter								0000 0000
94h	SSPSTAT	SMP	CKE	D/$\overline{A}$	P	S	R/$\overline{W}$	UA	BF	0000 0000
95h	—	Funkció nélküli								—
96h	—	Funkció nélküli								—
97h	—	Funkció nélküli								—
98h	TXSTA	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D	0000 -010
99h	SPBRG	Baud rate generátor regiszter								0000 0000
9Ah	—	Funkció nélküli								—
9Bh	—	Funkció nélküli								—
9Ch	—	Funkció nélküli								—
9Dh	—	Funkció nélküli								—
9Eh	ADRESL	A/D konverter eredmény alsó bájt								xxxx xxxx
9Fh	ADCON1	ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	0--- 0000

4. táblázat

kapott helyet az aszinkron soros átvitel interrupt-lehetőségeivel. Az I²C adatátvitel során előfordulhat olyan eset, hogy két azonos tulajdonságú eszköz kapcsolódik a portra, pl két master van közös vezetéken. Ekkor mindenféle vizsgálat nélkül adatot küldeni a buszra, bizonyosan ütközést produkál. Az ún. buscollision (buszütközés) esetén aktiválódik a BCL megszakítás, amely rögtön megszakítja az adatátvitelt és várakozó állapotba küldi az SSP modult. Az SSP modul kezelése nem olyan egyszerű, mint az USART-é volt, ezért a *NightPic szoftvercsomag* új, továbbfejlesztett változatába bekerült egy I²C kommunikációt támogató utasításpáros. Ez a két új utasítás az I2COUT és az I2CIN nevet kapta. Ezekről bővebben majd később lesz szó.

A 877-es tartalmaz két egymástól lényegében független PWM modult. E két egységhez tartozik két független megszakítási lehetőség: a CCP1I és a CCP2I.

A megszakítások működése

Minden megszakításhoz tartozik egy engedélyező bit és egy jelzőbit (flag). Amennyiben az engedélyezőbit (E) magas szintű, a jelzőbit (F) pedig alacsony szintű, a megszakítás készenlétben van. Ha az alapmegszakítások esetében az általános engedélyező bitet (GIE) is magasra állítjuk, a helyesen beállított megszakítások élesednek. Perifériákus megszakítások esetében még a PEIE bitet is konfigurálni kell az élesítéshez. A megszakítási esemény létrejötte után a jelzőbitet törölni kell (0 állapot) – ezek az ún. flagek, pl. T0IF, TXIF –, különben nem jöhet létre újabb megszakítás.

A perifériákus interruptok jelzőbitjei a PIR1 és a PIR2 regiszterekben kaptak helyet. A megszakításokat engedélyezni, illetve tiltani az INTCON regiszterben lehet, hasonlóan az alap jelzőbitekhez, azok is itt helyezkednek el. Egyszerre természetesen többféle megszakítási lehetőséget is beállíthatunk, de ekkor a megszakításrutin megírására nagyon ügyelni kell (jelzőbitek, stb.), különben nem tudjuk miért történt interrupt.

Cím	Név	7. bit	6. bit	5. bit	4. bit	3. bit	2. bit	1. bit	0. bit	Értéke POR, BOR esetén
Bank 2										
100h	INDF	Nem fizikai regiszter								0000 0000
101h	TMR0	Timer0 regiszter								xxxx xxxx
102h	PCL	Programszámláló								0000 0000
103h	STATUS	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001 1xxx
104h	FSR	Közvetett memóriacímzés mutató								xxxx xxxx
105h	—	Funkció nélküli								—
106h	PORTB	PORTB adattároló								xxxx xxxx
107h	—	Funkció nélküli								—
108h	—	Funkció nélküli								—
109h	—	Funkció nélküli								—
10Ah	PCLATH	—	—	—	Programszámláló felső 5 bitje					---0 0000
10Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x
10Ch	EEDATA	EEPROM adatregiszter alsó bájtja								xxxx xxxx
10Dh	EEADR	EEPROM címregiszter alsó bájtja								xxxx xxxx
10Eh	EEDATH	—	—	EEPROM adatregiszter felső 6 bitje						xxxx xxxx
10Fh	EEADRH	—	—	—	EEPROM címregiszter felső 5 bitje					xxxx xxxx
Bank 3										
180h	INDF	Nem fizikai regiszter								0000 0000
181h	OPTION_REG	RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111
182h	PCL	Programszámláló								0000 0000
183h	STATUS	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001 1xxx
184h	FSR	Közvetett memóriacímzés mutató								xxxx xxxx
185h	—	Funkció nélküli								—
186h	TRISB	PORTB adatirány regiszter								1111 1111
187h	—	Funkció nélküli								—
188h	—	Funkció nélküli								—
189h	—	Funkció nélküli								—
18Ah	PCLATH	—	—	—	Programszámláló felső 5 bitje					---0 0000
18Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x
18Ch	EECON1	EEPGD	—	—	—	WRERR	WREN	WR	RD	x--- x000
18Dh	EECON2	EEPROM vezérlő regiszter								---- ----
18Eh	—	Foglalt								0000 0000
18Fh	—	Foglalt								0000 0000

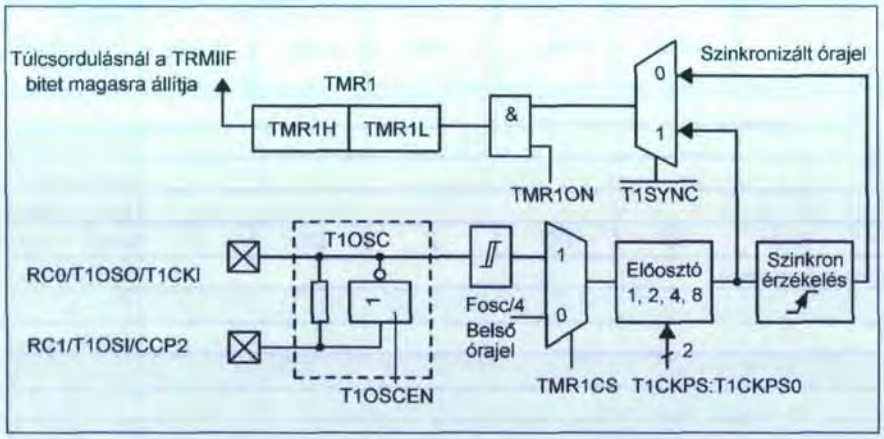
5. táblázat

Megszakítási esemény bekövetkeztekor a program futása megszakad, s a vezérlés átadódik a megszakítási rutinnak. Ilyenkor érdemes letiltani a további megszakítást, ugyanis az interrupt interruptja beláthatatlan programfutást eredményezhet. A rutin lefutása után a veremben eltárolt értékeknek megfelelően a program futását onnan folytatja, ahonnan kiugrott a megszakítás miatt. Az előbb leírtakból következik, hogy egy hosszabb időzítési vagy mérési algoritmus futtatása előtt a megszakításokat érdemes a GIE bit logikailag alacsonyra (0) állításával letiltani, ugyanis a mérőalgoritmus a megszakítási rutin véges végrehajtási ideje miatt nem a valós eredményt fogja szolgáltatni. Az időzítés vagy mérés megtörténte után természetesen visszaállítható a GIE bit eredeti állapota, így a helyesen konfigurált megszakítások újból élesednek.

Legfontosabb regiszterek

Átlagos felhasználás mellett a következő regiszterek állapotát olvassuk és írjuk a programozás során: TRISA, TRISB, PORTA, PORTB, PORTC, PORTD, PORTE, TMR0, INTCON, OPTION_REG, EECON1, EECON2, EEDATA, EEADR, PIR1, PIR2, TMR1L, TMR1H, T1CON, TMR2, T2CON. Kibővített használat esetén, esetleg egy komolyabb projekt alkalmával, bizony előkerülnek a nagyobb programozói tudást feltételező regiszterek is: TXREG, RCREG, RCSTA, SPBRG, ADRESL, ADRESH, ADCON0, ADCON1. Az egyes regiszterek memóriában elfoglalt helye és tartalma a **3., 4.** és az **5., táblázatban** szerepel. Ezeket áttanulmányozva térképet kaphatunk a 877-es memóriaszervezéséről, ami a profi programozáshoz elengedhetetlenül fontos.

Az első hét regiszter elsődleges feladata a külvilággal való kapcsolattartás felügyelete. A TRIS regiszterekkel állítható be az adott port irány szerinti felosztása, azaz, hogy melyik láb legyen ki-, illetve bemenet. A bitek magas logikai szintje bemenetet, míg az alacsony szintek kimenetet jelölnek.



8. ábra

Például a TRISB=33 a B port első (RB0) és hatodik (RB5) lábát bemenetre állítja, a port többi kivezetése pedig kimeneti állapotba kerül. A 33-at bináris értékre váltva a 01000001 nyolc bites számot kapjuk. Sajnálatos, hogy az A port csak 5 bites, az E port pedig csak 3 bites szélességű. Alapértelmezésként mindegyik port bemeneti állapotban van. A gyakorlati felhasználás szerint az A portot az analóg jelfeldolgozás során használjuk, a B port sokfunkciós teljes értékű portként, a C-t a kommunikációs feladatok lebonyolítására, a D-t ismét teljes értékű 8 bitesként, az E portot pedig vezérlési feladatokhoz érdemes igénybe venni.

A TMR0 regiszterben a 8 bites időzítő számláló pillanatnyi értéke található, amit tetszés szerint meg is lehet változtatni. Ezzel elérhető, hogy a számláló 0 és 255 közötti decimális értékről induljon, ezáltal a megoldható időzítési feladatok skálája kiszélesedik. A 877-est ellátták még két időzítővel: TMR1 és TMR2. A TMR1 egy igen jól használható 16 bites számláló, a TMR2 pedig a kommunikációs feladatokhoz szükséges 8 bites számláló. A TMR0 beállító és vezérlő bitjei az OPTION_REG elnevezésű regiszterben kaptak helyet, míg a másik két időzítő vezérlése a T1CON és a T2CON regisztereken keresztül történik.

A TMR1 modul felépítése a **8. ábrán** látható. A számláló alapvetően háromféleképpen látható el órajellel. A legegyszerűbb a PIC belső utasításidejét felhasználva kaphat órajelet. Ekkor egy 4 MHz-es oszcillátor esetében 1 MHz-es jel működteti a számlálót. A gyakorlat szerint ez a legtöbb esetben megfelelő. Furcsaság akkor adódhat, ha a mérendő időtartam ennél jóval kisebb. Ebben az esetben ugyanis túlzottan gyorsan túlcsordul a számláló, így többszöri lefuttatása lenne szükséges. A másik érdekes eset akkor következhet be, ha a PIC órajelének pontossága nem megfelelő a feladathoz, esetleg egy valósidejű óra készítésekor. Ilyenkor egy külső, esetleg hőfokkompenzált oszcillátor szolgáltathatja az órajelet. Az előbbi esetben lehetőség van egy külső RC oszcillátor készítésére, amely nem tartalmaz aktív elemet, ugyanis az IC-be egy invertert is beleintegráltak. Az utóbbi esetben egyszerűen csak jelformálásra használjuk fel az invertert. Az órajeltípus kiválasztása a T1CON vezérlő regiszter TMR1CS bitjének beállításával tehető meg. Amennyiben kívülről kérjük a jelet, a T1OSCEN bittel engedélyezhetjük vagy tilthatjuk az inverter működését. Az órajel kiválasztása után a T1CKPS0 és T1CKPS1 bitek segítségével előosztást is bekapcsolhatunk. Ezután esetlegesen még szinkronizálhatjuk a jelet a belső órajelhez, majd a TMR1ON-nal bekapcsolhatjuk a számlálót. Ekkor kezdenek töltődni a TMR1L és a TMR1H regiszterek. Mikor mindkettő megtelt, azaz a számlált érték decimálisan elérte a 65 535-öt, a TMR1IF jelzőbit, – amelyet már a megszakításoknál megismertünk -, tudatja velünk a túlcsordulást. Az alsó és a felső bájtokat tároló regiszter írható és olvasható is, így a számláló tetszőleges értékről indítható. A TIMER1 indítása előtt mindig győződjünk meg aktuális állapotukról vagy állítsuk be őket a megfelelő értékre, ellenkező esetben nem fogjuk érteni a hibás működés okát.

A TMR2 regiszter legfőbb célja a kommunikációt ellátó modulok kiszolgálása. Ha soros vagy I^2C eszközt kapcsolunk a kontrollerhez és használjuk a belső hardveres modulokat, akkor ne változtassunk a TMR2 állapotán, mert hibás működést fogunk tapasztalni.

Az INTCON, a PIR1 és a PIR2 regiszterek a megszakításokat kezelik. Az INTCON 7. bitje a GIE, azaz az általános megszakítás engedélyező bit. A 6. bit magasra állításával kapcsolhatóak be a periférikus megszakítások. Az 5. bit indítja a TMR0 időzítőt, a 4. bit pedig az RB0 lábra érkező külső hardveres megszakítás lehetőségét engedélyezi. A B port felső négy kivezetése rendelkezik egy sok esetben igen hasznos tulajdonsággal. Ezen négy bit állapotának megváltozása – feltéve, ha a hozzájuk tarozó lábak bemenetek – ún. on-change interrupt eseményt válthat ki. Ez is egy megszakítási esemény, melyet a szóban forgó regiszter 3. bitjének magasra állításával kapcsolhatunk be. Az INTCON alsó három bitje a három alapmegszakítást jelző biteket tartalmazza. A 2. a TMR0 túlcsordulást, az 1. a külső (RB0) megszakítás tényét, míg a 0. bit az előbb említett portállapot-változást jelzi. A periférikus megszakítások jelzőbitjei a PIR1 és a PIR2 regiszterekben találhatóak.

Az OPTON_REG által a kontroller finomhangolását végezhetjük el. A B port rendelkezik engedélyezhető belső szoftveres felhúzással, ami a külső felhúzó ellenállások beépítésétől kímélheti meg a fejlesztőt. A teljes B portra vonatkozó szoftveres felhúzás ezen regiszter 7. bitjének magasra állításával kapcsolható be. A 6. bit a fentebb említett RB0 megszakítás aktiválódásának éltípusát hivatott beállítani. A bit 1-es értéke felfutó élre aktiválódó interruptot, a 0 érték pedig a lefutó élre bekövetkező eseményt jelöli. Ezzel az opcióval egy inverter (NOT kapu) külső hozzáépítését takaríthatjuk meg. Az 5. bit a TMR0 számláló órajelforrását állítja be. A magas logikai szint az RA4-en érkező, az alacsony szint pedig a belső órajelet jelenti. A 4. bittel ismét a fel-, ill. lefutást változtathatjuk meg, a bit 1-es értéke lefutó élre, a 0 érték pedig felfutó élre változtat egyet a TMR0 regiszter értékén. A kontroller tartalmaz egy előosztót is, amelynek segítségével a TMR0 és a WDT ciklusának lefutási idejét növelhetjük meg. A regiszter 3. bitjének magas szintje a watchdog-timerhez, alacsony szintje pedig a TMR0-hoz rendeli az előosztót. Az osztási arány a 2, 1, 0 bitekkel állítható be. A TMR0 számlálónál ez 2-től 256-ig terjedő kettő hatvány osztást, a WDT-nél pedig 1-től 128-ig terjedő osztást eredményez. Így pl. előidézhe-

tő, hogy az őrző-védő időzítő ne 18 ms-onként, hanem kb. 2,3 másodpercenként fejtse ki hatását.

Az EECON1, EECON2, az EEADR és az EEDATA regiszterek az eeprommemória-műveleteknél kapnak nagy szerepet. Az EECON1 regiszternek csak az alsó 4 és a legfelső bitje működőképes. A 3. bit az eeprom írás helyességét hivatott jelezni. Magas értéke a megszakított írási folyamatot mutatja, alacsony szintje a sikeres írási folyamat megtörténtét jelzi. A 2. bit 1-re állításával elérhetjük, hogy lehessen írni is a memóriába, a 0 szint csak olvasható on-chip eepromot jelez. Az 1. bit magas értékére megkezdődik az írási folyamat, melynek során az EEADR regiszterben megadott címre beíródik az EEDATA regiszter tartalma. A 0. bit az olvasás megkezdését engedélyezi, melynek során az EEADR-ban megadott címről, amennyiben az létezik, az adat az EEDATA regiszterbe másolódik, amely már könnyűszerrel feldolgozható. A 7. bit 0 értéke az EEPROM-ba írást hivatott beállítani.

A 16F877A rendelkezik egy meglehetősen érdekes új tulajdonsággal az F84 és az F628-hoz képest. Szoftveresen módosítható a FLASH programmemóriája. Ez röviden szólva azt az óriási előrelépést adja az elődökhöz képest, hogy könnyűszerrel definiálhatunk hatalmas méretű adattáblákat a viszonylag kevés RAM fogyasztása mellett. Konstansokat már a korábbi típusoknál is helyezhettünk el a programmemóriában, de ezeket nem lehetett módosítani. Ennél a típusnál azonban a lefordított programból is átírható az éppen futó program. Ezt az angol nyelvű szakirodalom találóan a self-programmable kifejezéssel illeti, amit magyarul talán az önprogramozó szó ad vissza legjobban. Az önprogramozás is a három megismert EE regiszteren keresztül történik. Azonban míg az EEPROM 8 bites szervezésű, a FLASH memória ezzel szemben 14 bites. A címet sem lehet már 8 biten tárolni, mert a 877A programmemóriája 8 kword, azaz 13 bites számmal írható csak le. Ebből következően az EEADR címregiszter kibővül egy EEADRH 5 bites regiszterrel, az EEDATA pedig egy hatbitessel. A FLASH memória olvasásának folyamata a következő: az EEADR és az EEADRH regiszterekbe beírjuk az olvasandó memóriacímet. Ezután az EECON1 7. bitjét logikai magas értékre állítjuk, ezzel rendeljük az olvasási

6. táblázat

CHS2: CHS1: CHS0	A/D csatorna száma	Hozzárendelt kivezetés
000	0	RA0/AN0
001	1	RA1/AN1
010	2	RA2/AN2
011	3	RA3/AN3
100	4	RA5/AN4
101	5	RE0/AN5
110	6	RE1/AN6
111	7	RE2/AN7

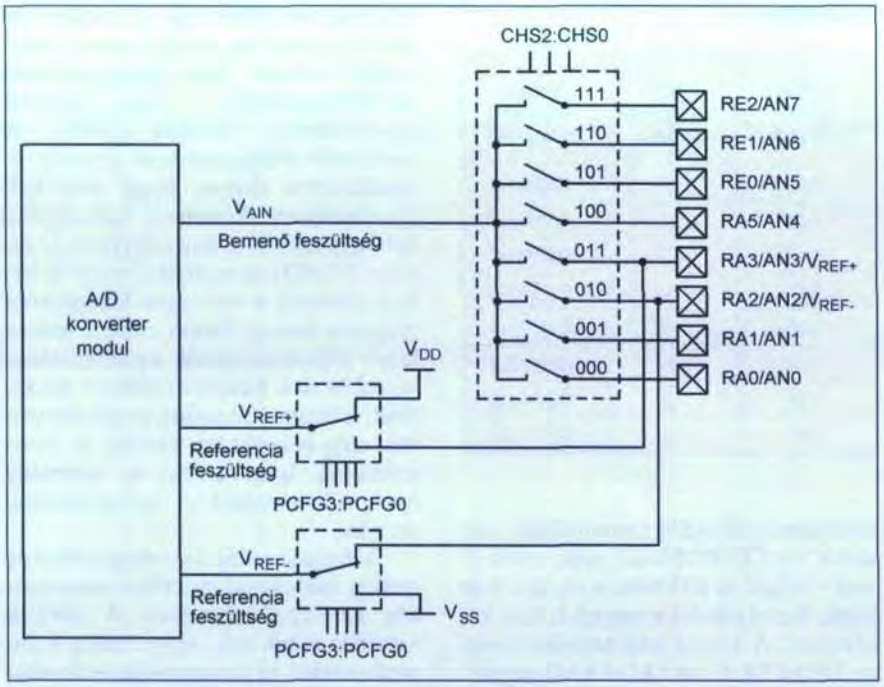
műveletet a FLASH memóriához – az előbb az EEPROM-nál ezen érték 0 volt –, végül az RD bitre is logikai 1-et írunk. Ezzel elindul a megadott hely kiolvasása. A kapott adat természetesen az EEDATA és az EEDATAH regiszterekbe fog bekerülni, ahonnan kiolvasható. Az írás folyamata kissé bonyolultabb: a címet, ahová írni szeretnénk, szintén az EEADR és az EEADRH regiszterekbe kell tölteni. Ezután az írni kívánt adattal feltöltjük az EEDATA és az EEDATAH regisztereket. Mivel a FLASH-be írunk, az EEPGD bitet magasra állítjuk, majd a WREN bitre 1-et írva engedélyezzük az írást. Ezzel még nem történik meg a tényleges művelet, csupán a kezdőfeltételei adottak. Az írási művelet elkezdéséhez először az 55h értéket, majd az AAh értéket kell az EECON2 regiszterbe tölteni, ezután pedig a WR bitet beállítani. Az írás gyakorlatilag két NOP (semmittevés) ciklus alatt lefut, ezután a WREN bitet törölni kell.

Az előbbiek lehetőséget adnak egy rendkívül szellemes programmemória-feltöltésre, eddigi szóhasználattal élve: égetésre. Eddig a 877-est alapvetően kétféle módban tudtuk programozni: a normál módban, ahol +13 V-os égetőfeszültségre volt szükség vagy az alacsony feszültségű módban (LVP), ahol az RB3-at le kellett foglalni e célból. Az új lehetőség a következő: képzeljük el, hogy a PIC-et és a számítógépet RS232 vonalon kapcsoljuk össze. A FLASH memória első néhány wordjére betöltünk egy olyan programocskát, amely a soros vonalon érkező adatokkal szépen sorban feltölti a 877-est.

A soros vonalon természetesen az általunk megírt és lefordított felhasználói program érkezik. Ha a feltöltés sikerült, már indulhat is az új módszerrel betöltött program. Az első memóriahelyekre kerülő kis programocskát letöltőprogramnak, más névvel bootloadernek szokták hívni. A bootloader alkalmazásának óriási és elvitathatatlan előnye, hogy nem kell égetőhardvert készíteni, kétségtelen hátránya azonban, hogy egyrészt az értékes FLASH memóriából vesz el helyet, továbbá a tényleges felhasználói program nem a 0000h címen, hanem kicsit feljebb kezdődik a memóriában. Mivel itt már memóriacímekről beszélünk, a magasabb szintű programnyelvek elég nehézkesen kezelik az ilyen letöltőket. Igazi előnyt az assembly nyelv alkalmazásakor tapasztalhatunk csupán.

A digitális világ összekapcsolása az analóg valósággal speciális áramkörökön keresztül lehetséges. A 16F628 esetében láttuk már, hogy analóg komparátorokkal és programozható feszültségreferenciával a két világ – meglehetősen nagy munka árán, de – összekapcsolható. A 877-es elég komoly analóg képességeket szerzett elődjéhez képest. A legnagyobb fegyverténynek a 10 bites A/D konverter mondható, amely nyolc multiplexelt bemenetet tud kezelni. Ez a felbontás a gyakorlatban néhány millivoltos felbontást jelöl, amely több mint elegendő. Az analóg modulhoz rendelt regiszterek a következők: ADCON0, ADCON1, ADRESL és az ADRESH. Az ADCON0 regiszter az A/D konverter alapkonfigurációs beállításait tárolja. Az ADCS0 és ADCS1 bitek a konverziós órajel forrását jelölik meg. 00b érték esetén a PIC órajelének a fele, 01b esetén a nyolcada, 10b-nél a harminckettede, míg 11b esetén a belső RC oszcillátor órajele jelenik meg. A CHS2:CHS0 bitek az éppen aktuális konvertálandó bemenetet jelölik meg.

A bitek és a bemenetek közötti megfeleltetés a **6. táblázatból** olvasható ki. A regiszter második bitje a konverzió állapotjelzőjeként üzemel. Amennyiben az ADON bit 1-es értékű, az A/D konverter üzemkész, a GO/DONE bit magas értéke folyamatban lévő konvertálást, alacsony értéke pedig üzemen kívüli (pl. elvégzett) állapotot jelöl. A konverzió végeztével a GO/DONE bit automatikusan törlődik. Az ADCON1 regiszter lényegében kétféle feladatot lát el. Az egyik: 7. bitje az eredményformátumot jelöli, azaz 1-es értéke esetén az eredmény jobbra igazított, 0 esetében pedig balra. A jobbra



9. ábra

igazítás azt jelenti, hogy az ADRESH eredményregiszter felső 6 bitje 0 értékű, a balra igazítás pedig az ADRESL alsó 6 bitjét változtatja 0-ra. Átlagfelhasználás esetében a jobbra igazítást érdemes használni, mert ez adja az 1 bit felbontású értéket.

Az A/D konverter lehetővé teszi akár külső referenciafeszültség használatát is, amely igazán sokrétűvé és pontosan beállíthatóvá teszi az eszközt. A konverter tömbvázlata a **9. ábrán** kapott helyet. A referencia feszültséget az RA2-es és az RA3-as lábakon keresztül lehet a kontrollerbe vezetni. A felhasznált portok konfigurációs vezérlő bitjei a **7. táblázat** szerint képesek megosztani az erőforrásokat. Az A-val jelölt kivezetések analóg üzemmódban, a D-vel jelöltek pedig digitális módban üzemelnek. Az ábrából látható, hogy meglehetősen sokrétű lehet a hardveres felosztás, így gyakorlatilag mindig megtalálható az adott problémához legközelebb eső konfiguráció. De lássuk a lényeget: hogyan is kell az A/D konvertert működésre bírni? Először is be kell állítani az A/D modult. Ez azt jelenti, hogy az ADCON1 regiszterben meg kell adni a megfelelő kivezetés-funkció kombinációt. Ezután ki kell választani a jelforrás csatornáját az ADCON0-ban. Majd meg kell adni az órajel forrását és be kell kapcsolni – persze szoftveresen – a modult. Ezek után az A/D megszakítást kell beállítani a következőképpen: az ADIF jelzőbitet törölni, az ADIE megszakítás-engedélyező bitet 1-re állítani, végül a PEIE és a GIE bitet is engedélyezni. Ezzel éles az A/D konverzió végét jelző megszakítás. A GO/DONE bit 1-re állításával elindíthatjuk a konverziót. Amennyiben a folyamat véget ért, megszakítás keletkezett és egy rutin keretében kiolvashatóak az ADRESL és ADRESH regiszterek értékei, amelyek közvetlenül a konverziós eredményt tartalmazzák. Amennyiben a regiszterek értékeit elmentettük, indulhat az újabb konverzió. Hardveres oldalról megjegyzendő, hogy az A/D konverter, illetve a multiplexer bemenete legfeljebb 10 kΩ kimenő impedanciájú jelforráshoz illeszthető megfelelően. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy egy 10 kΩ-os potenciométer által leosztott feszültségértékeket szépen lehet digitalizálni.

Amennyiben valamilyen mérőszonda által adott értéket vagy esetleg kisebb hangfrekvenciás jelet dolgozunk fel, ajánlatos emitterkövetőt vagy egy műveleti erősítős elválasztóerősítőt alkalmazni.

7. táblázat

PCFG3: PCFG0	AN7 RE2	AN6 RE1	AN5 RE0	AN4 RA5	AN3 RA3	AN2 RA2	AN1 RA1	AN0 RA0	V_{REF+}	V_{REF-}
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}
0001	A	A	A	A	V_{REF+}	A	A	A	RA3	V_{SS}
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}
0011	D	D	D	A	V_{REF+}	A	A	A	RA3	V_{SS}
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	V_{DD}	V_{SS}
0101	D	D	D	D	V_{REF+}	D	A	A	RA3	V_{SS}
01IX	D	D	D	D	D	D	D	D	V_{DD}	V_{SS}
1000	A	A	A	A	V_{REF+}	V_{REF-}	A	A	RA3	RA2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}
1010	D	D	A	A	V_{REF+}	A	A	A	RA3	V_{SS}
1011	D	D	A	A	V_{REF+}	V_{REF-}	A	A	RA3	RA2
1100	D	D	D	A	V_{REF+}	V_{REF-}	A	A	RA3	RA2
1101	D	D	D	D	V_{REF+}	V_{ref-}	A	A	RA3	RA2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	V_{DD}	V_{SS}
1111	D	D	D	D	V_{REF+}	V_{ref-}	D	A	RA3	RA2

A 16F877A PC-oldali támogatása

A 16F877A tekintélyt parancsoló felépítése és megjelenése hozzáillő programfejlesztő és égetőszoftvereket kíván. Már tudjuk, hogy a bootloader alkalmazása csak meglehetősen gyakorlott assemblysták számára ajánlott, megmaradunk a szokásos normál programozási módnál az égetés során. A következőkben bemutatjuk a **NightPic V8.1**-es szoftvercsomag ide kapcsolódó bővítményét és egy új, intelligens égetőszoftvert: a **PicProg V2.5**-öt.

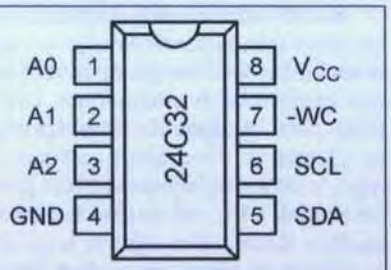
A NightPic V6.2 sikerének és széles körű használhatóságának építése érdekében az I^2C kommunikációt meglehetősen megkönnyítő utasítások kerültek bele.

```
adat = i2cin vezérlés, hely

i2cout vezérlés, hely, adat
```

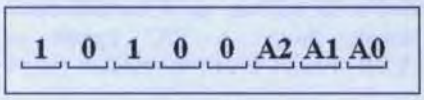
10. ábra

Az előbbiekben már láttuk, hogy a beépített SSP modul segítségével meglehetősen körülményes az I²C-t programozni. Pedig sokszor felmerül az igény, hogy EEPROM-ban tárolt adatot kellene felhasználni. Az új, I2COUT és I2CIN utasítások csupán egyetlen megkötést tartalmaznak: a PIC-nek mindig MASTER-ként kell üzemelnie. Ha jobban meggondoljuk, ez nem is okoz különösebb problémát, mert a legtöbb esetben a buszra kapcsolódó eszközöktől valamilyen hasznos



A0-A2	Eszközcím bemenet
SDA	Soros adat be/ki
SCL	Soros órajel bemenet
-WC	Írás engedélyezés
V	+5 V
GND	0

11. ábra



12. ábra

```
dim adat as byte
dim hely as word

declare sda_pin porta.2
declare scl_pin porta.3


for hely=0 to 255
adat=i2cin 160, hely
next hely
```

13. ábra

```
dim adat as byte
dim hely as byte

declare sda_pin porta.2
declare scl_pin porta.3

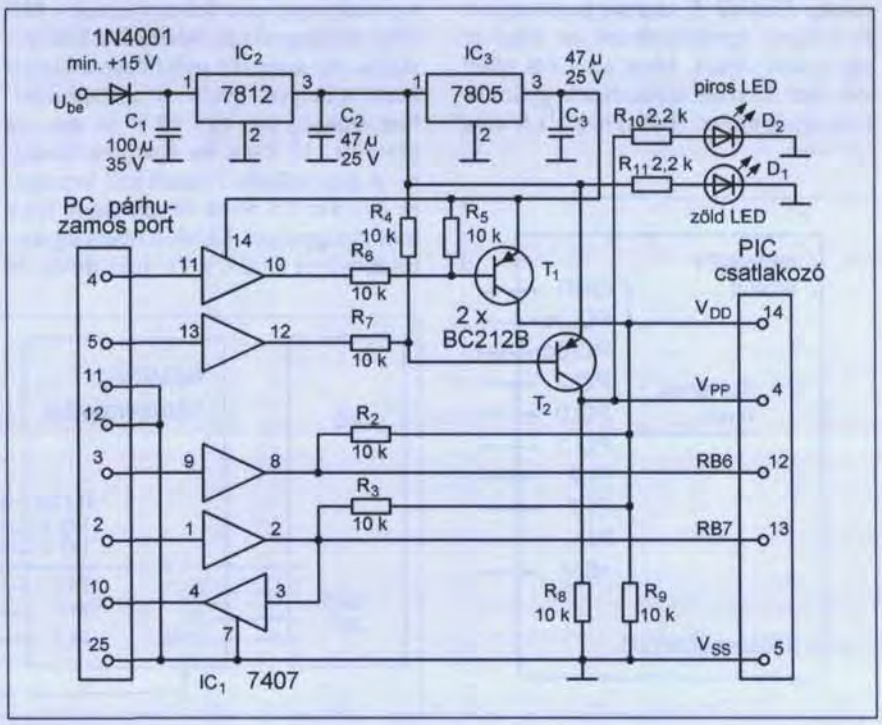
for hely=0 to 255
i2cout 160, hely, [50]
delayms 10
next hely
```

14. ábra

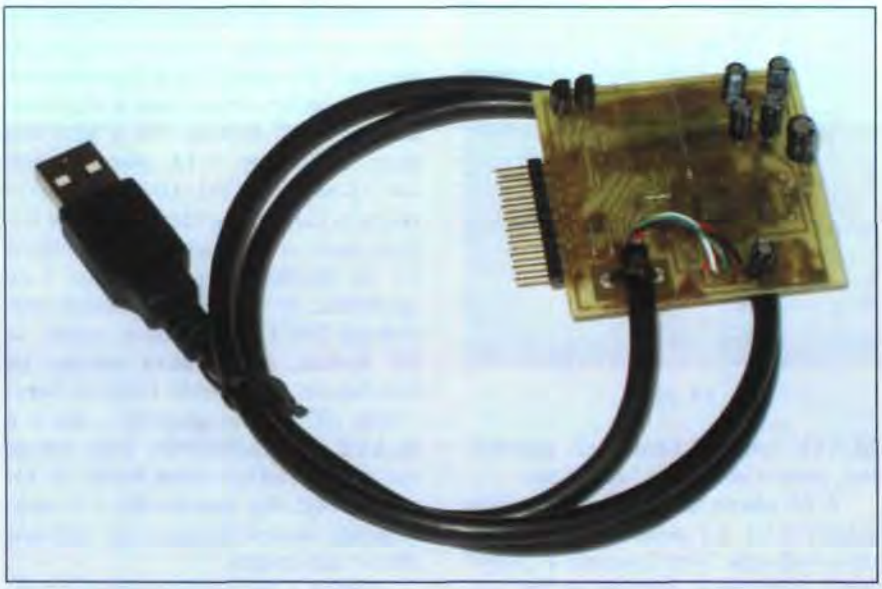
SLAVE funkciót várunk el: adattárolást, pontos idő szolgáltatását stb.

A **10. ábrán** látható a két új utasítás szintaktikája. Az „adat" és a „vezérlés" nevű változók byte típusúak, a „hely" pedig word típusú kell legyen. Az utasítások működése meglehetősen egyszerű, bővebb magyarázatot csak a „vezérlés" nevű változóban megadott érték kívánhat. Minden I²C eszközhöz rendelhető egy ún. SLAVE cím. Ugyanazon buszra felfűzött többféle különböző vagy azonos funkciójú eszközt ezen logikai cím alapján azonosítja a MASTER. Az egyes eszközcsaládoknak van saját 4 bites eszközazonosítójuk, az EEPROM-ok esetében ez az 1010b-ben realizálódik. A SLAVE cím felső négy bitjét tehát az eszközcsaládkód adja. Az alsó négy bit az egy családon belüli esetlegesen azonos típusú eszközöket hivatott megkülönböztetni. Ez a négy bit a legtöbb esetben fizikailag, valamilyen kivezetéseken keresztül állítható be a SLAVE-eken. Példaképp a **11. ábra** szerinti 24C32-es EEPROM A0-A1-A2 kivezetésein keresztül a cím négy bitje helyett csak az alsó három kapcsolható be. Ez röviden azt jelenti, hogy 8 db egyforma, de különböző címmel rendelkező 24C32-es csatlakoztatható az I²C buszra. A **12. ábra** szerint, ha mindhárom címvezeték GND-re kerül – azaz „0" logikai állapotú –, akkor a SLAVE cím 10100000b, azaz 160-as decimális értékkel rendelkezik. A kívánt értéket akár konstansként is megadhatjuk, nem szükséges egy változót elhasználni miatta.

Mielőtt a két példaprogramot megnéznénk, ki kell térni a kivezetések deklarációira is. Mivel az említett utasítások szoftveresen generálják az I²C protokollt, nincs szükségük az SSP modulra. Ebből következően tetszőleges kétirányú kivezetésre áthelyezhetőek. Mindehhez csupán két deklaráció szükséges tudván, hogy két kommunikációs vezetéket – egy órajel és egy adat – fogunk felhasználni. A **13. ábrán** egy rövid példát láthatunk az I2CIN utasítás alkalmazására. Vezérlésként itt is a 160-as értéket használjuk. A programrészlet az első 256 hely tartalmát olvas-



15. ábra



16. ábra

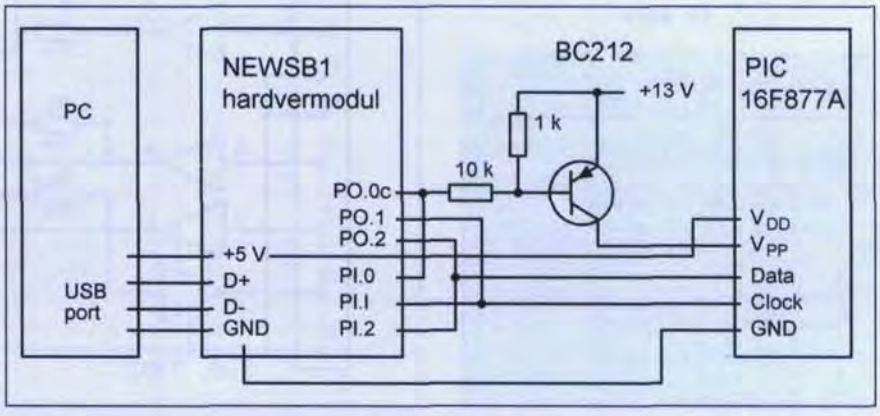
sa ki az „adat" nevű változóba, amelynek továbbhasznosítását már természetesen a kedves Olvasónak kell megoldania. Teljesen hasonlóan a **14. ábrán** az I2COUT példája látható. A programocska az első 256 memóriahelyre az 50-es decimális értéket írja be. Az utasítás kiadása után feltétlenül szükséges a 10 ms-os várakozás, legfeljebb ennyi idő kell ugyanis az adatlap szerint az írási folyamat elvégzéséhez.

A hivatkozott *„PIC – kezdőknek"* című kiadványban (ez a *Hobby Elektronika Füzetek 3.* száma) bemutattunk jó néhány égetőszoftvert és hardver kapcsolási rajzot. Most az azóta eltelt idő alatt készült fejlesztések gyümölcsét adjuk közre. A PicProg V1.0 után elkészült az égetőszoftverek legújabb generációja, melynek jeles képviselője a **PicProg V2.5**. Ez a szoftver már a párhuzamos és a soros portokon kívül az USB-s programfeltöltést is támogatja. Sokoldalúsága miatt érdemes kipróbálni. A legegyszerűbb, hozzá csatlakoztatható hardver kapcsolási rajza a **15. ábrán** látható. Asztali gépekhez ajánlott a megoldás, mivel azokon még biztosan előfordul a párhuzamos port. Felépítését tekintve egy jelátalakító kapcsolásról van szó, melynek feladata a párhuzamos port jelszintjeinek a PIC által is elfogadható mértékűvé konvertálása. Az áramkör működése a következő: a helyes égetéshez normál módban szükség van egy +5 V-os táp-, és egy +12...13 V-os, ún. égetőfeszültségre. A kapcsoláshoz hozzá kell kapcsolni egy kb. 15 V-os dugasztápot vagy más tápegységet. Ebből a nyers egyenfeszültséget készít a D_1 jelű dióda és előszűri a C_1-es elektrolitkondnzátor. Az IC_2 és IC_3 állítják elő a működéshez szükséges, már említett két feszültséget. Az IC_1 minden esetben csak szintillesztést végez, mivel kimenetei nyitott kollektorosak, így a maximális kimenő szintet a kollektorellenállás felső felén jelen lévő tápfeszültség határozza meg. Az adat be- és kimenetnél, illetve az órajelnél a szintillesztés a legtöbb esetben csak elválasztást és invertálást jelent, szükség rá különösen akkor van, amikor egy újabb géppel találkozik a kapcsolás. Az újabb parallel portok már csupán 3,3 V-ot adnak ki, ami esetenként kevésnek bizonyulhat. A port 4-es lába vezérli a tápfeszültség, az 5-ös pedig az égetőfeszültség bekapcsolását. A T_1 és T_2 pozíciójába mondhatni minden üzemképes Si PNP típus megfelel. A zöld LED az égetőfeszültség meglétét, a piros pedig annak bekapcsolt állapotát hivatott jelezni.

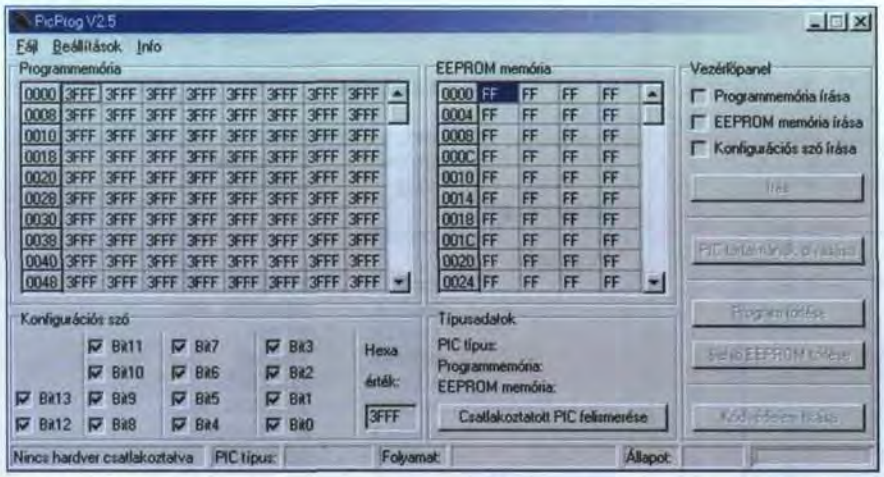
Bár elvitathatatlan a klasszikus párhuzamos port használhatósága és oktatástechnikai fontossága, az utóbbi időben egyre inkább elterjedőben van az USB port. A digitális fényképezőgépek, kamerák, pendrájvok hatalmas seregei is ezt a meglehetősen gyors portot használják a PC-vel történő kommunikációra. Kétségtelen előnye, hogy akár 12 Mbit/s-os sebessége mellett rendelkezik egy kb. 500 mA terhelhetőségű tápegységgel is. A notebookok jó részén egyre inkább tűnnek el a szokványos portok, nem ritka az olyan gép sem, amelyik 5–6 USB porttal van körbebástyázva, – a többi port teljes hiánya mellett. Mivel a hordozható gépek egyre jobban terjednek, – ebben áruk folyamatos csökkenése is nagy szerepet játszik –, egyre inkább elérhetőek szélesebb körben is. Kézenfekvőnek látszik, hogy a PIC égetőt is „USB-sítsük". E célból született meg a



17. ábra



18. ábra



19. ábra



21. ábra

NEWSB1-es modul, amely biztosítja a megfelelő illesztést a PC USB portja és a PIC között. A modul képe a **16. ábrán** látható.

A kapcsolatot a PC felé egy USB kábel, a felhasználói oldal felé pedig egy 10 pólusú tüskesor biztosítja. A tüskesor lábkiosztása a **17. ábrán** található. A modul alapvetően 3 kimenettel és három bemenettel rendelkezik. Ezzel akár multiplexelve előállítható egy 8 bites port is. A portvezetékek „P" jelöléssel kezdődnek, majd az irányjel következik, amely „O" esetében kimenetet, „I"-nél pedig bemenetet jelent. A 0-ás és a 2-es kimenet nyitott kollektoros változata is helyet kapott a csatlakozón, kifejezetten a PIC égető miatt.

Az, hogy milyen egyszerűen égetőkapcsolássá alakítható a NEWSB1 modul, az a **18. ábrából** látható. Csupán két ellenállás meg egy PNP tranzisztor kell hozzá és kész a programozómodul. Egyszerűsége miatt még nyákot sem kell készíteni hozzá, a szükséges alkatrészek a tüskesor ellendarabjára is felforraszthatók.

Az előbbiekben bemutatott égetőkhöz kifejlesztésre került egy teljesen magyar nyelvű égetőprogram, amely a **PicProg V2.5** nevet kapta. Alapvetően egyetlen, jól felépített és rendezett ablakkal rendelkezik, amely a **19. ábrán** látható. Egymás mellett kaptak helyet a program és EEPROM-memória megjelenítésére szolgáló panelek. Könnyen elérhető helyet kapott a CONFIG WORD megadására szolgáló jelölőnégyzet-csoport is, ahol lehetőség nyílik az egyes bitek jelentésének nyomon követésére és beállítására is, amennyiben ezt nem tettük meg a programkészítéskor.

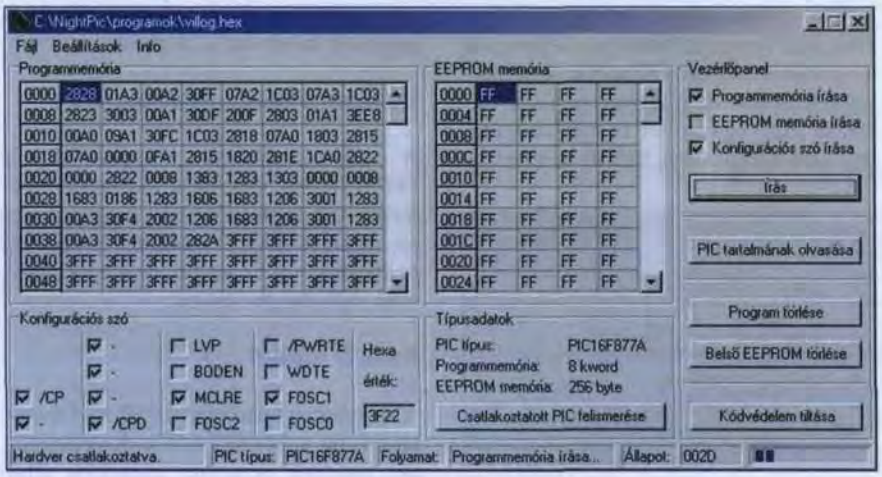
A programablak jobb oldalán találjuk a vezérlőpanelt, amelyen keresztül kontrollálhatóak az egyes elvégzendő műveletek. Lehetséges az egyes műveletek különválasztására is. Ez akkor jöhet igen jól, amikor például csak az EEPROM-memória tartalmát vagy csak a konfigurációs szót szeretnénk módosítani.

A program indításakor – hardver nélkül – a 19. ábra szerinti képernyőképet kell kapnunk. A párhuzamos programozóhardvert mind a program kikapcsolt, mind futó állapotában csatlakoztathatjuk a számítógéphez. Helyesen megépített kapcsolás esetén az állapotsor bal oldalán a „**Hardver csatlakoztatva**" felirat fog megjelenni. Ha valamelyik támogatott PIC-et tesszük a programozó foglalatába (jelen esetben a 16F877A-t), a „**Csatlakoztatott PIC felismerése**" gombra kattintva a program érzékeli a kontrollert és kitölti a gomb feletti üres területet, továbbá az állapotsor közepén a „PIC típus" mezőt. Ekkor a vezérlőpanelen található gombok aktívvá válnak. Amennyiben ez megtörtént, az összeállítás készen áll a programozási műveletre. A Fájl menü a szokásos megnyitási és mentési műveleteket tartalmazza.

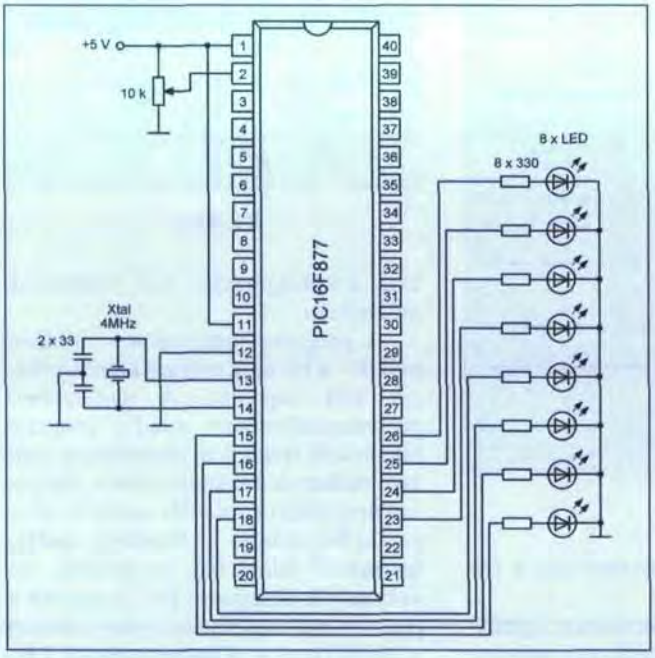
A Beállítás menüpont Port beállítása almenüje alatt a párhuzamos, a soros és az USB port közül választhatunk, ahogy azt a **20. ábrán** láthatjuk is. Ez igen sokrétűen használhatóvá teszi a programot, mert a fentebb ismertetett kapcsolásokon kívül még a „Kezdő PIC-ező" modulrendszer alapmoduljának kezelésére is képes a szoftver. A program különlegessége, hogy a C:\NightPic mappába telepítve – ez az



20. ábra



22. ábra



23. ábra

```
                        list p=16f877
                include  „p16f877.inc"

                org      0x000
                goto     Program
                org      0x004
Interrupt
                retfie
Program
                bsf      STATUS,RP0
                bcf      STATUS,RP1
                movlw    H'00'
                movwf    TRISC
                clrf     ADCON1
                bcf      STATUS,RP0
                movlw    B'01000001'
                movwf    ADCON0
Foprogram
                call     Digitalizalas
                goto     Foprogram

Digitalizalas
                bsf      ADCON0,GO
Varakozas
                btfsc    ADCON0,GO
                goto     Varakozas
Kiiras
                movf     ADRESH,W
                movwf    PORTC
                return

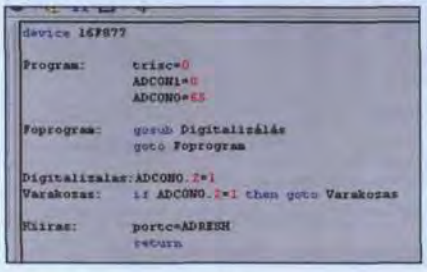
                end
```

25. ábra

alapértelmezett – a NightPic szoftvercsomagból közvetlenül indítható. Ez azért praktikus, mert a megírt és lefordított basic programot, a mikrokontrollerbe égető programot egyetlen kattintással azonnal elérhető helyről indíthatjuk. A **21. ábra** szerinti főmenü alatti eszköztár jobbról a második, kis IC-t ábrázoló ikonjáról van szó. Ugyanabban a csoportban található, mint a fordítás (sárga, mosolygós ikon) és az elkészített hexfájl megtekintését indító kék H betű.

Üzem közben a program a **22. ábra** szerinti képernyőképet mutatja. Az állapotsorban a „Folyamat" és az „Állapot" feliratok melletti mezőkben nyomon követhetjük az éppen aktuális memóriaműveletet és annak előrehaladottságát. Az állapotsor jobb oldalán egy kis folyamatjelző csík is helyet kapott, amelyen vizuálisan is megjelenik az aktuális folyamat állapota. A memóriatartalmakat megjelenítő panelek tartalma akár egyesével is módosítható, így akár újrafordítás nélkül is megváltoztathatók bizonyos konstansok értékei, – persze, csak ha ismerjük helyüket a kódban. Ezzel a funkcióval akár manuálisan is feltölthetjük például az EEPROM-memóriát. A Mentés menüpont segítségével az így megalkotott memóriaképet akár egy későbbi felhasználás céljából INHX8M típusú hexfájlba is menthetjük.

Amennyiben felkeltették érdeklődését az imént látott programok, tovább érdeklődhet azokról a szerzőnél, az adlerson@freemail.hu e-mail címen. Ha meg is szeretné vásárolni azokat, akkor azt a szerkesztőségi HAM-bazárban megteheti. Lásd még e cikkben elhelyezett hirdetést! – A szerk.



```
device 16F877

Program:        trisc=0
                ADCON1=0
                ADCON0=65

Foprogram:      gosub Digitalizálás
                goto Foprogram

Digitalizalas:ADCON0.2=1
Varakozas:      if ADCON0.2=1 then goto Varakozas

Kiiras:         portc=ADRESH
                return
```

24. ábra

Egyszerű példaalkalmazások

A következőkben kiszemeljük a 16F877A két, speciális, hardveres modulját – az analóg digitális és az aszinkron soros (USART) modult -, és néhány példaprogram erejéig bemutatjuk alapvető működésmódjukat.

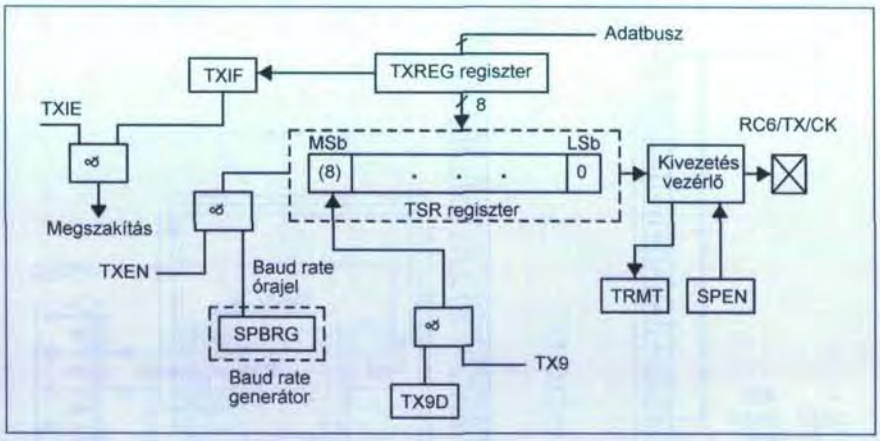
Az A/D modul

A következő feladatot tűzzük ki: Olvastassuk be a 16F877A 2-es kivezetéséhez kapcsolt potméter csúszkája által kiadott feszültséget, majd 8 bites formában megjelenítve írjuk ki az RC portra kapcsolt LED-sorra! A feladatnak megfelelő kapcsolást a **23. ábrán** láthatjuk. A PIC órajelét 4 MHz-es kristályoszcillátor biztosítja. A 2-es kivezetésre természetesen akár egy külső tápegységből is adhatunk 0-tól +5 V-ig terjedő feszültséget, az áramkör akkor is helyesen fog működni. Ezúton hívnám fel a figyelmet, hogy bár a PIC bemenetei védettek az általában előforduló különféle hazardok ellen, viszont a több 10, esetleg 100 V-os bemenő feszültséget nem viselik el. Körültekintően válasszuk meg tehát minden esetben a kontrollerbe vezetendő jelek szintjét és polaritását. A 2-es kivezetés az AN0 jelű analóg bemenethez kapcsolódik az IC-n belül.

Az RC portra csatlakozó LED-ek 330 Ω-os áramkorlátozó-ellenállásokon keresztül kapnak feszültséget. Ezen ellenállások 10 mA körüli áramot eredményeznek, így jelentős fényerőre számíthatunk. A PIC 1-es kivezetését, az MCLR lábat a belső POR áramkör miatt korlátozó-ellenállás nélkül lehet közvetlenül +5 V-ra kapcsolni.

Az egyik vezérlő program meglehetősen egyszerű, így két változatban is

bemutatjuk. Az elsőt egy basic kód, a másodikat pedig a megfelelő assembly kód reprezentálja. A basic program a **24. ábrán** látható. A szoftver a „Program" címkével indul, itt végezzük el a felhasznált regiszterek megfelelő konfigurálását. A **trisc=0** az RC port mind a 8 kivezetését kimenetté programozza. Ezután az ADCON1 regiszterbe 0-át töltünk, ez egyrészt az A/D konverter kimeneti formátumát balra igazítja, másrészt pedig az AN0...AN7 mindegyikét bemenetté programozza. Az ADCON0 regiszterbe töltött 65-ös érték egyrészt az órajel nyolcadát rendeli az A/D modulhoz, másrészt az AN0-át választja ki analóg forrásként, harmadrészt pedig bekapcsolja az A/D eszközt. A beállítások után következik a tényleges konvertáló szubrutin. A digitalizálást az ADCON0 regiszter 2. bitjének magas logikai szintre állításával kezdhetjük el. Ez a bit mindaddig magas szintű marad, amíg a konverzió folyamata tart, utána pedig alacsony szintre ugrik. Ezt a változást érzékeljük a „**Varakozas**" címke melletti programsorral. Mikor a konverzió véget ért, az ADRESH regiszter tartalmát kiírjuk az RC portra és az egész kezdődik elölről. A program asm változatát a leendő assembly-guruk a **25. ábrán** tekinthetik meg. Az igazsághoz tartozik, hogy a „**Varakozas**" címke melletti kód nem igazán elegáns. Sokkal precízebb megszakítást használni. Az interruptos változat basic forráskódja a **26. ábrán** található. A megszakítás konfigurálása a következőképpen történik: A perifériás interrupt regiszter (PIR1) 6. bitjét alacsonyra állítva töröljük az A/D konverterhez tartozó jelzőbitet. Ezután az INTCON regiszterben engedélyezzük a perifériás megszakításokat (6. bit), végül pedig a GIE bitet is bekapcsoljuk. Ezzel élesítettük az A/D megszakí-



27. ábra

```
device 16F877

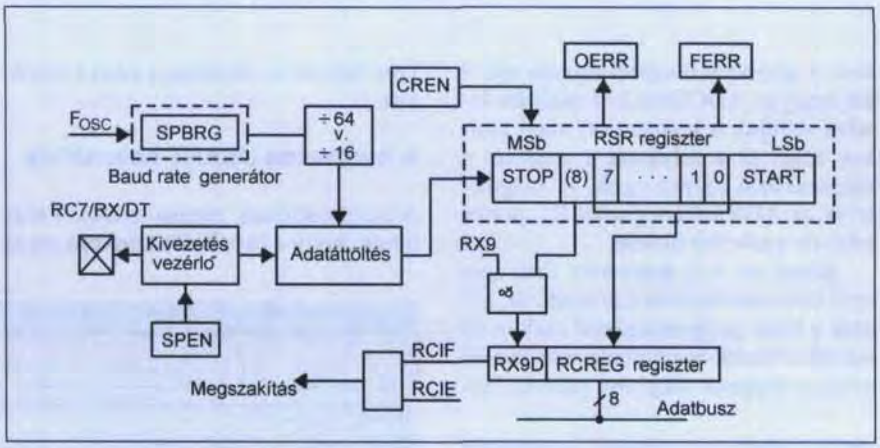
                trisc=0
                ADCON1=0
                ADCON0=65
                PIR1.6=0
                INTCON = 192

on interrupt    goto Kiiras

Foprogram:      ADCON0.2=1
                goto Foprogram

Kiiras:         disable
                portc=ADRESH
                PIR1.6=0
                enable
```

26. ábra



28. ábra

Laptopján csak USB port van?
Nem talál USB-s programozót?
Külső táp nélkül szeretne PIC-ezni?

Itt a MEGOLDÁS,
az intelligens PIC-programozó:

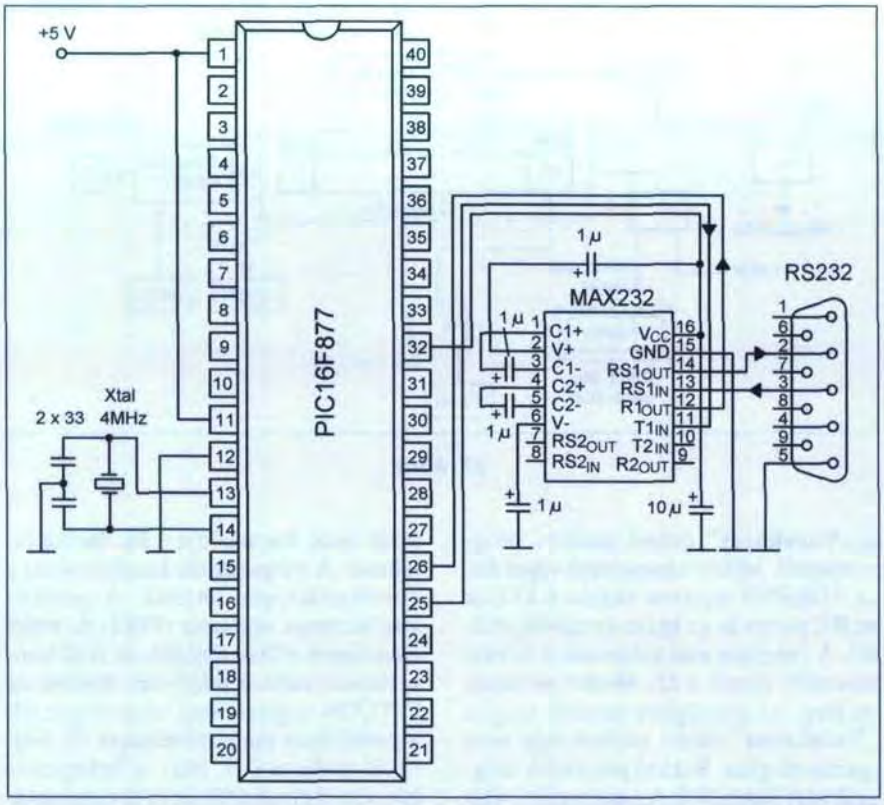


PicProg V2.5 szoftver (5990 Ft) +
NEWSB1 hardvermodul (8990 Ft)



Ajánljuk figyelmébe a 2007/4. számunkban kezdett cikksorozatot a fenti szoftverről/hardverről!

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. 603 239-4933/36 239-4933/36
hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu



29. ábra

```
device 16F877

dim adat as byte

.....indítási beállítások
USART modul konfigurálása.....

Uzenet: adat=49 '1
        gosub Adas
        adat=54 '6
        gosub Adas
        adat=70 'F
        gosub Adas
        adat=56 '8
        gosub Adas
        adat=55 '7
        gosub Adas
        adat=55 '7
        gosub Adas
        adat=65 'A
        gosub Adas
        adat=13 'CR kocsi vissza
        gosub Adas
        adat=10 'LF soremelés
        gosub Adas
        return

Adas:   adat=TXREG
Adas01: if TXSTA.2=1 then return
        goto Adas01
```

31. ábra

tást. A program innentől csupán abból áll, hogy az ADCON0.2=1 utasítást kiadva indítjuk a konverziót, majd amikor véget ér a folyamat a program a megszakítási rutinra ugrik. Itt megtörténik az ADRESH regiszter RC portra írása és a jelzőbit törlése.

Mivel az A/D konverter nem igényel hosszabb beállítási procedúrát, így akár a basic programozással csak most ismerkedőknek is ajánlható már az első néhány program megírása után is. Helyes begépelés esetében a siker biztosított.

A hardveres USART használata

A megszakítások megismerésénél már láttuk, hogy a beépített aszinkron soros modul rendkívül egyszerűvé teszi az RS232 kommunikáció megvalósítását. Ennek oka, hogy rendelkezésre áll a TMR2 modul, amely a baud rate generátorral együttműködve, órajeltől és sebességválasztástól függően kis hibával biztosítja a kívánt bitidőt, továbbá automatikusan generálja a start- és stopbiteket. Ezzel a felhasználó megtakaríthatja a kommunikáció igen kényes időzítéseinek a szoftveres előállítását. A

```
device 16f877

dim adat as byte

Inditas:

          portc=64
          trisc=192

          ADCON1=7
          SPBRG=25
          TXSTA=36
          RCSTA=144

Huvelet:
          gosub Vetel
          adat=TXREG
Adas:
          if PIR1.4=0 then goto Adas
          goto Huvelet
Vetel:
          if PIR1.5=0 then goto Vetel
          adat=RCREG
          return
```

30. ábra



32. ábra

szóban forgó modul egyetlen gyenge pontja, hogy soros kimenet (TX) csak az RC6-os kivezetésen, bemenet (RX) pedig csak az RC7-es lábon érhető el. Ha ezt a két megkötést elfogadjuk, akkor kb. huszada FLASH memóriahelyen elérhetjük ugyanazt, mint amit egy RS232 szoftveres emulációval. A következőkben tekintsük át röviden az adás- és vételben érintett hardveregységek működését.

A **27. ábrán** látható az adás hardveres támogatása. A funkció központi feladatát a TSR regiszter látja el. Ehhez bemenetként kapcsolódik a TXREG regiszter, amelybe a küldendő 8 bites adatot töltjük, az SPBRG – baud rate generátor – és az esetleges 9. bitet szolgáltató TX9D modul. A 9. bit lehetősége nagyban megkönnyíti az adatátvitelt, mivel tetszőleges célra felhasználhatjuk. Mivel a program futása során tulajdonképpen mi adjuk meg értékét, kiválóan alkalmas paritásellenőrzésre stb.

A TXREG közvetlenül kapcsolódik a 8 bites adatbuszhoz, ahonnan – a w regisziteren keresztül – az értékét kapja. Amikor az átvitel során a TXREG-ből kifogy az adat, a TXI jelzőbitje ellentétesre vált. Ezzel mutatja a program számára, hogy kész fogadni az újabb átküldendő bájtot. A TXREG-ből az adat a TSR regiszterbe kerül. Ennek feladata, hogy shiftregiszter-szerűen bitenként küldje ki a TXREG tartalmát a PIC RC6-os TX kivezetésére.

A vételi oldal gyakorlatilag az ellentétes műveletet végzi, mint az adásoldal. Az RC7 kivezetésen bitenként érkező adatfolyam végül is az RSR regiszterbe kerül, ahol összeáll a vett adat, amint azt a **28. ábra** mutatja is. A shift-regiszter most fordítva működik, a végbemenő folyamatot a hurkatöltő működéséhez lehetne hasonlítani a legtalálóbban. A 9. bit érzékelése mellett a vett adat az RCREG regiszterbe kerül, ahonnan tetszőleges változóba – a w-n keresztül – áttölthető, így lesz elérhető a felhasználói program számára. Amikor az RCREG megtelik a vett adat egy bájtjával, az RCI jelzőbitje aktiválódik, így jelezvén a letöltés szükségességét. A vételi oldalon szükség van az átvitel esetleges hibáinak jelzésére is. Az RCSTA regiszter második bitje képes jelezni az esetleges kerethibát, folyamatos adatfogadás esetén az első bit pedig az esetleges adatfeldolgozási hibát mutatja. Amennyiben a bit értéke 1-re vált, biztosak lehetünk abban, hogy elfelejtettük kiolvasni az RCREG vételi regisztert, így adatvesztés lépett fel.

A **29. ábrán** egy igen egyszerű összeállítást láthatunk a PIC soros portjának tesztelésére. Ennél a feladatnál igen fontos a kellően stabil órajel, így csak kristályoszcillátorral kísérletezzünk. RC oszcillátor esetében biztos az adatvesztés, mert a baud rate generátor nem tud kellően stabil bitidőt biztosítani a port számára. Sajnos az RS232 szabvány közvetlenül nem kompatibilis az 5 V-os logikával, így szintillesztő áramkörre van szükség. Erre a feladatra számos cég gyártja valamilyen formában a MAX232 jelű áramkört. Minimális külső alkatrész felhasználásával az IC közvetlenül kapcsolódik a soros port adás (TX) kivezetésére (3. láb) és a vételi (RX) pontjára (2. láb). A továbbiakban ezt a kis áramkört felhasználva mutatunk néhány példaalkalmazást, amelyek mentén elindulva megérthető a szoftveres működés is.

A legegyszerűbb programot a **30. ábrán** láthatjuk. A futás eredménye, hogy a kontroller visszaküldi azt az adatot, amit beküldünk neki egy külső jelforrásból. A külső forrás praktikusan egy PC soros portja lehet egy egyszerű vezérlőprogrammal ellátva. A basic kód meglehetősen jól tagolt, így könnyen nyomon követhető működése. Az **Inditas** címke után az alapvető konfigurációs beállításokat láthatjuk. Az első két sor életre kelti az RC portot, annak is a felső két bitjét. Az ADCON1 regiszterbe érdemes a 7-et betölteni – ez egyébként az RA port összes kivezetését digitális módba kapcsolja -, hogy az esetleges rákapcsolt analóg jelek ne zavarják az átvitelt és viszont. Ez főleg nagyobb sebességeknél ajánlatos. Az SPBRG regiszternek adott 25-ös érték 9600 baudra állítja az átviteli sebességet. 4 MHz-es órajel esetében kb. 9615 baudnak adódik a tényleges sebesség, ami 0,16%-os hibát eredményez. A gyakorlat szerint itt még nem szükséges feltétlenül bekapcsolni a 9 bites átvitelt egy paritásbit keretében. Érdekességként megjegyzendő, hogy 4 MHz-es kristály helyett 3,6864 MHz-est használva a hiba 0-ra (nullára!) csökken. Ekkor ugyan módosítani kell az SPBRG értéket 23-ra, de az adat fogadása és adása legalább hibamentes lesz. Ez persze nem jelenti azt, hogy az átvitel is hibátlan lesz, mert ugye a kommunikációs csatornában felléphetnek torzulások (zaj stb.). A TXSTA regiszter 36-os értéke egyrészt engedélyezi a nagysebességű üzemmódot (BRGH=1), másrészt pedig bekapcsolja a folyamatos adattovábbítást, azaz a TXREG kiürülésekor azonnal tölteni kell a következő adatbájtot. Az RCSTA 144-es beállítása egyrészről bekapcsolja a 877-esbe integrált soros portot, másrészről pedig lehetővé teszi a folyamatos vételi adatfogadást. A **Muvelet** címkével indul a tényleges program. Először meghívásra kerül a **Vetel** szub-

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 alapmodult 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

```
      list p=16f877
      #include „p16f877.inc"
      __CONFIG  _PWRTE_ON&_HS_OSC&_LVP_OFF&_WDT_OFF

      org    0
      clrf   STATUS
      goto   Inditas
      org    4
ISR   goto   5
      org    5

Inditas
      movlw        b'00000000'
      movwf        PORTB
      movlw        b'11000000'
      movwf        PORTC

      movlw        b'00000000'
      movwf        TRISB
      movlw        b'01000000'
      movwf        TRISC
      movlw        b'00000111'
      movwf        ADCON1

      movlw        d'25'
      movwf        SPBRG
      movlw        b'00100100'
      movwf        TXSTA
      movlw        b'10010000'
      movwf        RCSTA
      movf   RCREG,w

Varakozas
      call         Vetel
      movwf        PORTB
Adas
      nop
      btfss        PIR1,TXIF
      goto   Adas
      movwf        TXREG
      goto   Varakozas

Vetel
      nop
      btfss        PIR1,RCIF
      goto   Vetel
      movf   RCREG,w
      return
      end
```

33. ábra

rutin, majd a kapott bájt az adat nevű változóba kerül. A vett bájt teljességét a PIR1 regiszter 5. bitjének 1-es állapota jelzi. Amikor teljes a vett bájt, a program tovább ugrik az Adas rutinra. Itt az előzőleg vett adat a TXREG-be kerül és azonnal megkezdődik annak kifelé továbbítása. A folyamat befejeződését a PIR1 regiszter 4. bitje mutatja. Ezzel a program ellátta feladatát, az az a kapott bájtot teljes értékűen visszaadta.

Az előzőek alapján már vissza tudjuk küldeni a fogadott adatot. De hogyan lehetséges egy karaktersorozat (üzenet) kiküldése a portra. Erre a feladatra mutat egy lehetséges megoldást a **31. ábra**.

Az indítási beállításokat most nem részletezzük, hasonlóak lehetnek az előbb látottakhoz. Az **Uzenet** címkével az adat nevű változóba betöltjük a kiküldendő szöveg első karakterének ASCII kódját. Ezután meghívjuk az **Adas** szubrutint, amely továbbítja az éppen aktuális bájtot.

A sikeres küldés jelzésére és a következő karakter betöltésének kezdetére itt egy, az előbbiekben látott módszertől eltérő megoldást alkalmazunk. A TXSTA regiszter első bitje képes jelezni, hogy van-e még adat a TXREG-ben vagy esetleg kiürült-e már. A bit 1-es értéke üres TXREG-et jelez, így már jöhet is a következő ASCII kód küldése a céláramkör felé. Megjegyzendő, hogy egy ilyen program hex kódba fordítva kb 100 word tárhelyet igényel a mikrokontrollertől, tehát meglehetősen kis helyigénnyel rendelkezik. A **32. ábrán** a PIC-be töltött program futásának eredményét láthatjuk.

A PC-n futó windows alatt futó program helyesen vette a küldött karaktereket. Ez a program minden kedves Olvasó számára díjmentesen elérhető a szerző honlapján (http://winsoft.ini.hu) az „RTÉK 2008 letöltések" között. Az assemblysták kedvéért a 30. ábra basic programját közzétesszük eme gépközeli nyelven is. Az eredmény a **33. ábrán** kapott helyet. A példákból szépen látszik, hogy a soros kommunikáció esetében a basic kód sokkal rövidebb, tömörebb, átláthatóbb, mint az assembly program. Ebből kifolyólag a NightPic szoftvercsomag alkalmazása több, mint indokolt lehet.

Mivel a soros port meglehetősen jól szabványosított, sokhelyütt megjelenő adatátviteli eszköz, így bármelyik program előnyére válik, ha ezt a kommunikációtípust alkalmazza. Segítségével akár meteorológiai központot varázsolhatunk PC-nkből – amennyiben az ismertetett A/D és RS232 rutinokat összefűzzük és például percenként lefuttatjuk (delayms 60000, vagy TMR1 időzítő) –, de akár fotodiódák megvilágításfüggő analóg jelét vagy egyszerű hangeffektek digitális felvételét és továbbítását is megoldhatjuk, esetleg egyszerű mp3 lejátszót is építhetünk.

Nyugodtan kijelenthetjük, hogy a 16F877A teljes fegyvertárának birtokában a megvalósítható ötleteknek határa a csillagos ég. Természetesen a fentebb leírtak a 16F87x család többi főbb képviselőjére is nagyrészt igazak, esetleg a lábkiosztás és a memóriaméret módosulhat.

Az esetleges változások figyelemmel követése érdekében érdemes letölteni az adatlapokat a 16F870-től kezdve, mert adott esetben előfordulhat, hogy a megoldandó feladatot esetleg egy számmal kisebb PIC is kiválóan képes kezelni.

PROTEUS, a moduláris áramkörtervező

Berky Tibor okl. villamosmérnök, ChipCAD Kft.

A Rádiótechnika olvasói már sok áramkörtervező programmal találkoztak, és biztosan mindegyiknek volt előnye és hátránya a többihez képest. Ha az ár volt megfelelő, akkor a program teljesítménye volt korlátozott, ha jók lettek volna a professzionális tervezési tulajdonságok, akkor az ár volt megfizethetetlen. A következőkben a PROTEUS áramkörtervező programot mutatjuk be, ami két tulajdonságával tűnik ki a többi áramkörtervező program közül. Első és talán a legfontosabb, hogy moduláris felépítésű, azaz építőkocka szerűen mindenki összerakhatja azt a programcsomagot, ami megfelel az igényeinek. Másik kiemelkedő tulajdonsága, hogy együtt lehet szimulálni a kapcsolási rajzon az áramkör működését és az áramkörben lévő mikrokontroller programját.

A PROTEUS az angol Labcenter Electronics terméke és a dinamikus fejlesztőcsapata a garancia arra, hogy a program folyamatosan frissüljön és fejlődjön. 2007-ben jelent meg a PROTEUS V7 verzió, ami sok újdonságot hozott. A programcsomag három fő funkcionális alkotórészből áll: ISIS kapcsolásirajz-szerkesztő (ami a szimulációs felület is), ProSPICE áramkörszimulátor és az ARES nyomtatottáramkör-tervező. Ezen kívül az áramkörszimulátorhoz illeszkedő VSM szimulációs modellek teszik lehetővé a programozható digitális alkatrészek szimulációját, mint például egy mikrokontrollerét.

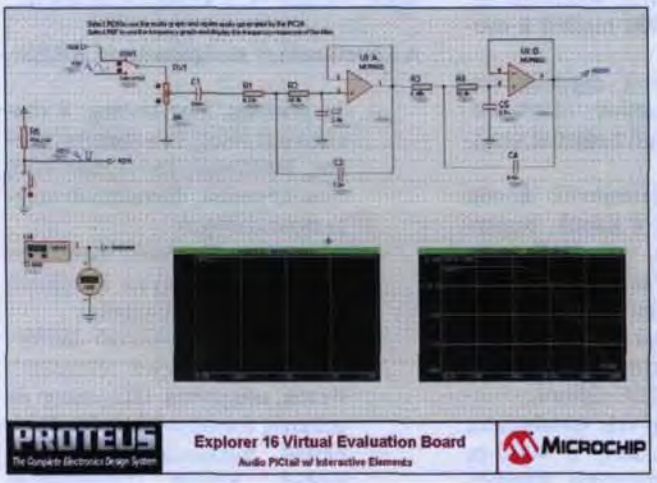
ISIS kapcsolásirajz-szerkesztő

Az ISIS a Proteus rendszer középpontja és sokkal nagyobb a szerepe, mint általában a kapcsolásirajz-szerkesztő programoknak. A hatékony fejlesztőkörnyezetet egyesíti a kapcsolás megrajzolásának minden lehetőségével. Legyen akár összetett tervek gyors bevitele az igény a szimulációhoz, illetve nyomtatottáramkör tervezéshez, vagy látványos elvirajzok készítése publikációhoz, az ISIS az igazi eszköz.

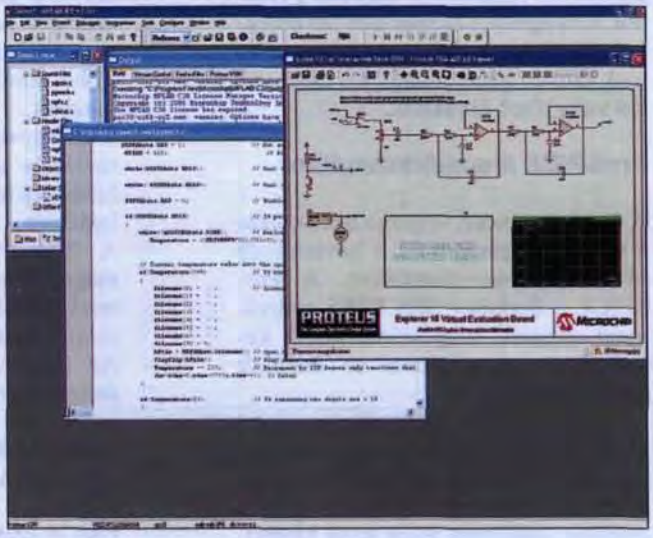
A teljesség nélkül legyen itt egy felsorolás a program tulajdonságaiból:

- Teljes hozzáférést ad a rajz megjelenítéséhez, beleértve a vonal-vastagságot, a kitöltések stílusát, színeket, betűkészletet stb.
- Egérrel vezérelt elhelyezés, szerkesztés, mozgatás és törlés a tervezés sebességének maximalizálására.
- Objektumorientált szerkesztő automatikus huzalozással és automatikus kereszteződési pont elhelyezéssel, illetve levétellel.
- Kiterjedt alkatrészkönyvtár, alkatrész generálás és szerkesztés közvetlenül a rajzon végezhető.
- Integrált grafikus nézet az alkatrészek nyák-alakzatairól, 2D rajzolási lehetőség szimbólum könyvtárral.
- Hierarchikus tervezés a részáramkörök és a jellemző értékek parametrizálásával.
- Vezetékbusz teljes támogatása, beleértve a részáramkörök portjait és az alkatrészek lábait.
- Szabad formátumú, szövegesen szerkeszthető alkatrészjellemzők és külső adatbázis import.
- Elektromos szabályellenőrzés és a felhasználó által konfigurálható alkatrészlista.
- Kimenet bármilyen Windows kompatibilis nyomtatóhoz, beleértve a plottereket és színes nyomtatókat.
- Grafikus exportálás nyomdai grafikus programokhoz a vágólapon keresztül, vagy Windows bitmap, WMF, DXF, EPS formátumokban.

Az új PROTEUS V7 verzióban (**1. ábra**) szellemesen változtatja a program a kurzor formáját és színét, utalva arra, hogy milyen szerkesztési módban vagyunk. Az új Design Explorer ablak pedig segít a gyors keresésben a nagy rajzokon, illetve gyorsan ellenőrzést



1. ábra



2. ábra

hajthatunk végre az összekötendő pontok listázásával.

A professzionális kapcsolásirajz programok általában kis figyelmet fordítanak arra, hogyan néz ki a rajz, ha kinyomtatjuk. Az ISIS ezt teljesen másképpen kezeli – itt kiválaszthatjuk pontosan milyen színt, vonalvastagságot, kitöltést és betűkészletet használunk a rajz minden nézetében. Ezen kívül megválasztható a keresztezési pontok mérete és alakja is!

Ezek a tulajdonságok teszik ideálissá az ISIS programot az alkalmazások illusztrálására – legyen az dokumentáció, leírás, projekt munka, könyv, szakcikk vagy valami más. Miután ugyanakkor egy Windows alapú program, az rajz átvitele egy másik alkalmazásba csak kivágás és beillesztés kérdése a vágólapon keresztül.

Alkatrészkönyvtárak

Az ISIS programhoz tartoznak TTL, CMOS, ECL, mikroprocesszor, memória és analóg IC-könyvtárak, valamint bipoláris tranzisztorok, FET-ek és diódák százai. Több mint 8000 alkatrész összesen.

Ezek a könyvtárak ugyanakkor alapbeállításokat tartalmaznak a tokozásról és a szimulációs modellről. Támogatja mind a homogén, mind a heterogén többelemű alkatrészeket, így külön helyezhetjük el például egy relé tekercsét és kontaktusait a rajzon. A csatlakozók lábait szintén szétválaszthatjuk.

Az alkatrészek szerkesztése az általános szerszámokkal közvetlenül a rajzon lehetséges. Az alkatrészeket összeállíthatjuk vonalakból, körökből, ívekből, szövegekből és speciális láb objektumokból. Nem elektromos szimbólumok szintén generálhatók kis mechanikai vagy tömb ábrákhoz.

ProSPICE áramkörszimulátor

A Proteus minden verziója tartalmazza a ProSPICE programot, a kevertmódú SPICE áramkörszimulátort. A ProSPICE a Berkeley SPICE3F5 szabványon alapszik, kiegészítve valódi kevertmódú szimulációval és áramkör animációval.

A ProSPICE két szimulációs szintet kínál. Amíg a standard verzió csak az interaktív tranziens analízist támogatja, addig az Advanced Simulation opció a grafikus analízisek teljes sorát kínálja, beleértve a frekvencia-, Fourier-, torzítás-, zaj- és többváltozós AC/DC paraméterpásztázó-analízist.

Általános szimulációs tulajdonságok:

- 11 virtuális műszer: DC feszültségmérő, AC feszültségmérő, DC árammérő, AC árammérő, jelgenerátor, pattern generátor, oszcilloszkóp, logikai analizátor, számláló időzítő, virtuális kezelőterminál és logikaiszint teszter.
- Interaktív animált modellek kapcsolókhoz, nyomógombokhoz, potenciométerekhez, lámpákhoz, LED-ekhez, 7 szegmenses kijelzőkhöz stb. Saját interaktív modellt is készíthetünk úgy, hogy a programozással nem kell törődni.
- Áramköri animáció mutatja a lábak logikai állapotát, vezetékfeszültséget mint színt, és az áramirányt nyíllal, ami ideálissá teszi az elektronikai alapok oktatására.
- Összesen több mint 100 mintaáramkör.
- Saját modelleket készíthetünk a szimulátor primitívjeit használva vagy DLL alapú modelleket írhatunk C++ nyelven. Teljes dokumentáció található a VSM SDK csomagban.
- Az egyedülálló VSM technológia lehetővé teszi a mikroprocesszoros tervek közös szimulációját.
- Teljes készlet primitívekből, többek között MOSFET, BSIM3, MESFET, veszteséges tápvonal és függvény alapú tetszőleges forrás. Kompatibilitás a gyártók SPICE modelljeivel. Több mint 6000 modell a csomagban.
- Eseményvezérelt digitális szimulációs modellek, időzítésre, hibára és lebegő bemenet viselkedésére.
- A digitális primitívek között megtalálhatók a kapuk, regiszterek, tárolók, számlálók, memóriák és sok más is.
- Az úgynevezett fusemap modellek lehetővé teszik a PLD áramkörök szimulációját közvetlenül a JEDEC fájlból.
- A modell könyvtár tartalmazza a 74-es TTL-sort, a 4000-es CMOS-sort, memória áramköröket stb.

VSM virtuális szimulációs modellek

A PROTEUS VSM modellező rendszere egyedülálló a világon. Első alkalommal vált lehetővé, hogy analóg szimulációt, animált alkatrészeket és mikroprocesszorokat egy időben szimulálhassunk ugyanabban a mikrokontrolleres kapcsolásban. Ráadásul a szimuláció közel valós időben zajlik.

A PROTEUS VSM ugyanakkor kiterjedt hibavadász tulajdonságokkal rendelkezik, beleértve a töréspontokat, a program léptetést, a változók megjelenítését, mind assamblerben mind magasabb szintű nyelven. A VSM kompatibilis más gyártók C fordítóival és modelleket tartalmaz a népszerűbb mikrokontrollerekről, mint pl. PIC, AVR, Phillips stb. A VSM CPU modellek teljesen szimulálják az I/O portokat, a megszakításokat, a timereket és egyéb perifériákat (USART, SPI, USB). Sőt több processzort tartalmazó kapcsolást is szimulálhatunk.

Egy PIC processzoros példával élve, gyakorlatban ez úgy történik, hogy elindítjuk az MPLAB fejlesztőkörnyezetet, és az alól hívjuk meg a PROTEUST, amint az a **2. ábrán** látható.

ARES nyomtatottáramkör-tervező

Az ARES, a nagyteljesítményű, netlistán alapuló nyomtatottáramkör-tervező program, tökéletesen kiegészíti az ISIS kapcsolásirajz-szerkesztő programot és automatikus elhelyezővel, illetve igen hatékony (Rip-Up & Retry) automatikus huzalozóval is rendelkezik. Az ISIS és az ARES együtt alkotja a teljes Proteus PCB Design csomagot.

A következőket szolgáltatja az ARES:

- 16 jelréteg, 2 szitaréteg, 4 mechanikai réteg és a panelrajz réteg, kitiltások, forrasztási lakk maszkrétegek, forrasztási paszta maszkrétegek.
- Alkatrész elhelyezés bármilyen szögben. Könnyen kezelhető görbekövetés támogatása.
- Padstack – különböző lábformák (pad) az egyes rétegeken. Kerek, négyzetes, DIL, csepp és sokszög formájú lábak (pad).
- Fejlett huzalozási technikák, többek között Topological Route Editing, Auto Track

- Az alkatrészkönyvtárakban megvannak a felületszerelt és a furatos alkatrésztokok is, összesen több mint 1000 féle tokozás.
- A felhasználó által definiált rácsok és a Real Time Snap (lábmegfogó) szerkesztési mód segít a trükkös felületszerelt lábkiosztások kezelésében.
- Fejlett kötéslista menedzser (Advanced Netlist Management) teszi lehetővé a fájdalommentes módosításokat, beleértve a láb csere/kapu csere funkciókat.
- Különböző vezeték és átvezetés (via) méreteket, rétegeket és fizikai tervezési feltételeket adhatunk meg az összeköttetések (net) különböző csoportjainak a huzalozási stratégiákat használva.
- Összekötési háló és erővektorok (Force Vektors) megjelenítése valós idejű frissítéssel. Összekötés és tervezési szabály ellenőrzés.
- Kimenetek bármelyik Windows eszközhöz, ezen kívül Gerber, Excellon és DXF formátumokban.
- Gerber nézegető panelező lehetőséggel. Gerber Import funkció tervek importjához más tervező programokból.

Az automatikus elhelyező és huzalozó szerszám hatékonyan gyorsítja a tervezést:

- Gyors konfigurálható automatikus elhelyező használható, amely az alkatrészeket az optimális pozícióba helyezi el a megadott távolságokra és irányokba.
- Alapban minden csomag tartalmazza a többszörös stratégiájú rács bázisú automatikus huzalozót.
- A fejlettebb Rip-Up & Retry huzalozó algoritmus a legtöbb panelen 100%-os eredményt ad.
- Utólagos huzalozást optimalizáló tisztítómenet csökkenti az átvezetések számát és a vezetékek hosszát.

A PROTEUS az egyszerűbb 3D megjelenítést is támogatja, ha felépítjük az alkatrészekhez a háromdimenziós modelleket (**3. ábra**).

Tulajdonságok	Starter Kit	Level 1/1+	Level 2/2+	Level 3
ISIS kapcsolásirajz-szerkesztő	✓	✓	✓	✓
ARES nyomtatottáramkör-tervező	✓	✓	✓	✓
Lábak maximális száma[1]	500	1000/2000	1000/2000	korlátlan
Alakzatbázisú rézfelület[2]	1/réteg	1/réteg	korlátlan	korlátlan
Standard Automatikus huzalozó	✓	✓	✓	✓
Rip-up & Retry huzalozó			✓	✓
Electra Automatikus huzalozó Interfész[3]		✓	✓	✓
Automatikus alkatrészelhelyezés			✓	✓
3D megjelenítés			✓	✓
Kapucsere optimalizáló			✓	✓
Alapszimuláció	✓	✓	✓	✓

[1] A láb a fizikai lábra utal a kötéslistában. A furatok és az átvezetések (via) nem számítanak bele a korlátozásba.
[2] A Starter és a Level 1/1+ csomagokban a rézfelületnek az egész panelt be kell töltenie és nem engedélyezett a kivágás.
[3] Az Electra programot külön meg kell vásárolni

Programcsomagok, letölthető programok és információk

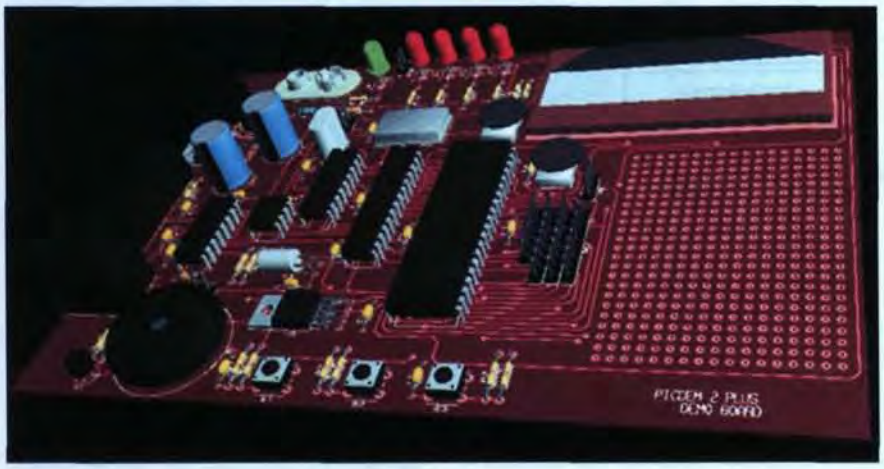
A **táblázatban** áttekinthető az egyes programcsomagok tudása és alkatrész lábszám korlátozása. Mindenki megtalálhatja a neki legmegfelelőbb csomagot tudásban és árfekvésben.

A VSM modellek mikrokontroller típusonként, típuscsaládonként vásárolhatók meg.

A PROTEUS V7 legfrissebb demó verzióját a www.labcenter.co.uk oldalról lehet letölteni. Funkcionálisan ki lehet próbálni, de nem lehet kimeneteket generálni. Azoknak az amatőröknek, akiknek nagyon vékony a pénztárcájuk a PROTEUS Lite V6 régebbi verzió ingyenesen elérhető a www.proteus lite.com honlapról.

Oktatási célra is kiválóan alkalmas a PROTEUS, az animált eszközökkel és grafikus műszerekkel látványosan lehet megszerettetni az elektronikát. Oktatási intézmények nagy kedvezményekkel kapják meg a programot.

A PROTEUS hazai forgalmazója a ChipCAD Kft. (www.chipcad.hu), ahol a program megvásárolható és válaszokat kaphatunk kérdéseinkre is.



3. ábra

Mikrovezérlők kis lábszámú tokozásban

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök, KF GAMF Kar, madarasz.laszlo@gamf.kefo.hu

A mikrovezérlők gyártói gyors ütemben fejlesztik áramköreiket, nő a hatékonyság, nő a beintegrált perifériák száma és általában növekszik a tokozás lábszáma is. Néhány éve ezért igen nagy meglepetést okozott, amikor megjelentek a nyolclábú mikrovezérlők. A továbbiakban megvizsgáljuk a kis lábszámú mikrovezérlőkhöz vezető utat, áttekintjük a jelenlegi választékot, és megkeressük azokat az alapötleteket, amik lehetővé tették ennek az áramkör-csoportnak a kifejlesztését és sikeres piaci bevezetését.

A nyolclábú mikrovezérlők előzményei

Mit jelent az, hogy kis lábszámú tokozás? Hány kivezetésű az a mikrovezérlő, amire még nem mondjuk azt, hogy kis lábszámú? Ezekre a kérdésekre úgy tudunk választ adni, ha röviden áttekintjük a mikrovezérlők kialakulását, fejlődését. Mindenesetre a mai mikrovezérlők többségükben 28 vagy több kivezetéssel készülnek, általános a 40–80 közötti lábszám. Sok esetben a gyártók már speciálisnak minősítik a 10–14 kivezetéses áramköreiket. Ez a cikk olyan mikrovezérlőkkel foglalkozik, amelyeknek nyolc vagy még kevesebb csatlakozópontja van! Ez már önmagában is kis számnak minősíthető, de még jobban tudjuk majd értékelni, ha áttekintjük a mikrovezérlők történetét.

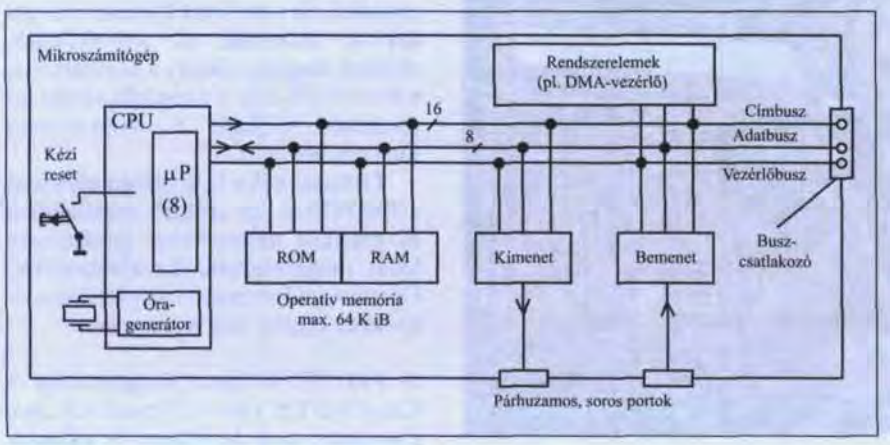
A processzorok integrálását, a mikroprocesszorok alkalmazását a számítógépek felépítésének gyökeres átalakítása tette lehetővé. Korábban a központi egység minden más működő részlettel közvetlenül össze volt kapcsolva. Az új struktúra lényege a buszrendszer. Az 1971-ben megszületett mikroprocesszorral a mikroszámítógép további részleteit mind a hármas buszrendszer segítségével kapcsolták össze. A nyolcbites világban a címbusz 16 bites (ez tette lehetővé a 64 Ki méretű memóriacímzését), az adatbusz nyolcbites, a vezérlőbusz pedig nemcsak mikroprocesszoronként, de alkalmazásonként is változó méretű volt. A külvilággal több módon is kapcsolatban áll ez a mikroszámítógép (**1. ábra**), egyrészt a soros és párhuzamos portok útján, másrészt a buszrendszer bővítőcsatlakozóján át, harmadrészt a mikroprocesszorhoz közvetlenül bevezethető egybites különleges vezérlőjelek segítségével (amilyen a reset vagy a megszakításkérő jel).

A mikroprocesszoros mikroszámítógép egyetlen, egységes kialakítású memóriát igényel, az *operatív tárat*. Ebben azonos jelleggel, bináris kódokkal lehet tárolni a programot, azaz a végrehajtásra kerülő utasítások sorozatát és az adatokat. Ez az egységes memória a Neumann-hierarchia jellegzetes eleme. Az operatív memória csak logikailag egységes, ugyanis kétféle memória-áramkörből kell kialakítani: ROM-ból és RAM-ból. Erre azért van szükség, mert megfelelően nagy kapacitású, korlátlanul írható/olvasható, nem illanó félvezetős memóriát még nem fejlesztettek ki. A tárolásra kerülő szoftverelemeket ezért kétfelé kell bontani, a különféle megoldásokkal készülő ROM ugyanis tápfeszültség nélkül is őrzi a tartalmát (de a CPU nem tudja átírni), a RAM-változatok az írható-olvasható elemek (ezek viszont illanók: tápfeszültség nélkül elveszítik a tartalmukat).

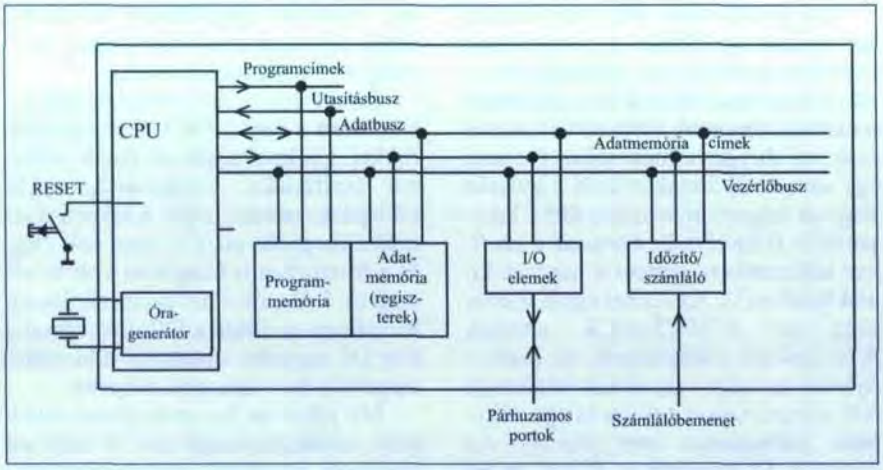
A mikroprocesszorok többnyire általános célú áramkörök, sokoldalú, aritmetikai képességekkel jól felszerelt utasításkészlettel. Mára a mikroprocesszorok jelentősen megváltoztak, a címbuszok, adatbuszok 32 bitesek, 64 bitesek, a memóriarendszer is átszerveződött (megjelentek a cache-tárolók), a számítógépekben többnyire többszörös buszrendszerek működnek (pl. egy CPU-busz, egy perifériakezelő-busz, egy videobusz).

Már néhány évvel a mikroprocesszorok megjelenése után felvetődött, hogy egy teljes mikroszámítógépet is rá lehetne integrálni egy szilíciumlapkára, így egyetlen integrált áramkörként kivitelezhető lenne a CPU, a memória, a perifériarendszer. Az elképzelés valóra váltásához egyszerűsíteni kellett a CPU-t. Az általános felhasználású mikroprocesszor helyett egy olyan központi egységet alakítottak ki, amelyik elsősorban vezérlési, irányítási feladatok ellátására alkalmas. Az így létrejövő egycsipes mikroszámítógép lett a *mikrovezérlő*.

A legelső mikrovezérlőket még nem így nevezték; többnyire egycsipes mikroszámítógépként hirdették ezeket az áramköröket. Az 1970-es évek közepén általában a mikroprocesszorok gyártói jelentkeztek ezekkel az újszerű áramkörökkel. A mikroprocesszorok tervezésében és gyártásában már volt gyakorlatuk, így megkísérelhették a CPU-t, a memóriákat, az I/O-elemeket egyetlen integrált áramkörként kialakítani, egyetlen tokban elkészíteni. Mivel a mikroprocesszorok ekkor 4000...6000 tranzisztorból álltak, ennél többet nem lehetett a kor technológiájával egy lapkán összezsúfolni. Csak úgy tudták a felsorolt egységeket egybeintegrálni, ha a szerkezetet jelentősen módosították, a CPU-t leegysze-



1. ábra



2. ábra

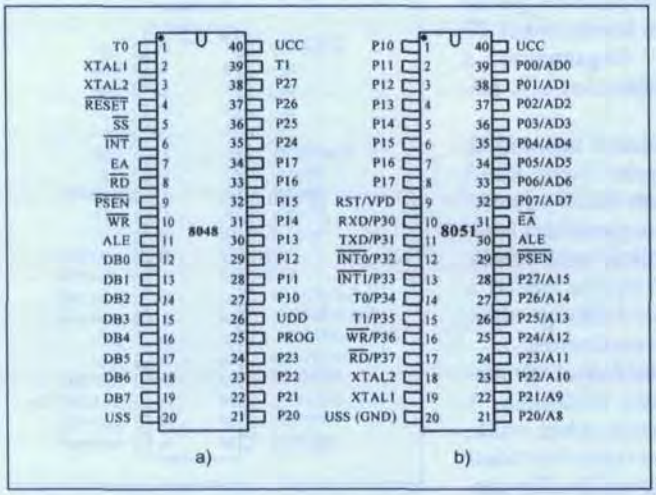
rűsítették, azaz nem az eredeti mikroszámítógépet integrálták rá az IC-re!

A mikrovezérlőnek (**2. ábra**) egy átalakított, vezérlési feladatokra optimalizált, egyszerűsített CPU a központi egysége, amit újszerű, ún. Harvard architektúrát követő memória egészített ki. A Harvard-rendszerű memória fő jellemzője, hogy elkülönülő programtár és adattár jelenik meg az áramkörökben. Ha ezeket az elemeket kiegészítjük párhuzamos portokkal és egy időzítő/számláló egységgel, előttünk áll a legegyszerűbb mikrovezérlő. A továbbiakban ezt az alapkészletet újabb belső egységekkel, perifériákkal lehetett bővíteni.

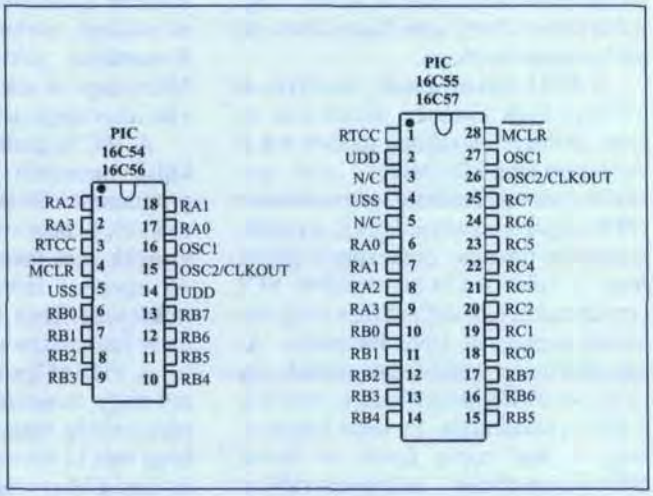
A különválasztott memóriarészletek jelentősen leegyszerűsítették a mikrovezérlő belső felépítését. A programtárból csak az utasításokat olvassa a CPU, itt nincsenek írási ciklusok. Az adatmemóriából viszont programot nem hajt végre, csak adatokat helyez be oda, vagy olvas ki onnan. A két memória címzése, vezérlése, adatútjai egymástól függetlenül alakíthatók ki. Az utasításkészlet többnyire szerény, viszont van egy olyan terület, ahol a mikrovezérlők a mikroprocesszoroknál jobban teljesítenek: ez a *bitműveletek* területe! A vezérlési feladatok ugyanis sok esetben egybites jelek kezelését jelentik!

Az Intel első mikrovezérlői, a 8048-as család nem is tartalmazott egyebet, mint az előzőekben bemutatott alapkészletet (CPU, programmemória, adattároló, párhuzamos port, időzítő/számláló egység). Az Intel a 8080, majd a 8085 tapasztalatait felhasználva fejlesztette ki ezt a mikrovezérlőt. Sajátos módon az elemkészletet alapvetően a tokozás határozta meg. A kor digitális integrált áramkörei DIL tokban készültek, a legnagyobb, elterjedten használt ebből a 40 lábú volt. A 8048 a 40 kivezetését optimálisan felhasználja, a három párhuzamos nyolcbites port és az időzítő/számláló, valamint a vezérlőjelek kezelése éppen megoldható ennyi lábbal (**3.a ábra**). A lábkiosztás fontos sajátossága, hogy minden kivezetésnél csak egy jel neve szerepel, nincsenek többfunkciós lábak. Illetve tulajdonképpen vannak, csak az Intel az eredeti katalógusban sem tüntette ezt fel! Ugyanis már ez a mikrovezérlő is tud külső memóriát használni, mégpedig a *P0* és a *P2* portvoalainak felhasználásával! Ha tehát külső programmemóriával használták a 8048-ast, a környezetet már csak a *P2*-ből még szabadon maradó néhány ponton és a *P1* port nyolc pontján keresztül lehetett vezérelni!

Az Intel a 8048 gyártási tapasztalatait és a felhasználók észrevételeit is figyelembe véve fejlesztette ki második mikrovezérlő-generációját, a 8051 családot. A 8051 már négy párhuzamos portot tartalmaz, két időzítő/számláló egységet, kezeli a külső programtár és adattár vezérlőjeleit, a külső és belső megszakításkérő jeleket, továbbá beépítettek egy soros illesztőegységet is. Mindezek jelentősen megnövelték a csip csatlakozópontjainak számát. A 8051 lényegében egy 49 csatlakozópontos áramkör, amit 40 lábú DIL tokban helyeztek el. Hogy ez hogyan volt lehetséges, azt a lábkiosztás mutatja meg (**3.b ábra**). A csatlakozópontok között soknak több feladata, alternatív működési módja is van! Az új, negyedik port (*Port3*) minden pontja rendelkezik alternatív alkalmazással is. Az alternatív funkciók közül egy adott alkalmazásban csak egyet lehet hasznosítani, hiszen a nyákot, a külső kapcsolódó részleteket ennek megfelelően kell ki-



3. ábra



4. ábra

alakítani, működés közben az alternatív funkciók nem váltogathatók. Az alkalmazás határozza meg, hogy mire van szükség, az egy lábhoz rendelt különféle működések közül csak egyet lehet hasznosítani. Ha a 8051 mikrovezérlőnél mind a négy párhuzamos portot használni kívánjuk, akkor el kell tekintenünk a külső megszakításoktól, a soros illesztő alkalmazásától, de még külső adat- és programmemóriát sem lehet csatlakoztatni az IC-hez! Ha ezeket a működéseket kívánjuk alkalmazni, akkor viszont a *Port3*-ról kell lemondanunk.

Az alternatív funkciók a mikrovezérlőt drágává teszik, hiszen a felhasználó mindenképpen több lehetséges működési módot fizet ki a vásárláskor, mint amennyit használni tud. Emiatt a vásárlók nem fogadták örömmel a tokrajzokon egy-egy láb mellett megszaporodó jelöléseket, alternatív funkciókat, a gyártók pedig igyekeztek ezzel a lehetőséggel visszafogottan élni. Mindenesetre a 40 lábú DIL tok használata kikényszerítette a többszörös lábkihasználást. Mivel a 8051 áramkörök is tudnak külső memóriát használni, annak adatait és a cím alsó bájtját itt is a *Port0* pontjain át közlekedtetik (multiplexelt memóriakezelés), a cím felső bájtjának kiküldésére a *Port2* szolgál. Ezek szerint összesen nem is 49, hanem 65 csatlakozópontos a tokba zárt csip (ha a külső memóriát multiplexelés nélkül használná az áramkör, akkor már 73 csatlakozókivezetésre lenne szüksége). Az Intel mindenesetre a 8051 tokrajzán már a külső memória kezeléséhez használatos alternatív jelneveket is feltüntette (*ADi* illetve *Ai*). Természetesen akár megjelölik a megfelelő lábaknál ezeket a jeleket, akár nem, a külső memória használata azt jelenti, hogy a *Port0* és a *Port2* nem használható fel párhuzamos portként.

A 8051 mikrovezérlő, amellyel az 1970-es évek közepén jelentkezett az Intel, érdekes és sajátos módon ma is fejlesztett áramkör! Mivel a belső egységeit speciális funkciójú regisztereken (SFR regisztereken) át kezeli, a perifériakészlet bővítése csak annyit jelent, hogy a belső RAM-ban további SFR regisztereket kell definiálni, s az új elemeket ezeken át lehet használni. Az utasításkészlet változatlan marad, így az új, továbbfejlesztett mikrovezérlő is a 8051 család tagja. Ez teszi lehetővé, hogy a mai napig újabb és újabb, 8051-kompatibilis mikrovezérlőkkel jelentkezzenek a gyártók.

Azt gondolnánk, hogy ma, amikor nem jelent problémát egy több száz csatlakozópontos tokozás elkészítése, a 8051-leszármazottaknál megszüntették a csatlakozópontok többszörös használatát, az alternatív funkciókat. De nem így van; az új áramköröknél a gyártók nagyon szigorúan veszik a 8051-kompatibilis felépítést, és nemcsak a szoftver tekintetében, hanem a hardver kialakításában is. Az Atmel egyik újdonsága az AT89C51AC3, amelyik 8051-jellegű mikrovezérlő, de számos új belső egysége van, többek között egy SPI jellegű master egység és egy négybites párhuzamos port (*Port4*). Az áramkör 52 kivezetéses PLCC és 64 csatlakozópontos VQFP tokozásban készül, de nagyszámú bekötetlen (n. c.) ponttal. Lényegében öt új kivezetése van csak (ez a *Port4* öt pontja, közülük hármon alternatív funkcióként megjelenik az SPI egység MISO, MOSI és SCK jele). A többi csatlakozópont pedig teljesen megegyezik az eredeti 8051 csatlakozópontjaival, ugyanazok a többfunkciós megoldások itt is megjelennek.

Ha ma mikrovezérlőkről beszélünk, elkerülhetetlenül szólni kell a Microchip termékeiről. Ez a cég 1989-ben alakult Arizónában, kifejezetten abból a célból, hogy mikrovezérlőket gyártson. Első sorozatuk (a PIC16C5x áramkör-család) hasonlóan egyszerű áramkörökből állt, mint amilyen annak idején az Intel 8048 volt. Az áramkörök a CPU mellett programmemóriát, adatmemóriát, párhuzamos portokat és egy időzítő/számláló egységet tartalmaztak mindössze. A nyolcbites és négybites párhuzamos port használata lehetővé tette 18 kivezetéses DIL tokozás alkalmazását. A sorozat egyes tagjaiban egy további nyolcbites párhuzamos portot is találunk, ezeket az áramköröket 28 kivezetéses tokban forgalmazza a Microchip. A tokbekötéseket a **4. ábrán** lehet megtalálni.

A 16C5x család elemei nem tudtak külső memóriát kezelni (sem külső programmemóriát, sem külső adatmemóriát), és nem volt megszakítási lehetőségük sem (sem külső, sem belső). Az egyszerű belső felépítés mellett a mikrovezérlőnek nincs szüksége alternatív funkciókra a kivezetéseinél.

A PIC16C5x áramköröket váratlanul nagy mennyiségben vásárolták. A népszerűség magyarázata abban rejlik, hogy már 15 éves tapasztalatokat tudott átvenni a Microchip, áramkörei korszerű, kis fogyasztású CMOS elemek voltak, pipe-line megoldással, hatékony, mégis egyszerű utasításkészlettel, kizárólag egyszavas utasításokkal.

Rövidesen új áramkörcsaláddal jelentkezett a cég, a PIC16Cxx áramkörökkel. Ezeknél újabb és újabb beépített perifériákat alkalmaztak, egyre több párhuzamos portot. A tokozás lábszáma megnőtt, majd ez sem volt elég, és a Microchip is kénytelen volt az alternatív funkciókat bevezetni (**5. ábra**). Rövidesen szakított a DIL tokozással a cég. Új, nagyobb lábszámot is biztosító megoldásokat választott helyette.

Mit jelent az, ha a mikrovezérlőnek több csatlakozópontja van? A beépített egységek, perifériák, párhuzamos portok száma megnőhet, ami a teljesítőképesség növekedését jelenti. A növekvő lábszám lehetővé tette, hogy kevesebb legyen az alternatív feladatú kivezetés (esetleg ne is legyenek ilyenek), külső programmemória használata esetén a kellően nagy lábszámú tokozás a multiplexelés nélküli memóriaillesztést is megengedheti.

Általában megfigyelhetjük tehát, hogy a nagyobb teljesítményre törekvés következtében nő a mikrovezérlők lábszáma. A Dallas DS80HC11 mikrovezérlőjének (ez is 8051-kompatibilis áramkör) 128 kivezetése van, a Microchip PIC18F86J65 áramkörének 80, a PIC18F96J65-nek már 100. A növekvő lábszámú Microchip mikrovezérlők már 5–6 párhuzamos porttal rendelkeznek, tehát szükség van a soklábú tokozásra.

Bár a Microchip viszonylag fiatal cég, a folyamatos fejlesztéssel elérte, hogy a nyolcbites mikrovezérlők piacán első helyre került. Mindig figye-



5. ábra

lemmel kísérte a felhasználói igényeket, ugyanakkor saját ötletgyárosai is sokszor álltak elő meglepetéssel. Az új évezred küszöbén pl. az gondolkoztatta el a cég fejlesztőit, hogy a 8–10 ponton csatlakoztatott kártyavezérlő áramkörök milyen hatékony számítástechnikai, informatikai, adatkezelési szolgáltatásokat tudnak nyújtani a csipkártyákban. A helyzet érzékeltetésére a következőkben szólunk néhány szót a kis lábszámú célmikrovezérlőkről, az elektronikus kártyák (chipcards) áramköreiről.

A Microchip megkísérelte a saját mikrovezérlőit nyolclábú tokozásba beszorítani. A kísérlet eredményeiről és következményeiről szólunk a továbbiakban.

Az, hogy egy mikrovezérlőnek csak nyolc kivezetése van, nem feltétlenül jelenti azt, hogy ez az IC egy végletekig leegyszerűsített áramkör! Ezeknek az áramköröknek a katalógusai többnyire 80–100 oldalas kötetek, egyes típusoké több mint 300 oldalas! A továbbiakban sok mikrovezérlőt szeretnénk bemutatni, de természetesen nem teljes részletességgel. Elsősorban az a célunk, hogy kideritsük, milyen fogásokkal lehet elérni, hogy nyolc kivezetéssel is megelégedjen a mikrovezérlő, a kis lábszámú tokozásnak milyen általános következményei vannak.

A csipkártyák vezérlőáramkörei, az első kis lábszámú célmikrovezérlők

A mikrovezérlők elsődleges alkalmazási területe a különféle termékek belsejében való elhelyezés, annak kezelése, vezérlése céljából. Ezek a beágyazott, autonóm működésű elektronikák magának a mikrovezérlőnek a kezeléséhez nem nyújtanak operátori felületet, nem lehet be- és kikapcsolni, resetelni az áramköröket, a különféle hibákat, zavarokat is önállóan kell felismerniük és elhárítaniuk. A célmikrovezérlők olyan áramkörök, melyeket többnyire egyetlen eszközcsoport, készülék vezérlésére fejlesztenek, szemben az általános célú mikrovezérlőkkel.

A célmikrovezérlők fejlesztése szinte az általános célú áramkörök megjelenésével egyidős. A 8048 megjelenése után sok készülékgyártó jelentkezett az Intelnél és a másodgyártóknál speciális igényekkel, s rövidesen nagyszámú céláramkör készült el, így pl. telefonvezérlő és telefonközpont-vezérlő, mosógépvezérlő áramkörök. Az Intel egy univerzális perifériavezérlő módosulatot is kialakított, a 8042 sorozatot, s bár ezek az áramkörök nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket, egyes alkalmazásokban máig felismerhetők. Így pl. az eredeti IBM PC-nél egy 8042-re volt bízva a klaviatúra illesztése, s a mai csipszetekben is 8042 jellegű a billentyűzetkezelő áramköri részlet. Az 1970-es évek közepén a 40 kivezetéses DIL tok ezekhez a célmikrovezérlőkhöz is elegendőnek bizonyult, sőt, egyes változatokat kisebb lábszámmal is el lehetett készíteni.

Korunk jellegzetes, újszerű adathordozó kártyái a csipkártyák, azok a kis plasztiklapok, melyekben egy-egy digitális IC rejtőzik. A csipkártya ötlete nem túl régi. Az 1970-es évek elején vetődött fel először szakmai körökben annak a lehetősége, hogy egy elektronikus elemeket tartalmazó kártyával lehetne a bankok ügyfeleinek akár távolról is azonosítani magukat, s azután terminálokon át intézhetnék pénzügyeiket.

1974 januárjában *Moren* francia mérnök-újságíró tervezett meg egy azonosításra alkalmas kártyát, melyen integrált áramkörök őrizték a kiolvasható adatokat. Annyira szimpatikus és sokat ígérő volt az ötlet, hogy 1974 szeptemberében már nagy számban működtek az USA területén az elektronikus kártyával kezelhető bankterminálok! A kártyák 54×85 mm-esek voltak, a mai bankkártyákkal megegyezően. Tulajdonképpen ez a kártya egy nyomtatott huzalozású panel volt, arra forrasztották fel a digitális IC-ket. El kívánták kerülni, hogy a panel furatain átdugott és beforrasztott IC-lábak felsértsék a felhasználó kezét vagy az íróasztala lakkozott felületét, ezért az áramkörök lábait szétterpesztették, nem fúrták ki szokásos módon a nyákot, hanem a felületére forrasztották az elemeket. Sokak szerint ez a lépés vezetett a mai korszerű, felületen szerelhető elektronikus elemekhez! Ez az első kártya kb. 10 mm vastagságú volt, egyik keskenyebb éle mentén volt elhelyezve a soklábú csatlakozója, ami a terminálba szerelt ellendarabba volt bedugaszolható. Mára a csipkártya 0,76 mm vastagságúvá vált, és a csatlakozását másképpen oldják meg.

A mai elektronikus kártyák, a csipkártyák a beágyazott mikrovezérlő alkalmazásának szép példái. Igaz, a legelső ilyen kártyákban csupán egy EEPROM volt, amelynek tartalmát csatlakoztatás után a kártyakezelő egység (telefon, fénymásológép stb.) időegységenként vagy egyéb működési egységenként átírta. A későbbi, összetettebb feladatokat megoldó intelligens kártyák már mikrovezérlő beépítését igényelték.

A kártya csatlakozhat érintkezőmentesen is a leolvasóhoz. Ilyen esetben a kártyában levő áramkör két pontja közé tekercs kerül, és rádiófrekvenciás átvitel útján valósul meg a kapcsolat a kártya és az olvasó között (és többnyire a kártyában levő áramkör tápellátása is így oldódik meg: egy, az adatátvitelre szolgáló vivőénél általában jóval alacsonyabb frekvenciájú elektromágneses mező energiájából egy „detektoros vevő" állítja elő a tápfeszültséget). Az érintkezős kártyák különféle kártyacsatlakozókba voltak behelyezhetők, majd ezen a téren is megvalósult a szabványosodás és a legelterjedtebb megoldások ipari szabvánnyá váltak.

Az első mikrovezérlős kártyákban általános célú mikrovezérlőket alkalmaztak, amiket nyákra szereltek és a kártyacsatlakozóhoz így kötöttek hozzá. A következő fejlődési lépés volt a kártyavezérlő célmikrovezérlők kifejlesztése, melyek egy idő után már a különleges kártyacsatlakozókat is a tokozásukon viselték. Ilyen mikrovezérlő használata esetén a kártya csak egy műanyag test, amit a mikrovezérlő köré fröccsöntenek. A kártya már csak arra szolgál, hogy kényelmesen meg lehessen fogni és a leolvasóba lehessen helyezni a csatlakozóval ellátott áramkört. A kártya olyan vastagságú, hogy a mikrovezérlő tokozásának egyik lapján levő csatlakozók éppen a felszínén legyenek, míg a másik oldalon elfedi a mikrovezérlőt, így a tokozás szemközti lapja nem látható.

Az intelligens elektronikus kártyák egyik jelentős gyártója a Motorola, ez a cég maga készíti a vezérlőáramköröket is. Más kártyagyártó cégek neves félvezetőgyártóktól rendelik meg a meghatározott csatlakozótípussal ellátott tokozású célmikrovezérlőket. Ezt az áramköri csoportot zömmel pl. az ST-Microelectronics, a Philips, az Infineon, a Samsung, az Atmel is gyártja. A kártyavezérlők egy része a félvezetőgyár saját, erre a célra kialakított áramköre, de esetenként népszerű általános célú mikrovezérlőkből indulnak ki a fejlesztés során. Természetesen a végeredmény már nem általános célú mikrovezérlő, egyrészt a speciális illesztőfelület miatt, ami kifejezetten a

kártyaolvasók, terminálok számára készült, másrészt a belső elemek átalakítása miatt. Az áramkört, ha a kártyát az olvasóhoz csatlakoztatjuk, a terminál számítógépe master egységként parancsokkal tudja kezelni, s a kártyában levő mikrovezérlő slave elemként e parancsokat hajtja végre. Miért célszerű mégis egy általános célú mikrovezérlőből kiindulni? Mert annak gazdag perifériakészlete, közismert utasításkészlete olyan biztosítékok, amik garantálják a hatékony működést a kártyába rejtetten is.

Ilyen áttervezésre példaként bemutatjuk a Philips P8RF6016 áramkörét, amely 8051 magra épülő IC. Ez a kártyavezérlő alkalmas rádióátvitelre is: a tokozás hátoldalán alakították ki a két forrasztási felületet, ahova a tekercs végpontjait kell forrasztani. Az érintkezésmentes kártyákban 13,56 MHz-en működik a mikrovezérlő, az ISO/14443-4 szabványnak megfelelő adatátvitelt megvalósítva. Az átviteli sebesség 424 000 bit/s. A tokozás szemközti lapján az ISO/IEC 7816 előírásainak megfelelő csatlakozót helyezett el a Philips. A lábkiosztást a **6. ábra** mutatja be, ahol szokás szerint a csatlakozó felől ábrázoltuk a mikrovezérlőt, a tokozás szemközti oldalán levő forrasztási felületeket (*LA* és *LB*) is feltüntetve (ahova a tekercs csatlakozhat).

A tokozáson kialakított csatlakozó pontosan megfelel az ISO 7816-2 szabvány előírásainak, amely a nyolc csatlakozófelület (*C1...C8*) szerepét az alábbiak szerint határozza meg:

- *C1*: UCC, tápfeszültség,
- *C2*: RST, reset jel,
- *C3*: CLK, órajel,
- *C4*: későbbi alkalmazásokhoz fenntartott pont,
- *C5*: GND (0),
- *C6*: UPP, az EEPROM csipek programozófeszültsége,
- *C7*: I/O, a soros kommunikáció kétirányú adatpontja,
- *C8*: későbbi alkalmazásokhoz fenntartott pont.



6. ábra

A P8RF6016 kártyavezérlő órajelének frekvenciája 16 vagy 32 MHz lehet. Az áramkörben két 16 bites számláló működik, hatékony, prioritási szintekkel kezelhető megszakítási rendszere van, 128 bájt adatmemória és 64 KiB programmemória rejtőzik benne. Ezeket a lehetőségeket az eredeti 8051 mikrovezérlőtől örökölte. Újdonság a beintegrált 16 KiB kapacitású EEPROM adattár, a különleges reset-megoldások sora és az adatátvitel biztonságát szolgáló hardveres CRC-generátor.

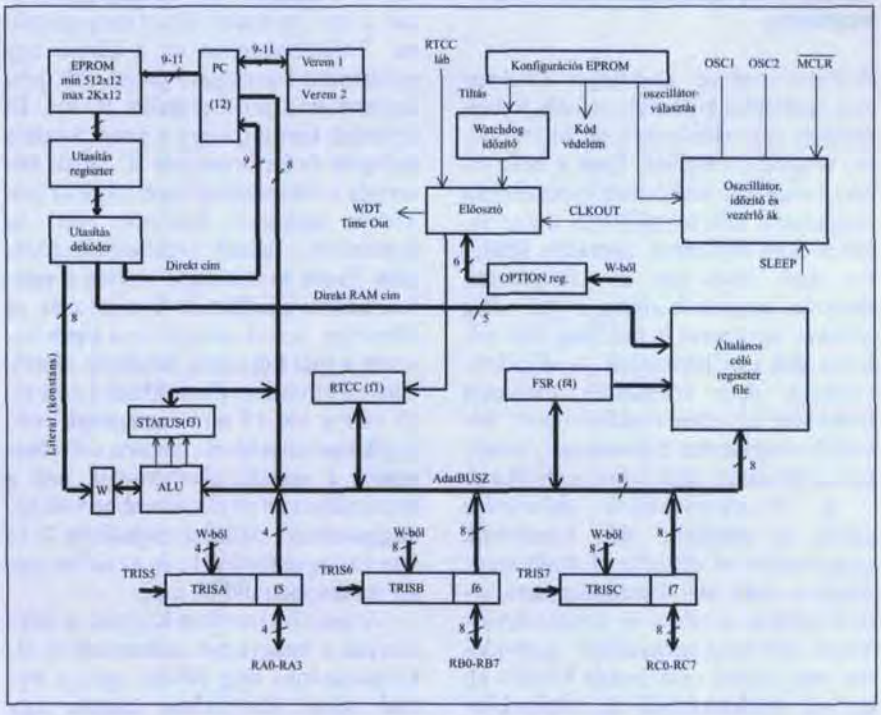
A mikrovezérlőket egyre több ipari és háztartási eszközbe, készülékbe építették be. Így készült és készül máig például a korszerű hűtőgép, mosógép elektronikája, a mikrohullámú sütő és a telefax készülék vezérlőegysége is. Sokszor egészen egyszerű feladatot kap a mikrovezérlő: pl. egy kéziszerszám fordulatszám- és nyomatékkezelését, egy kézszárító vezérlését, egy közeledésérzékelő, egy füstérzékelő vagy egyéb biztonsági szenzor működtetését. Ilyen esetben az általános célú mikrovezérlő sok képessége kihasználatlan maradt. Ugyanakkor ezekben az alkalmazásokban többnyire igen kis helyre kell beszorítani az elektronikai egységet.

Az elektronikai intelligencia, a mikrovezérlő olyan egységekben is megjelent, amire korábban nem is gondoltunk. Az ipari mérőrendszereknél általánossá vált a hierarchikus kialakítás. A különféle érzékelők és beavatkozók már nem csak egyszerű jelközlő, illetve feldolgozó egységek, hanem bizonyos mértékű jelfeldolgozást, szűrést, hihetőség-elemzést is elvégeznek, tehermentesítve a központi egységet. Így az ipari érzékelőkben, végrehajtókban is megjelentek a mikrovezérlők. A gépkocsik elektronikus rendszere is átalakult.

Első lépésben érzékelők kerültek a fékpofákba, a keréktárcsákra, a kipufogórendszerbe, a motor számos pontjára, az ablakokhoz, az ajtókhoz, és ezek jeleit a fedélzeti számítógép dolgozta fel.

A továbbfejlesztett megoldásokban a gépkocsiban néhány vezetékre épülő soros kialakítású buszrendszert alkalmaznak, amelyre intelligens szenzorok és beavatkozók csatlakoznak, s ezek is mikrovezérlőre épülő eszközök.

Az új alkalmazásokban kis méretben, néhány jel kezelését biztosítva kell hatékony vezérlési, irányítási, számítási algoritmusok alapján működnie az elektronikának. Mindez oda vezetett, hogy a gyártók (köztük a Microchip) foglalkozni kezdtek az egészen kis lábszámú, de általános célú mikrovezérlők kifejlesztésével.



7. ábra

A minimális lábszám arra ösztönözte a Microchip mérnökeit, hogy a legelső, legegyszerűbb belső kialakítású mikrovezérlőiket, a PIC16C5x elemeket préseljék bele a kis tokba, mintegy első kísérletképpen. Hogy az így kialakult PIC12 sorozat kifejlesztésével végzett munkát kellően tudjuk értékelni, röviden ismerkedjünk meg a PIC16C5x sorozatú áramkörök tulajdonságaival, belső kialakításával!

A Microchip PIC16C5x mikrovezérlői

A Microchip megalakulásakor (1998-ban) úgy látta, hogy a mikrovezérlők piacán van egy fehér folt: a legegyszerűbb mikrovezérlők hiányzanak a piaci kínálatból. Az Intel hajdani 8048 áramköreit már régen nem gyártotta, a beszerezhető áramkörök egyre nagyobb képességekkel rendelkeztek. Mint már tudjuk, a legegyszerűbb mikrovezérlőben a CPU mellett programmemóriát, adatmemóriát, párhuzamos portot és egy időzítő/számlálót találunk, a PIC16C5x áramköröknek ezért pontosan ennyi és ilyen belső egysége volt (**7. ábra**)!

A 4. ábrán már láttuk ezeknek az áramköröknek a lábkiosztását. A 18 kivezetéses típusokban egy 4 bites (*A port*) és egy 8 bites (*B port*) párhuzamos port van, a 28 lábú tokozás egy további nyolcbites párhuzamos portra (*C port*) ad lehetőséget.

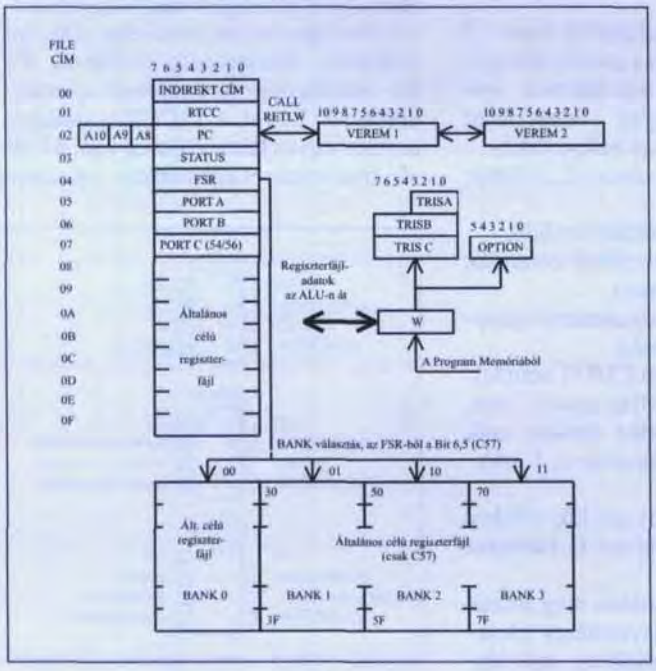
A PIC16C5x azonban nem egy újragyártott 8048 elem volt! A korszerű CMOS technológiát használta fel a Microchip, 3,0...5,5 V közötti tápfeszültséggel, DC...20 MHz közötti órafrekvenciával. Ha 5 V-os tápfeszültségről 4 MHz-cel működik egy ilyen mikrovezérlő, akkor a tápárama 2 mA, de kisebb frekvencián tovább csökken a fogyasztása (pl. 3 V-ról hajtva, 32 kHz-es órajel mellett már csak 15 μA). Programból lehet leállítani a működését (sleep állapot), ebben a helyzetben a tápáram-igény már csak 1 μA.

Az áramkörök kifejlesztése során sok meghökkentően új megoldást alkalmaztak a fejlesztők. A nyolcbites mikrovezérlők eddigi gyártói a programmemóriát is nyolcbites rekeszekkel alakították ki. A Microchip szakított ezzel a gyakorlattal, a nyolcbites mikrovezérlőjében az adatmemória szóhosszúsága 12 bit (a Harvard architektúra, a teljesen külön kezelt adatmemória és programmemória egyébként tálcán kínálta ezt a megoldást)! Így elérték, hogy minden utasítás egyszavas, az utasításkészlet ezért 33 darab egyszavas utasításból áll! Az egyszavas utasításokat két gépi ciklus alatt dolgozza fel az áramkör, az elsőben beolvassa, a másodikban végrehajtja azokat. A végrehajtás közben azonban már beolvasódik a következő utasítás a programmemóriából. Ez az egyszeres pipe-line technika lehetővé tette, hogy minden gépi ciklusban befejeződjék egy utasítás (kivéve, ha a következő utasítás helyett másikat kell végrehajtani, ugrás, szubrutinhívás stb. miatt).

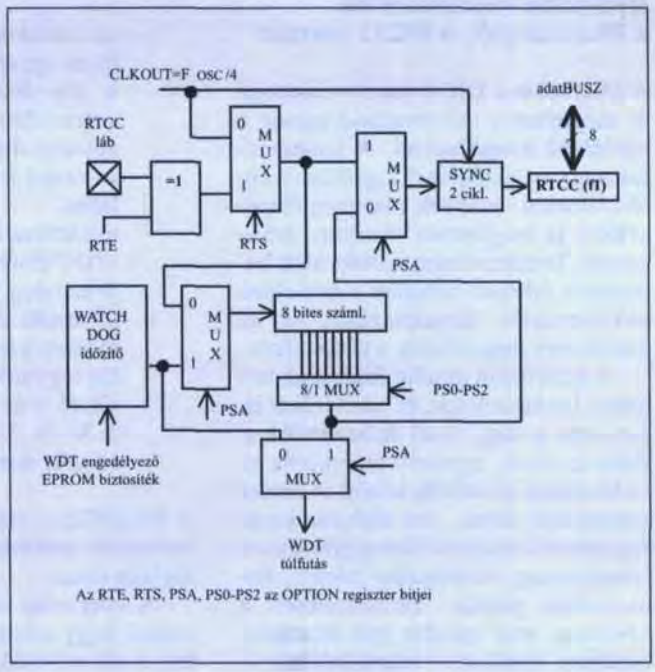
Az egyszerű mikrovezérlők külső memóriákat nem kezeltek, nem volt megszakításuk. A belső programmemória kapacitása 512×12 és 2 Ki×12 között változott, a RAM mérete 32×8 vagy 80×8. A belső adatmemória (**8. ábra**) „majdnem SFR szervezésű". A legtöbb belső vezérlés az adatmemóriában elhelyezett regisztereken át valósul meg (RTCC, STATUS stb. regiszter), de néhány vezérlő regiszter nem érhető el címzéssel, csak külön speciális utasítással (W, OPTION stb.)

Az Intel mikrovezérlők kétféle kivitelben készültek: kvarcablakos, EPROM-jellegű programmemóriával a fejlesztéshez, valamint műanyag tokozásban, ROM-mal, a sorozatgyártáshoz. A Microchip sokkal ötletesebb és kedvezőbb megoldást választott: csak CMOS EPROM-os mikrovezérlőket gyártott, de ezek egy részét kvarcablakos fémkerámia-tokba helyezte (fejlesztésre), a többit olcsó, zárt műanyagtokba. Ez a egyszer programozható (OTP, *O*ne *T*ime *P*rogrammable) változat került be a sorozattermékekbe.

Az oszcillátort négy feladatra lehet konfigurálni (kisfrekvenciás kvarcoszcillátor, közepes frekvenciájú kvarcoszcillátor, nagyfrekvenciás kvarcoszcillátor, RC-oszcillátor), a kalibrálást a kvarcablakos áramköröknél a program



8. ábra



9. ábra

1. táblázat

Típusjel	Memóriaelemek		
	Program-EPROM	Adat-SRAM	Adat-EEPROM
PIC12C508	512×12	25×8	–
PIC12C508A	512×12	25×8	–
PIC12C509	1024×12	41×8	–
PIC12C509A	1024×12	41×8	–
PIC12CE518	512×12	25×8	16×8

betöltésekor lehet elvégezni. Az OTP változatok oszcillátorát a gyártó állítja be valamelyik típusra.

A korszerű mikrovezérlők alapvető védelmi eszköze, a WDT (*W*atch *D*og *T*imer; futásellenőrző számláló) már a legelső PIC mikrovezérlőkben is megtalálható volt. Az időzítő/számláló (RTCC) nyolcbites egység (**9. ábra**), amely a belső oszcillátor leosztott jelével (időzítő üzemmód) vagy külső jellel (számláló mód) léptethető. Egy programozható osztóáramkört is tartalmaz a mikrovezérlő, amit a szoftver segítségével lehet az RTCC előosztójaként vagy a WDT utóosztójaként felhasználni.

Természetesen itt csak néhány alapvető jellegzetességet ragadtunk ki a PIC16C5x áramkörökről, de már ezek is érzékeltetik, hogy a „legegyszerűbb mikrovezérlők" igen hatékony, nagy teljesítményű, sokoldalúan kezelhető áramkörök!

Nyolclábú mikrovezérlők a Microchiptől, a PIC12 sorozat

A Microchip a DIL-8 tokot választotta és megjelent a mikrovezérlő-piacon a nyolclábú áramköreivel. A felhasználók nagy érdeklődéssel fogadták az apró elemeket, amelyek már megjelenésükkor is meglepően alacsony árúak voltak. Természetesen voltak, akik halálraítélt ötletnek tartották a nyolclábú mikrovezérlők forgalmazását, de az események megcáfolták a kétkedőket.

A Microchip mindig fontosnak tartotta a barkácsolókat, az amatőröket is, nemcsak a nagy ipari felhasználókat. Ezek az olcsó, egyszerű áramkörök az elektronikai amatőrök között is hamar népszerűek lettek. Az elektronikával foglalkozó folyóiratokban egyre-másra jelentek meg alkalmazási ötletek, felhasználási példák. Természetesen a Microcip, mint minden más áramköre esetében, ezekhez az áramkörökhöz is különféle tervezési segítségeket is nyújtott (alkalmazási példákat, programozási ötleteket).

Az első Microchip nyolclábú mikrovezérlők, a PIC12C508/509 a cég legegyszerűbb mikrovezérlőjének, a PIC16C5x magnak a felhasználásával készültek el, így az alaptulajdonságaik megegyeznek a kiindulási áramkörök jellemzőivel. Próbáljuk meg tetten érni azokat a fogásokat, megoldásokat, amelyek lehetővé tették a mikrovezérlők kis lábszámú tokban való elhelyezését! A nyolc kivezetés nagyon kevés, különösen, ha belegondolunk, hogy a tápláláshoz ebből kettőt le kell foglalni, azaz mindössze hat működő csatlakozópontja van a mikrovezérlőnek! Mindenesetre az, hogy a PIC16C5x sorozat nem kezel külső memóriákat, nem fogad megszakítást, most előnyös tulajdonságként jelent meg, hiszen ilyen célra nem kellett lábakat használni. A PIC12 sorozat néhány fontosabb tulajdonsága, amit a PIC16C5x családtól örökölt:

- az utasításkészletet 33 darab 12 bites, egyszavas utasítás alkotja,
- a pipe-line működésnek köszönhetően gépi ciklusonként egy-egy utasítás befejeződik,
- az órajel-frekvencia 0...4 MHz lehet,
- nyolcbites időzítő/számláló,
- WDT (futásellenőrző számláló, Watchdog Timer),
- minimális tápteljesítményt igénylő sleep üzemmód,
- kis fogyasztású CMOS áramkörök (5 V és 4 MHz esetén 2 mA, 3 V és 32 kHz mellett csak 15 μA, sleep állapotban 1 μA).

A PIC12C5xx mikrovezérlők néhány fontosabb paraméterét az **1. táblázat** foglalja össze.

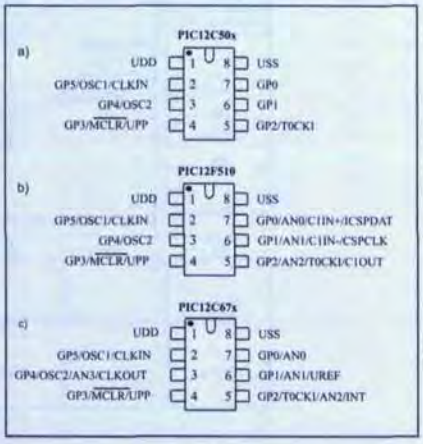
A Microchip mérnökei meg tudták oldani, hogy a nyolckivezetéses tokokban is jól működő, hatékony, sokoldalúan felhasználható mikrovezérlőket tudtak készíteni! Mindezeken túl az tette teljessé a sikert, hogy a Microchip korszerű technológiákat és gyártási megoldásokat alkalmazva ezeket a mikrovezérlőket igen alacsony áron tudja forgalmazni.

A nyolclábú tok természetesen nem teszi lehetővé a PIC16C5x *A* és *B* párhuzamos portjának a beépítését sem. Itt egyetlen párhuzamos port jelenik meg, a hatbites *G port*. Ez egy olyan átalakítás, ami nagyban elősegíti, hogy a mikrovezérlő elférjen a nyolc kivezetéses tokban, de önmagában azért még kevés ehhez; a hat port-pont és a tápfeszültség két csatlakozója ugyanis már mind a nyolc IC-lábat el is használta.

A PIC12C áramköröket 8 csatlakozópontos PDIP, DFNL vagy SOIC tokozásban lehet rendelni, a lábkiosztást a **10.a ábra** mutatja be. Ha rápillantunk az ábrára, azonnal látható a következő fontos lépés: a mikrovezérlő csatlakozópontjainál alkalmazott alternatív funkciók sokasága!

A PIC12C5xx elemek belső felépítése megegyezik a PIC16C5x áramkörökével (amit a 7. ábrán láttunk), azzal a már ismertetett különbséggel, hogy a nyolclábú változatban csak egyetlen hatbites párhuzamos port (*G port*) van. A belső RAM is a 8. ábrának megfelelően alakul, és az RTCC időzítő/számláló is a 9. ábra szerinti! A PIC12C5xx áramkörök utasításkészlete is azonos a PIC16C5x áramkörökével.

A PIC16C5x mikrovezérlők oszcillátorát külső frekvencia-meghatározó elemekkel, RC taggal vagy rezgőkvarccal, kerámia rezonátorral lehet a kívánt működési frekvenciára beállítani. Ez két csatlakozópontot igényel az áramköröknél. Mivel a PIC12C családnál minden egyes lábra szükség van, a külső frekvencia-meghatározó alkatrész



10. ábra

csatlakoztatása itt már csak alternatív lehetőség, olyan esetekben, amikor nincs minden lábra más szempontból szükség. Ha nincs lehetőség a külső alkatrészek használatára, a PIC12C áramkörök újdonságával, a belső RC oszcillátor használatával lehet működtetni a mikrovezérlőt! Így a nyolclábúaknál a következő oszcillátor-lehetőségek adódnak:

- *LP* (alacsony frekvenciás kvarcoszcillátor, 32 kHz-es működésre),
- *XT* (nagyfrekvenciás kvarcoszcillátor, 200 kHz ...4 MHz közötti működésre),
- *EXTRC* (külső RC-időzítésű oszcillátor),
- *INTRC* (belső RC-oszcillátor).

Az oszcillátor típusát konfiguráláskor kell beállítani. Ha a belső RC-oszcillátort választjuk ki, a használatakor a *GP4* és a *GP5* portpont I/O kezelésre használható. A belső, 4 MHz-es RC-oszcillátor a PIC12C5xx sorozat egyik legjelentősebb újdonsága. A belső oszcillátor a továbbiakban minden nyolclábú mikrovezérlő alapvető egysége, sőt, sok változatnál kizárólag a belső oszcillátort hagyták meg a fejlesztők, a külső alkatrészekkel működő oszcillátorok még opcionálisan sem maradtak meg!

Természetesen az RC-oszcillátorok frekvenciapontossága meg sem közelíti a kvarcoszcillátorokét, általában csak kisebb pontossági igényű alkalmazásoknál szokták használni ezeket. A kis lábszámú tokozás miatt azonban most a felhasználó rá van kényszerítve, hogy a belső RC-oszcillátorról működtesse az áramkörét, akkor is, ha komolyabb pontossági igényei vannak. A Microchip úgy javított a helyzeten, hogy programozható kalibrációs lehetőséget épített be az IC-be. A kalibrációt egy regiszter segítségével lehet elvégezni. A PIC12C508/509 esetében az OSCCAL regiszterben négy bit áll rendelkezésre ilyen célra (**11.a ábra**), a PIC12C508A/509A/E518/E519 esetében hat bit (**11.b ábra**).

A PIC12C508/509 esetében a reset folyamat végén a kalibrációs érték:

0111b.

A PIC12C508A/509A/E518/E519 mikrovezérlőknél a hatbites kalibrációs adat reset utáni értéke:

100000b.

Mindkét érték a kialakítható számtartomány közepén van. A számérték növelése növeli az RC-oszcillátor frekvenciáját, a kisebb számérték pedig kisebb frekvenciát jelent.

A gyártó tesztelés után minden példányhoz megállapított egy egyedi kalibrációs értéket, amit a programmemória legmagasabb című rekeszébe helyezett be, egy utasításba ágyazva (a *W* regiszterbe adatot töltő utasítás ez). A PIC16C5x sorozat egyik sajátossága, hogy reset után a programmemória legfelső címéről kezdik az utasítások kiolvasását az áramkörök. Így betöltődik a *W* regiszterbe a kalibrációs érték, amit a felhasználó programja behelyezhet a kalibrációs regiszterbe.

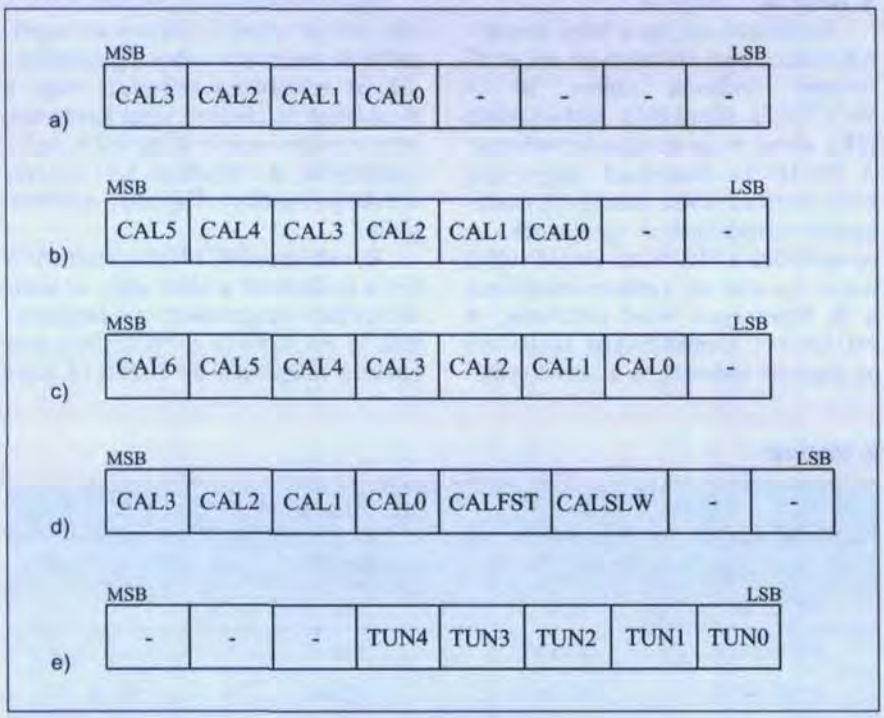
A törlő jel (*MCLR*) és az időzítő/számláló külső léptetése azonos lábon keresztül oldható meg, azaz alternatív funkcióként jelentkeznek ezek a működési módok.

Az adat-EEPROM 16 bájtos, jelenlétét a típusjelben szereplő E betű jelzi. Ez a beépített EEPROM a Microchip csúcsterméke, 1 000 000 törlés és átírás után még 40 évig képes a tartalma megőrzésére! A *7*-es és a *6*-os lábnak is van alternatív funkciója:

7: GP0/ICSPDAT,
6: GP1/ICSPCLK.

Az *ICSP* betűsor a felhasználói rendszerben történő, soros adatkezelésű programozásra (*I*n-*C*ircuit *S*erial *P*rogramming) utal. Az adat-EEPROM-mal rendelkező áramköröknél a *GP6* és a *GP7* is szerephez jut: az előbbi az *SDA*, utóbbi az *SCL* jel, ezeken át kezeli a mikrovezérlő az EEPROM-ot. Ez az illesztőrendszer I^2C jellegű, ami kétvezetékes buszrendszer. A mikrovezérlőbe a teljes I^2C illesztőt beépítették, a CPU úgy kezeli a buszt, mintha az valódi portpontokon át elérhető külső busz lenne, de a valóságban ezek természetesen csak belső pontok. Az EEPROM kezeléséhez szükséges szoftvert a Microchip díjmentesen biztosítja ezekhez a mikrovezérlőkhöz.

A PIC mikrovezérlőknél alapelv volt (a Flash programmemóriák megjelenése előtt), hogy a fejlesztésre a kvarcablakos EPROM csipeket használták, a sorozattermékekbe pedig a műanyag tokozású OTP változatokat. A kvarcablakos áramkörökbe lehet betölteni a kísérleti programokat, s ha a tesztelés, kipróbálás során kiderül, hogy módosítani kell, UV-fénnyel ki lehet törölni a hibás programot. A műanyag tokozású áramköröket ugyanazzal a programozókészülékkel lehet feltölteni, mint a kvarcablakos elemeket, csak a zárt tok miatt nem lehet a tartalmat kitörölni. Viszont a műanyag tokozású áramkörök ára jóval alacsonyabb, mint a kvarcablakosé! A PIC12C áramköröket is ebben a két változatban



11. ábra

gyártotta a Microchip, bár a nyolclábú keskeny DIP tokon a kvarcablak már éppen csak hogy elfér.

A kódvédelmet kissé át kellett alakítani, hogy a gyári kalibrációs érték mindig elérhető legyen. A PIC12C508A/509A/CE518/CE519 védett beállításában az utolsó programmemória-rekesz (ahol a kalibrációs konstans elhelyezkedik) olvasható marad.

Mivel a PIC12C sorozat kialakításakor a Microchip már a PIC16Cxx, a PIC17F és a PIC18F áramköröket is kifejlesztette, azok néhány jellegzetessége is megjelenik a nyolclábúakban. Ilyen pl. az I/O pontokon történő változás hatására történő ébresztés a sleep állapotból.

Ha végiggondoljuk a megismert megoldásokat, látható, hogy a következőknek van fő szerepük abban, hogy a mikrovezérlőket nyolclábú tokozással lehetett kialakítani:

- többfunkciós lábak,
- belső RC-oszcillátor kialakítása,
- a belső RC-oszcillátor kalibrálhatósága
- a nagyobb teljesítményű mikrovezérlőktől átvett új képességek (pl. bemenőjel-változás hatására ébresztés, ICSP jellegű programozás).

Az eredeti PIC16C5x áramkörök megjelenésekor a Flash programmemóriát még nem alkalmazta a Microchip, a programtár minden esetben EPROM volt. A PIC12C5xx áramkörök sikere láttán a Microchip elhatározta, hogy a következő nyolclábú mikrovezérlőket Flash programmemóriával készítik el. Az új, PIC12F508/509 mikrovezérlők műanyag tokozással készültek, tehát olcsók voltak, a Flash programmemória révén mégis ki lehetett törölni belőlük a programot és újat lehetett betölteni. A **2. táblázat** tartalmazza a Flash programmemóriával készült változatok fontosabb paramétereit. Ezeket az áramköröket is 8 pontos PDIP, SOIC, MSOP tokokban lehet vásárolni.

A PIC12F áramkörök még kedvezőbb paraméterekkel rendelkeznek, mint a PIC12C elemek. A tápáramfelvétel 4 MHz-es működéskor 0,35 mA, a standby-áram 100 nA. A Flash memória 100 000 törlési/beírási ciklust is elvisel, s ezek után még mindig 40 éves adatmegőrzési időt garantál a Microchip.

A sort folytatva a Microchip kifejlesztette a PIC12F510 áramkört, melynek lábkiosztása a **10.b ábrán** található meg. Ez a Flash programtárolós mikrovezérlő a PIC12F509/510 áramkörökhöz hasonló felépítésű, de tartalmaz egy négycsatornás A/D konvertert és egy analóg komparátort is. A belső RC-oszcillátor kalibráló konstansa itt már hétbites (**11.c ábra**).

A Microchip következetes fejlesztési tevékenységének következő lépése az volt, hogy a PIC16C5x családnál korszerűbb PIC16Cxx sorozat néhány tagját is bepréselték a nyolckivezetéses tokba. Először ismét EPROM-mal készültek el az új áramkörök PIC12C67x jellegű típusjelzéssel, kvarcablakos törölhető kivitelben és műanyagtokozású OTP változatban. Ha a típusjelben a C betűt E követi (12CE673, 12CE674), az itt is arra utal, hogy a mikrovezérlőben egy külön adattároló EEPROM is van. Az áramkörök memóriaméretét a **3. táblázat** mutatja be.

Természetesen, ha a belső áramkörök száma, bonyolultsága nő, nő az alternatív funkciók száma is! A PIC12C67x áramkörök lábkiosztásán (**10.c ábra**) is észrevehető a változás. A PIC16Cxx elemeknek nagyszámú belső perifériája van, ezek újabb csatlakozási lehetőségeket igényelnek. A nyolclábúak a PIC16Cxx család valódi tagjai, így ezeknek a mikrovezérlőknek a fő képességeit mind örökölték. A PIC12C5xx áramkörökhöz hasonlítva az alapvető újdonságok a következők:

- az utasításkészlet 33 darab 14 bites, egyszavas utasításból áll,
- megjelentek a belső és külső megszakítási lehetőségek,
- minden PIC12C67x áramkörben van nyolcbites A/D átalakító, előtte egy négycsatornás analóg multiplexerrel.

Mint már szóltunk róla, az oszcillátor típusváltása a nyolclábú mikrovezérlők egyik központi fontosságú tulajdonsága. Ezt erősíti meg, hogy a Microchip az újabb és újabb áramkörök fejlesztésekor még mindig igyekszik hatékonyabbá tenni a belső RC-oszcillátor kalibrálási lehetőségét. A PIC12C67x áramköröknél alkalmazott új kalibrációs regisztert (OSCCAL) a **11.d ábra** mutatja be. A CAL0...CAL3 bit szerepe megegyezik azzal, amit a PIC12C5xx mikrovezérlőknél láttunk. A CALFST és a CALSLW bit a kalibrációs lépések finomságának, a felbontásnak a beállítására szolgál.

A Microchipújabb fejlesztésű mikrovezérlői már mind felprogramozhatók a felhasználói rendszerben is, az ún. ICSP (*In-Circuit Serial Programming*) megoldás segítségével. Ez a hatékony megoldás a PIC12 áramköröknél is használható, erre a célra is a *GP0* és a *GP1* láb használható fel (közben a programozónak rá kell csatlakoznia az *UDD*, az *USS* és az *UPP* lábra is).

Az A/D átalakító nyolcbites, működési módját tekintve fokozatos megközelítésű, tehát nagy sebességgel működik. A referenciafeszültségét vagy a 6-os lábon át kívülről lehet bevezetni, vagy a mikrovezérlő állítja elő a tápfeszültségből. Az elindított A/D konverzió sleep (standby) állapotban is folytatódik.

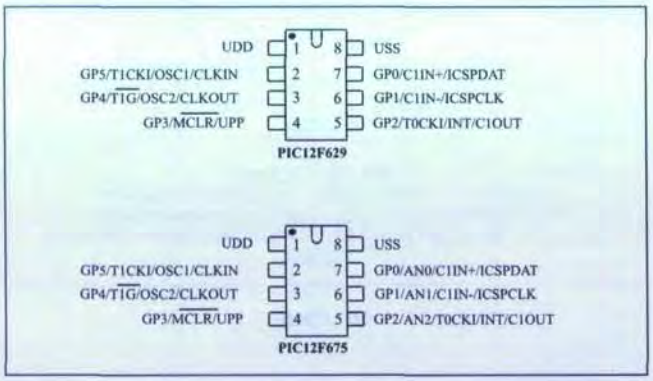
Rövidesen a PIC12C6xx áramköröket is átalakította a Microchip, itt is áttért a Flash programmemória használatára. A PIC12F675 a PIC12C672-höz hasonló felépítésű, de 1024×14 bites

2. táblázat

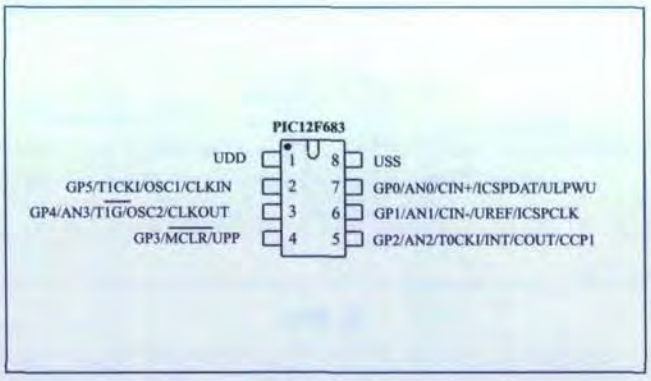
Típusjel	Memóriaelemek	
	Program-EPROM	Adat-SRAM
PIC12F508	512×12	25×8
PIC12F509	1024×12	41×8
PIC12F505	1024×12	72×8
PIC12F510	1024×12	38×8

3. táblázat

Típusjel	Memóriaelemek		
	Program-EPROM	Adat-SRAM	Adat-EEPROM
PIC12C671	1024×12	128×8	-
PIC12C672	2048×12	128×8	-
PIC12CE673	1024×12	128×8	16×8
PIC12CE674	2048×12	128×8	16×8



12. ábra



13. ábra

Flash programmemóriát tartalmaz, további újdonsága a TMR0-n kívül beépített TMR1 (16 bites időzítő/számláló), a négycsatornás, 10 bites A/D konverter és az analóg komparátor. Ennek a mikrovezérlőnek az egyszerűsített változata az A/D átalakító nélküli PIC12F629. Mindkét áramkörben megtalálható egy 64×8 kapacitású adat-EEPROM is. A PIC12F675 és a PIC12F629 lábkiosztását a **12. ábrán** láthatjuk.

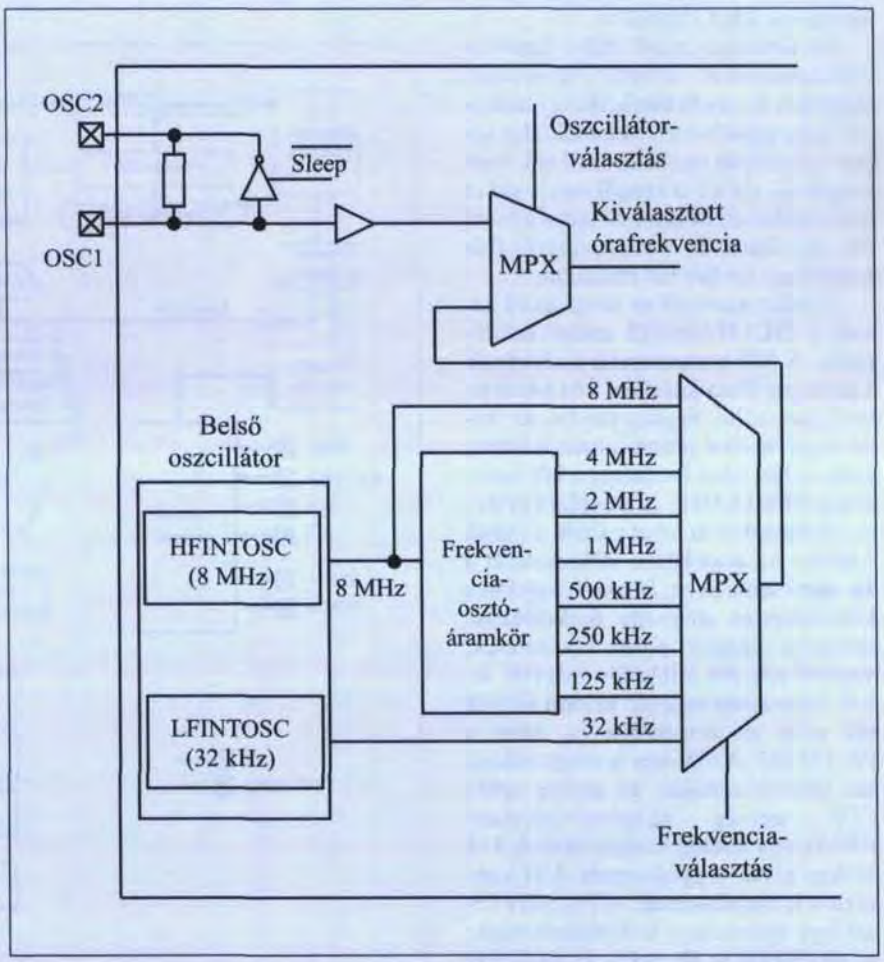
A következő újdonság a PIC12F683 volt. A Microchip „nanoWatt" technológiájával készült mikrovezérlő 2 V tápfeszültség és 32 kHz órafrekvencia esetén csak 8,5 μA tápáramot vesz fel, 1 MHz-en is csak 100 μA-t, a standby tápárama pedig 1 nA. Ebben a mikrovezérlőben a Flash programtár mérete 2048×14, a SRAM 128×8 kapacitású, az EEPROM pedig 256×8 nagyságú. Két darab nyolcbites és egy 16 bites időzítő/számláló működik az áramkörben, valamint egy analóg komparátor. Az egyik időzítő/számláló (a Timer1) oszcillátorként is használható. A többletképességek következménye, hogy még több alternatív funkció jelent meg a kivezetéseken (**13. ábra**).

Többször is szóba került, hogy a nyolclábú mikrovezérlők használhatóságában, hatékonyságában kulcsszerepe van az órajeleket előállító oszcillátornak. A PIC12F683 ezen a téren is szolgál újdonságokkal. Két belső oszcillátort tartalmaz az áramkör, bármelyikük szerepelhet órajelgenerátorként. A HFINTOSC (*H*igh-*F*requency *I*nternal *O*scillator) egy gyárilag kalibrált 8 MHz-es RC-oszcillátor, amit a gyári beállítás ellenére a felhasználó is tud kalibrálni (szoftverrel ±12% mértékben lehet elhangolni ezt az oszcillátort, az OSCTUNE regiszter tartalmának állításával). Az LFINTOSC (*L*ow-*F*requency *I*nternal *O*scillator) egy gyári kalibrálás és felhasználói hangolási lehetőség nélküli RC-oszcillátor, 31 kHz névleges frekvenciával.

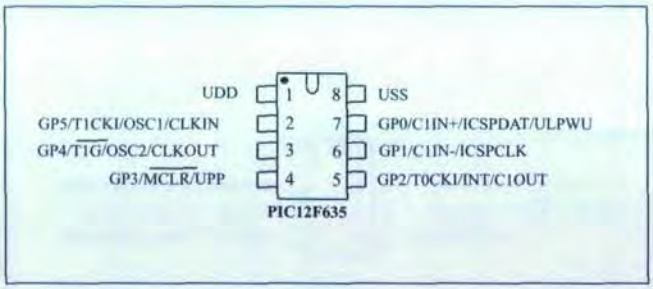
A HFINTOSC kimenőjelét egy osztóáramkör 4 MHz...125 kHz közötti hat frekvenciaértékre osztja le, ezek és az LFINTOSC jele egy multiplexerre kerülnek, a multiplexert szoftverből vezérelve lehet beállítani a mikrovezérlő órafrekvenciáját belső oszcillátor használata esetén (**14. ábra**).

A HFINTOSC frekvenciáját befolyásoló OSCTUNE regiszter (**11.e ábra**) egy ötbites hangolókódot tartalmaz. A legfelső bit (TUN4) előjelként szerepel, az **1** érték itt negatív értéket (frekvenciacsökkentést) jelent.

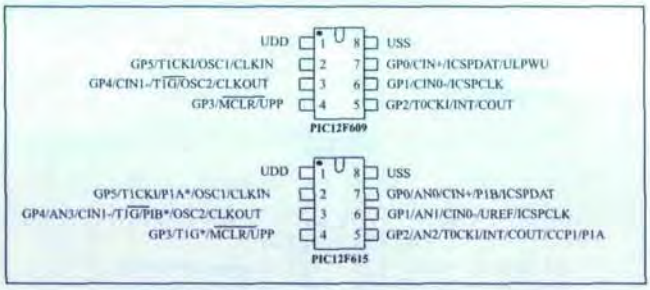
A 00000b kód váltja ki a gyárilag kalibrált frekvenciaértéket, a 01111b beállítás a legnagyobb frekvenciát írja elő (a gyárinál 12%-kal magasabbat), az 11111b bitsorozat pedig a legkiseb-



14. ábra



15. ábra



16. ábra

bet (ami a gyári kalibrált értéknél 12%-kal kisebb).

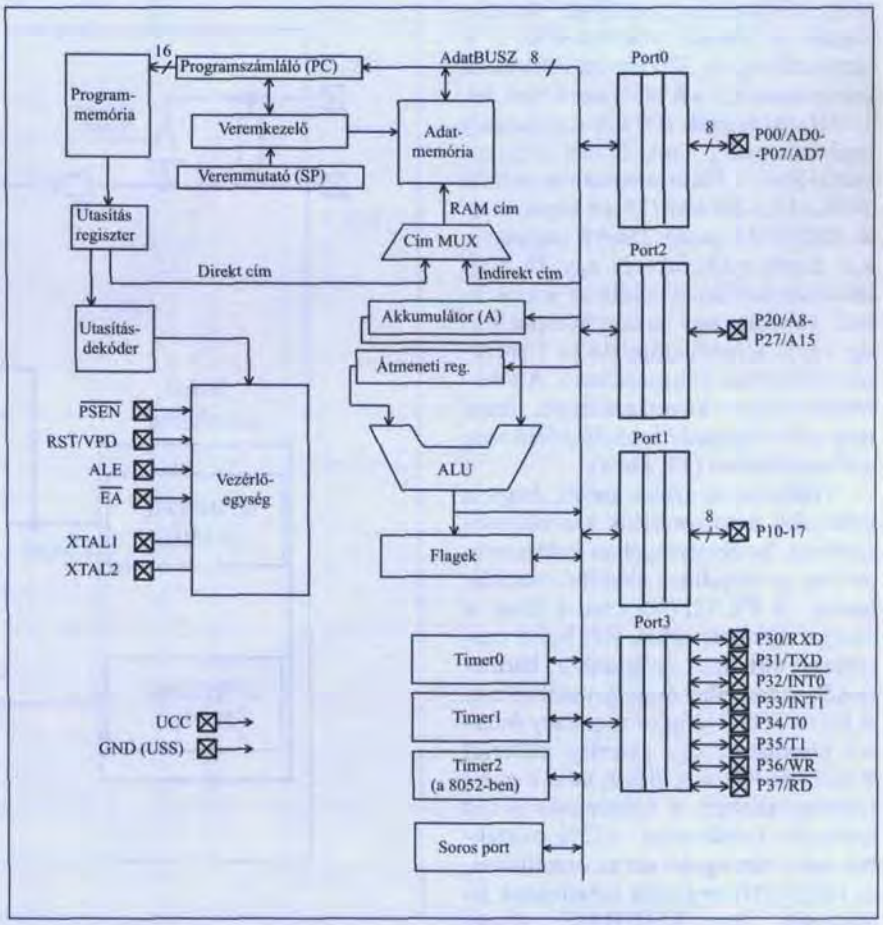
A PIC12 sorozat egyik nemrégen megjelent tagja a PIC12F635 (**15. ábra**). Ez a mikrovezérlő is nanoWatt technológiával készül. 128 bájtos EEPROM, analóg komparátor és kriptográfiai modul található benne. A programmemóriája 1 Ki×14 kapacitású, az adatmemória mérete 64×8. A rejtjelző egység a Microchip KEELOQ technikáját alkalmazza, felhasználásához egyedi „KEELOQ Encoder License" szerződést kell kötni a gyártóval. A belső RC-oszcillátort ötbites konstans segítségével lehet kalibrálni.

Ez a mikrovezérlő külső frekvenciameghatározó elemel (kvarckristállyal) is üzemeltethető. Ha így alakítjuk ki az oszcillátort, és a működés során valamilyen okból az leáll (pl. mert megsérül, eltörik a rezgőkvarc), akkor automatikusan és azonnal indul a belső RC-oszcillátor és a mikrovezérlő (bár lassabban) tovább tud működni.

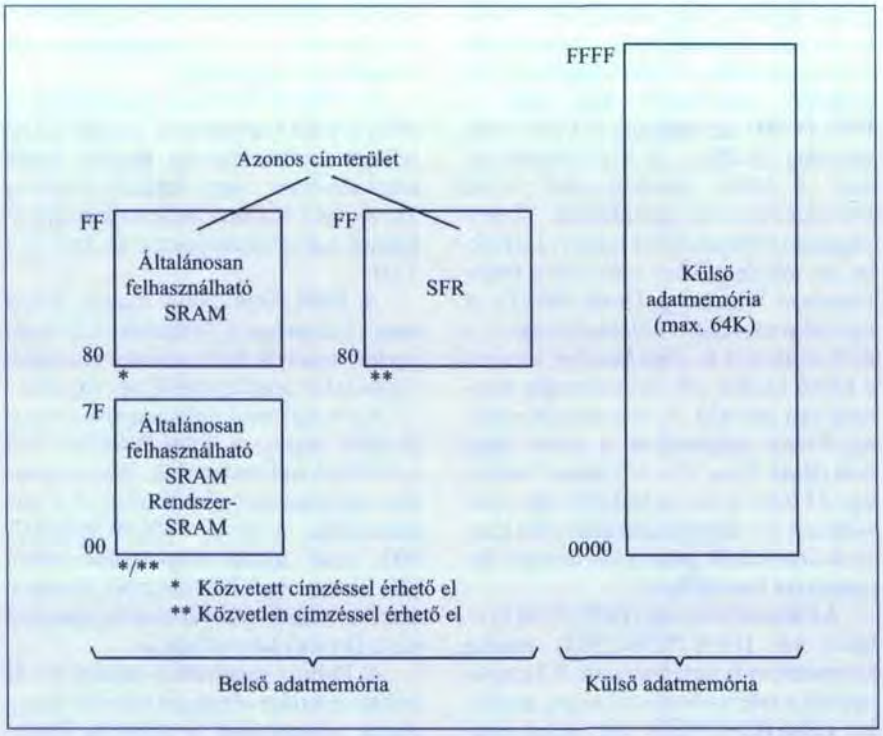
Szintén a nanoWatt felépítéssel készül a PIC12F609/615 mikrovezérlőpáros. A 609 a szerényebb kialakítású, a teljes periféria-készletet a 615-ben lehet kihasználni. Sajátos módon az órajel frekvenciáját programfutás közben, szoftverből lehet beállítani a két lehetséges érték (4 MHz és 8 MHz) egyikére, és bármikor át lehet váltani a másik értékre! Az áramkörök lábkiosztását a **16. ábra** mutatja be. Itt már tobzódott a Microchip az alternatív funkciókban, láthatóan vannak olyan kivezetések, amelyeknek hét különféle feladata lehet! Az órajelet hasonló módon állítják elő ezek az áramkörök is, mint a PIC12F683. A 609-ben is megtalálható két időzítő/számláló, az ezekre épülő CCP egység (Capture/Compare/*PWM*), egy analóg komparátor. A 515 ezeken kívül négycsatornás A/D konvertert is tartalmaznak. A PIC12F615-nél egy újdonságot is felfedezhetünk: az egyébként is alternatív lábfunkciók alternatív kezelését! ATimer1 számláló kapuzójele (Timer1 Gate, *T1G*) a *3*-as vagy a *4*-es lábon át is beküldhető, hasonló módon választható a PWM jelek kilépési pontja is két-tét lehetőség közül. Az *A* jelű PWM kimenet (*P1A*) pl. a kettes vagy az ötös lábhoz rendelhető hozzá. Ez a megoldás igen messzire vezető lehetőség, ezért a későbbiekben még szóba fog kerülni!

A Microchip a PIC16C5x és a PIC16Cxx családok után jelentette meg a PIC17C, majd később a PIC18C áramköröket. Sokan feltételezték, hogy a nyolclábú mikrovezérlők között hamarosan megjelennek ezeknek a családoknak a leszármazottai is. A PIC18F010 és a PIC18F020 felépítését már 2001-ben körvonalazta is a cég. Ez szerint a két mikrovezérlő 8 kivezetéses tokozással készülne majd, 4 Ki×8 Flash programmemóriával, 256×8 SRAM-mal, valamint 64×8 EEPROM-mal. A mikrovezérlőkben a teljes PIC18 magot meg lehet találni, a 16 bites utasításkészlettel, a 31 rekeszes veremmel, a működési frekvencia felső határa 40 MHz.

Elképzelhető az is, hogy a Microchip idő közben letett erről a szándékáról, ugyanis nem jelent meg a piacon ez



17. ábra



18. ábra

a két áramkör, pedig a teljes katalógusuk is elkészült s az interneten át elérhető volt. Jelenleg viszont a Microchip a honlapján keresztül ezekre a típusjelekre semmilyen adatot nem szolgáltat...

Az Intel 8051 mikrovezérlő rövid bemutatása

A Microchip PIC16C5x mikrovezérlői a lehető legegyszerűbb felépítésűek, és nem kezelnek külső adatmemóriát vagy programmemóriát, nem fogadnak külső megszakításkérő jelet (sőt, mint már tudjuk, belső megszakításuk sincs). Ezért úgy tűnhet, hogy ez az áramkörcsalád egyenesen arra termett, hogy nyolc kivezetéses tokokban is megjelenjenek egyes változatai. Amikor a Microchip nyolclábú mikrovezérlői megjelentek, a többi gyártó általában fanyalogva fogadta ezeket, nem jósolta nagy jövőt az újdonságnak. Annál nagyobb volt a meglepetés, amikor a felhasználók egyre nagyobb mennyiségben igényelték az apró vezérlőket. Számos olyan alkalmazás jelent meg, ahol a nagyméretű integrált áramköröket nem is lehetett felhasználni.

A kis elektromos gépek és készülékek elektronikájának professzionális fejlesztőitől kezdve egészen az amatőr barkácsolókig mindenki megtalálta a kicsiny áramkörök alkalmazási lehetőségét. A kis méret és az alacsony ár együttesen lehetővé tették, hogy oda is mikrovezérlőt építsenek be, ahol eddig feleslegesen komoly megoldásnak tekintették. Eljött tehát az idő, amikor más gyártóknak is dönteniük kellett, hogy hozzálátnak-e a nyolc kivezetéses mikrovezérlők fejlesztéséhez.

Különösen érdekes azoknak a gyártóknak a helyzete, amelyek a nagy multú 8051 maggal építették fel áramköreiket. Hogy a nehézségeket jobban tudjuk érzékeltetni, nagyon röviden bemutatjuk a 8051 mikrovezérlőt is.

A 8051 áramkörcsalád tagjai négy párhuzamos portot, két időzítő/számlálót (a 8052 változatban hármat), egy soros kommunikációs portot tartalmaznak, és különböző méretű belső programmemóriát és adatmemóriát. Azt már tudjuk róluk, hogy külső programmemória is és külső adatmemória is csatlakoztatható hozzájuk, ezek a külső tárolók külön-külön 64 Ki méretűek lehetnek! Azt is láttuk (a lábkiosztást a 3.b ábra mutatta be), hogy a belső elemek egy részéhez már a 40 kivezetéses DIL tok miatt nem lehetne hozzáférni, ezért a *Port3* minden pontjának vannak alternatív funkciói is. A belső felépítés vázlatát a **17. ábra** mutatja be.

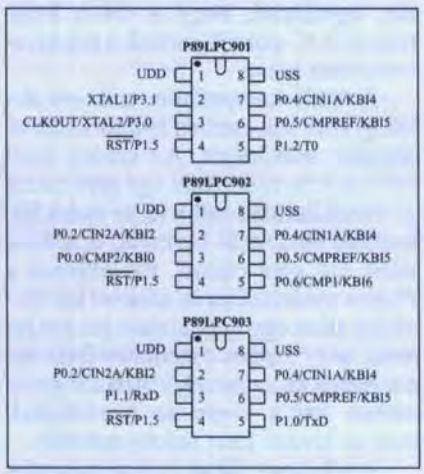
Az időzítő/számlálóknak több különféle üzemmódja van, a soros port (kommunikációs egység, USART) alkalmas RS-232C jellegű aszinkron adatkezelésre is és órajeles szinkron jelek küldésére, fogadására is.

Sajátos szerkezetű ezeknek az áramköröknek a belső adatmemóriája is (**18. ábra**). A belső, programozható elemeket, perifériákat mind speciális funkciójú regiszterekkel kezelik. Az SFR terület ugyanolyan címeken helyezkedik el a SRAM területen, mint a nagyobb változatok (8052) kiegészítő adatmemóriája (azaz a 80–FF címtartományban). A problémát úgy oldotta meg az Intel, hogy az utasításkészletben egyaránt szereplő közvetlen és közvetett címzésű utasítások közül az egyik csoport (a közvetett címzésű) az általánosan használható rekeszeket éri el, a közvetlen címzésűek pedig az SFR területet.

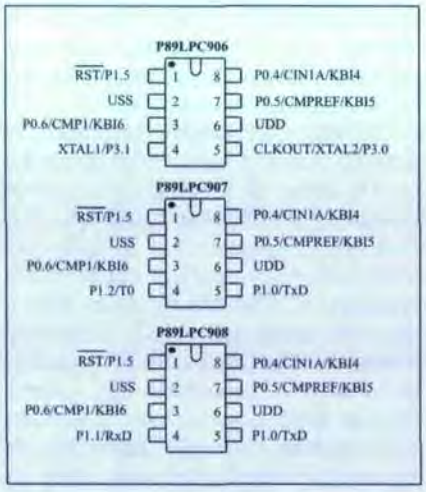
8051-kompatibilis nyolclábú mikrovezérlők a Philipstől

A 8051 maggal rendelkező mikrovezérlők gyártói közül a Philips jelentkezett először nyolclábú változatokkal. Ez a cég már 30 éve forgalmazza másodgyártóként a 8051 mikrovezérlőcsalád tagjait, s folyamatosan alakítja ki saját, a 8051 magjára épülő áramköreit is. A nyolckivezetéses mikrovezérlők megjelenése arra késztette ezt a céget, hogy megpróbálja a 8051 alapú mikrovezérlőket bepréselni a nyolclábú tokba. A próbálkozás sikerrel zárult, megjelentek az első, nyolclábú, 8051 kompatibilis mikrovezérlők!

A P89LPC901/902/903 mikrovezérlők lábkiosztását a **19. ábrán** láthatjuk. Mindenesetre a külső programmemória, adatmemória lehetőségét el kellett vetni, meg kell elégedni a beépített



19. ábra



20. ábra

tárolókkal. Az áramkörök 1 Ki×8 Flash programmemóriával és 128×8 adat-SRAM-mal készülnek. Az adatmemória felépítése hűen követi a hagyományokat, azaz a 18. ábrán látható kialakítást. Ezek az apróságok 2,4...3,8 V tápfeszültségről működnek, de az I/O pontjaikon elviselik az 5 V-os külső jeleket is!

A Philips nyolclábú mikrovezérlőinek érdekessége, hogy egyetlen csipet fejlesztettek ki, aminek 11 csatlakozópontja van. Mindhárom áramkörnél megtaláljuk a két tápfeszültség-csatlakozást és három további pontot (*P0.4*, *P0.5* és *P1.5*).

A három mikrovezérlőnél egységesen hat portcsatlakozót alakítottak ki a toknál, így három láb különböző további belső portponthoz kapcsolódik. Ahol a különböző mikrovezérlőknél azonos portpont szerepel, ott az alternatív funkciók is azonosak. Látható, hogy a Philips egyféle lapkát gyárt a sorozathoz. Az egyes típusok abban különböznek egymástól, hogy a tokon belül más-más IC-pontok vannak a tok kivezetéseihez kötve.

A 8051-kompatibilis mikrovezérlők gyártói sok esetben felgyorsítják az áramkör működését. Az eredeti Intel 8051 mikrovezérlőknél egy gépi ciklus 12 óraciklus alatt zajlik le, az újabb fejlesztésű utódoknál kevesebb óraciklus alkot egy gépi ciklust. Ez jellemző a Philips nyolclábúira is: ezeknél két óraciklus alkot egy gépi ciklust (ez azt jelenti, hogy azonos oszcillátor-frekvencia esetén ez az áramkör hatszor gyorsabban hajtja végre az utasításokat, mint az eredeti Intel mikrovezérlők).

A belső oszcillátor itt is természetes eleme az apró mikrovezérlőknek, de a gyártó újítása, hogy esetenként a külső kvarc használatának még a lehetőségét is megszüntette. Külső rezgőkvarccal működő oszcillátort már csak a P89LPC901-nél találunk (a kvarc frekvenciája 20 kHz...18 MHz közötti lehet), a többi áramkör csak belső RC-oszcillátorral használható. Újdonságokat is beépítettek a mikrovezérlőkbe, pl. mindegyikben működik a futásellenőrző Watchdog-Timer (WDT). A nyomógombokat, billentyűzeteket a *KIB* pontokon át lehet kezelni, ezeknél a külső logikai jel megváltozása megszakítást idéz elő. Az áramkörök mindegyikében megtaláljuk a valós idejű órát (Real-Time Clock/System Timer), egy 23 bites lefelé számlálót, ami elsősorban a kis fogyasztású állapotba kapcsolt áramkörök pontos idő szerinti ébresztésére használható.

Az áramkörök egy (P89LPC901) illetve két (P89LPC902/903) analóg komparátort is tartalmaznak. A komparátorok a referenciafeszültséget, ami lehet külső (CMPREF) vagy belső, összehasonlítják a kívülről bevezetett analóg jel (CIN1A, CIN2A) értékével, az összehasonlítás eredményét programból lehet lekérdezni vagy hardver kimenőjelként lehet hasznosítani (CMP kimenetek). A sorozat minden tagjánál programozható az I/O pontok jellege. A választható megoldások:

- kvázi kétirányú csatlakozás (ez a 8051 mikrovezérlő szabályos I/O megoldása),
- ellenütemű CMOS kimeneti fokozat,
- nyitott drain,
- nincs kimeneti működés (csak bemenet).

A Philips a belső RC-oszcillátort 7,373 MHz frekvenciára kalibrálja a gyártás utolsó fázisában. A kalibrálást a TRIM regiszter tartalma végzi el. A felhasználó maga is állíthat az oszcillátoron, ha átírja ezt a regisztert. A regiszter tartalmának növelése csökkenti az oszcillátor frekvenciáját. A regiszterben hat bit szolgál a kalibrációs adat beállítására. Mivel más vezérlőbitek is találhatók a regiszterben, azok kezelésekor ügyelni kell, hogy a kalibráló adat ne változzon meg.

A sorozat minden tagjában megtalálható a 8051 két időzítő/számláló áramköre, a *Timer0* és a *Timer1*. Külső jellel csak a P89LPC901 esetében lehet a *Timer0*-t léptetni (*T0*). Ugyanez az IC képes PWM előállítására is, ezt a jelet is a *T0* jelzésű lábon lehet megjeleníteni (ilyenkor ez a láb természetesen kimenetként viselkedik).

A P89LPC903-ban megtaláljuk a 8051 USART áramkörét, ami RS-232C jellegű aszinkronsoros átvitelt képes megvalósítani, vagy órajeles szinkron kapcsolatot tud kezelni, ennek az áramkörnek a csatlakozópontjai az *RxD* és a *TxD*.

A P89LP904 2004 nyarán jelent meg, újdonsága a beépített A/D konverter, amelyik kétcsatornás multiplexeren át két analóg jelet képes fogadni.

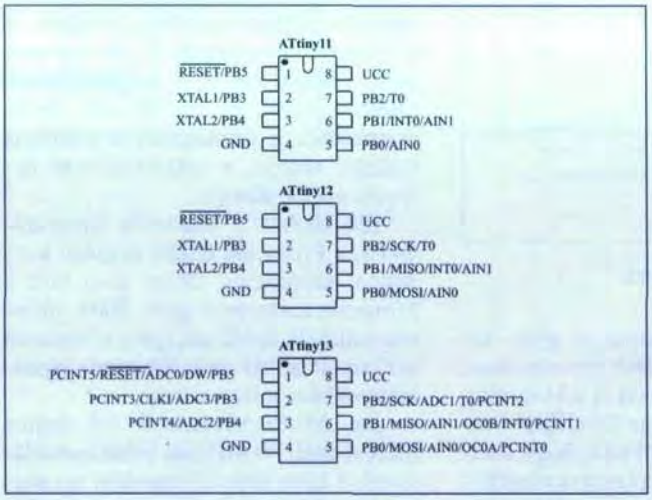
A Philips friss újdonságai a sorozat további tagjai. A P89LP906/907/908 nyolclábú mikrovezérlők tulajdonképpen ugyanazokat a belső elemeket tartalmazzák, mint a P89LPC901/902/903, csak újabb csoportosításokban (**20. ábra**). Az LPC906 ismét lehetővé teszi a külső frekvenciameghatározó elem (kvarc) használatát is.

A Philips megítélése szerint az új mikrovezérlője olyan jól sikerült, hogy olyan változatokat is célszerű forgalomba hozni, amelyek az összes lehetőséget, csatlakozást egyszerre biztosítják. Ezért a nyolclábúak mellett ma már az új mikrovezérlőket 10 és 14 lábú tokban is gyártja, LPC9102 illetve LPC9103 típusjellel.

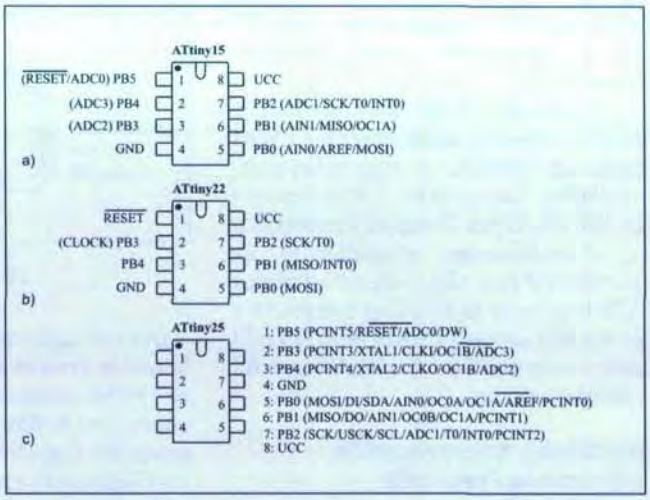
Az Atmel cég ATtiny sorozata

Az Atmel is folyamatosan jelentkezik új, 8051 típusú mikrovezérlőkkel, de népszerű a saját kialakítású CPU-val rendelkező mikrovezérlő-sorozata, az AVR család is. A nyolckivezetéses mikrovezérlőit ATtiny néven forgalmazza, ezeket az AVR típusú mikrovezérlő-maggal fejlesztette ki, PDIP-8 és SOIC-8 tokozással gyártja. Már az első típusban (ATtiny11) is megtalálható az 1 Ki×8 Flash programmemória, a 32×8 SRAM adatmemória és a 64×8 adat-EEPROM, egy nyolcbites időzítő/számláló és egy analóg komparátor, a WDT futásellenőrző egység, valamint a külső megszakítás lehetősége.

Az ATtiny12 és az ATtiny13 különlegessége az SPI szabvány szerinti soros illesztő, ezen át a mikrovezérlő a felhasználói rendszerben, sorosan felprogramozható. Az ATtiny13 még egy 10 bites A/D átalakítót is rejt magában, előtte egy négycsatornás analóg multiplexer fogadja az analóg jeleket. Természetesen a Microchip parányoknál már bevált belső RC-oszcillátort az Atmel áramköröknél is megtaláljuk. Itt



21. ábra



22. ábra

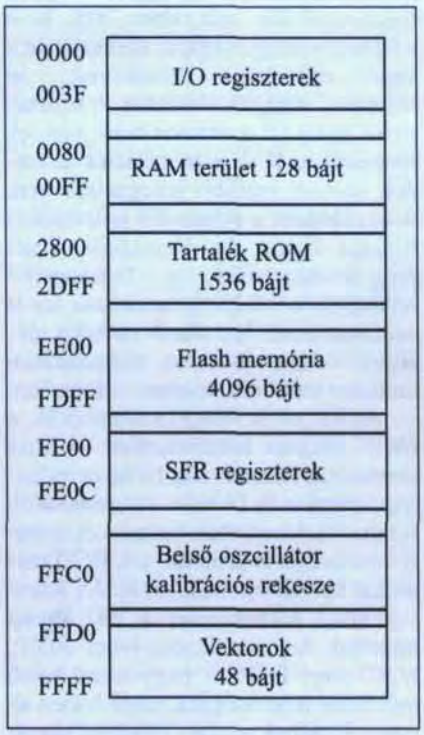
4. táblázat

Típusjel	Memóriaelemek		A/D-átalakító
	Program-EPROM	Adat-SRAM	
MC68HC908QT1	1536×8	128×8	–
MC68HC908QT2	1536×8	128×8	8 bites, 4 csatornás
MC68HC908QT4	4096×8	128×8	8 bites, 4 csatornás

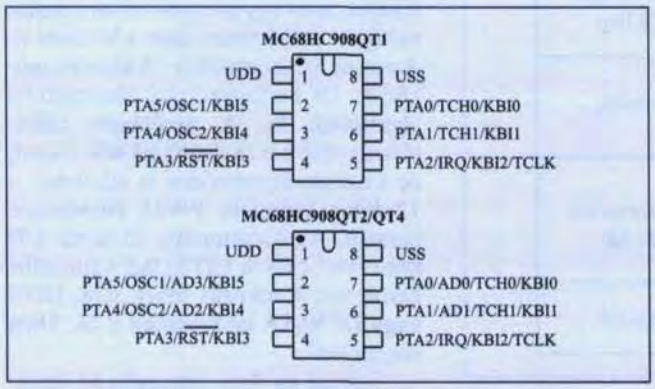
ez a belső oszcillátor 9,6 MHz vagy 4,8 MHz frekvenciájú, belső kalibrációs lehetőséggel, ami ±10%-kal képes a frekvenciát módosítani, a névlegeshez képest. Az ATtiny11/12/13 áramkörök lábkiosztását a **21. ábrán** lehet látni.

A később megjelent ATtiny15 már két időzítő/számláló áramkört is tartalmaz az analóg komparátor és a négycsatornás A/D konverter mellett, SPI portja is van, a belső oszcillátora 25,6 MHz frekvenciájú. Ennek egyszerűsített változata az ATtiny22, amiben nincs A/D átalakító, csak egy időzítő/számlálója van, viszont a RAM területe 128 Byte. Az ATtiny 15 és 22 lábkiosztását a **22.a** és a **22.b ábrán** találjuk meg

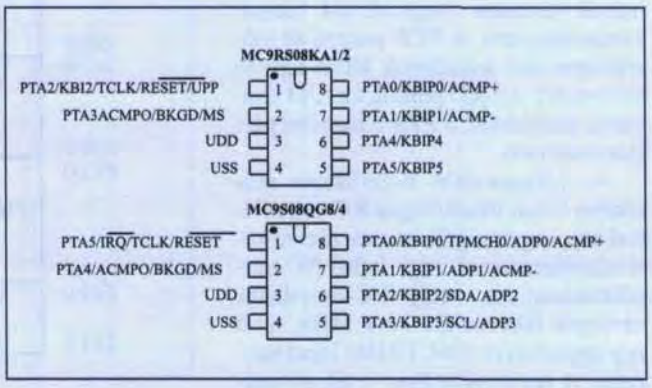
A legfiatalabb Atmel nyolclábú sorozat az ATtiny25/45/85 (**22.c ábra**). Az áramkörök egyforma felépítésűek, a programtároló Flash (2 Ki/4 Ki/8 KiB) és az adatmemóriák, a SRAM (128/256/512 bájt) és EEPROM (128/256/512 bájt) méretében térnek el egymástól, a lábkiosztásuk azonos. Ezeknek az áramköröknek van a legbőségesebb belső elemkészlete, tulajdonképpen mindazt tartalmazzák, ami valamelyik elődjükben megjelent, sőt még néhány kiegészítő egységet is. Ezért ebben a gyűjteményben ezek a



24. ábra



23. ábra



25. ábra

mikrovezérlők rendelkeznek a lábaiknál a legnagyobb számú alternatív funkcióval!

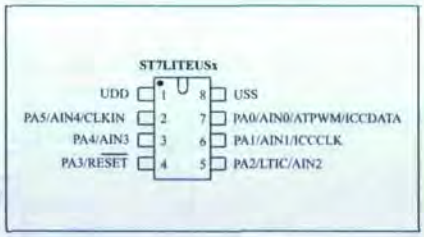
Az áramkörökben levő nyolcbites *Timer0* előosztót tartalmaz és két PWM csatornát biztosít. A nagysebességű, nyolcbites *Timer1* is két PWM kimenetet állít elő, képes Compare üzemmódra is. Természetesen megtalálható az áramkörökben a négycsatornás, tizbites A/D konverter és a analóg komparátor is. Az SPI szinkron soros porton kívül ezek az áramkörök I^2C csatolóval is fel vannak szerelve.

Nyolclábú mikrovezérlők a Motorola/Freescale terméklistáján

A Motorola is nagyhatalom a mikrovezérlők világában, így nem váratott sokáig magára, elkészítette a saját nyolclábú áramköreit, az MC68HC908QTx elemeket. A népszerű MC68HC08 sorozaton belül jelentek meg ezek az IC-k és megőrizték az eredeti sorozat legfőbb jellegzetességeit. A **4. táblázat** a fontosabb jellemzőket foglalja össze. Az áramkörök Flash programmemóriája a felhasználói rendszerben is felprogramozható, soros adatkezeléssel. Két darab 16 bites időzítő/számláló, összetett megszakítási rendszer működik minden változatban.

Az MC68HC908QTx áramkörök, a 68HC magnak köszönhetően 16 bites címmodult használnak, 16 bites indexregisztereket és 16 bites veremmutatót. Az utasításkészletben szorzási és osztási lehetőséget is találunk, sőt, BCD számokat kezelő utasításokat is. Az áramkörcsalád tokbekötését a **23. ábrán** mutatjuk be, a tokozás lehet PDIP, SOIC vagy DFN. A nagyszámú belső működési lehetőségnek megfelelően az egyes IC-lábak sokféle feladatot látnak el. A *KBI* pontok egy klaviatúrakezelő egység csatlakozói; a billentyűlenyomások hatására megszakítást tudnak kezdeményezni. A *TCH* pontok az időzítő/számláló áramkörök külső léptető bemenetei. Az AD pontok az A/D konverter bemenetei, a *PTA* a hatbites párhuzamos port.

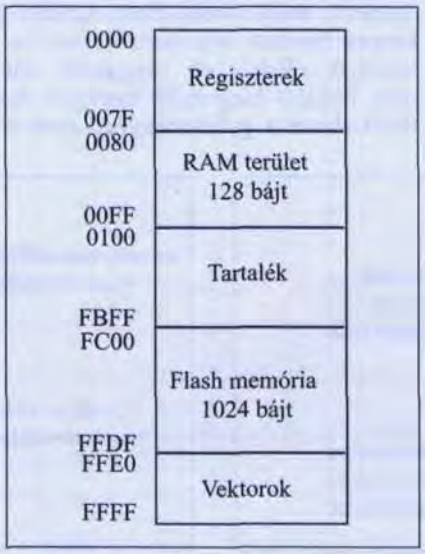
A mikrovezérlő oszcillátora működhet külső időzítőtagos RC-oszcillátorként, vagy rezgőkvarccal, illetve kerámiarezonátorral, vagy belső RC-oszcillátorként. A belső RC-oszcillátor névleges frkvenciája 12,8 MHz, amit egy regiszterrel (OSCTRIM) lehet hangolni. A regiszterbe beírt érték növelése az órajel periódusidejét növeli, azaz



26. ábra

a frekvenciáját csökkenti. A gyári kalibrációs értéket a Flash memóriában, az FFC0h címen helyezi el a Motorola, onnan kell betölteni az OSCTRIM regiszterbe. Ügyelni kell arra, hogy a teljes Flash-törlés ezt a rekeszt is alapállapotba hozza, azaz elvész a beállító érték, törlés előtt ezért a rekesz tartalmát ki kell olvasni és biztonságos helyen el kell tárolni. Sajátos módon a külső időzítésű RC-oszcillátor esetén csak az ellenállást kell külső elemként a mikrovezérlőhöz csatlakoztatni, a kondenzátort belső elemként alakította ki a Motorola, így ez az üzemmód csak egy IC-lábat (*OSC1*) köt le.

A WDT alkalmazásán túl az is a mikrovezérlők üzembiztos működését biztosítja, hogy feszültségcsökkenés, illegális opkód és illegális programcím esetén automatikusan resetelődik az áramkör, s újra felépíti a teljes szoftver rendszert, így a hiba kiküszöbölődik. A Motorola már a mikroprocesszorok fejlesztése során, a hetvenes évek elején sajátos technikát alakított ki, a különböző tárolókat és I/O-elemeket mind azonos módon, memóriarekeszekként kezelték az áramkörei. Ezt a megoldást használják a mikrovezérlőknél is, azaz



27. ábra

egyetlen címtérképen helyezkednek el a különféle memóriaterületek és a speciális regiszterek is. A megszakítások szubrutinjainak és a reset után programrésznek a kezdőcímét a memória legfelső részén, a vektorterületen helyezik el (**24. ábra**).

Idő közben a Motorola félvezetőgyára, a Freescale önálló cégként kezdett el szerepelni. Ötven évig volt a Motorola része ez a gyár, 2004. július óta működik önállóan, így a következő MC nyolclábúak már Freescale gyártmányokként jelentek meg.

Az MC9RA08KA1/2 64 bájtos SRAM-mal, 20 MHz-es belső oszcillátorral, 8 bites időzítő/számláló egységgel és analóg komparátorral vannak felszerelve. A programmemóriájuk Flash, a /1 változatban 1 KiB, a /2 áramkörökben 2 KiB méretű. Az MC9S08QG4/8 mikrovezérlők még nagyobb memóriával készültek. A G4 programmemóriája 4 KiB Flash, az SRAM 256 bájt, a G8 esetében a programmemória már 8 KiB Flash, az SRAM-terület kapacitása pedig 512 bájt. Belső oszcillátorral is, külső frekvencia-meghatározó elemmel (rezgőkvarccal) is működtethetők. A Freescale áramkörök lábkiosztását a **25. ábrán** láthatjuk.

Kisebb mikrovezérlő-gyártók a nyolclábúak piacán

A mikrovezérlők piacán az *ST-Microelectronics* is befutott gyártó. Két nyolclábú áramkörét mutatjuk be, az ST7LITEUS2 és ST7LITEUS5 mikrovezérlőket. Mindkettőben 1 KiB Flash programmemória és 128 bájt SRAM található. Feszültségfigyelő áramkör, WDT lehetőség és illegális opkód-szűrő ügyel a biztonságos működésre. Két belső oszcillátor közül választhat a felhasználó, a CPU legnagyobb működési frekvenciája 8 MHz. Az egyik RC-oszcillátor frekvenciája 8 MHz, amit egy programozható osztóval lehet csökkenteni akár 1 MHz-re is. A másik RC-oszcillátor 33 kHz-en működik. Öt kisfogyasztású üzemmódot alakítottak ki. A nyolcbites időzítő/számláló használható fel WDT-ként, de Capture üzemmódra is alkalmas, a 12 bites számláló PWM lehetőséget biztosít. Az ötcsatornás, 10 bites A/D konverter csak a LITEUS5 változatba került be. A tokozás lehet SO8, DIP8 vagy DFN8. A lábkiosztást a **26. ábra** szemlélteti.

Sajátos módon támogatja az áramkörökkel való ismerkedést a gyártó.



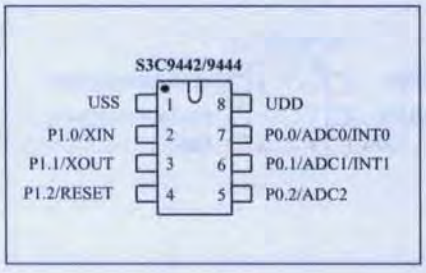
28. ábra

Mikrovezérlőit 16 kivezetéses tokozással is készíti, de csak néhány darabos tételben szállítja ezeket az áramköröket. Az alternatív funkciók nagy része itt külön-külön jelenik meg, így kísérletezésre, ismerkedésre igen alkalmas ez a kivitel.

Az ST-Microelectronics mikrovezérlőiben a Motorola által kialakított címrendszert követte, ez jelenik meg a kis lábszámú áramköröknél is. Az ST7LITEUSx áramkörök címtérképe valóban a Motorola címtérképek közeli rokona (**27. ábra**).

A *Fairchild Semiconductor* ACE1101 mikrovezérlője (**28. ábra**) a gyártó megjelölése szerint ACE áramkör (*A*rithmetic *C*ontroller *E*ngine). Programmemóriája 1 KiB Flash, a SRAM területe 64 bájt, az adat-EEPROM 64 bájtos. Az áramkörben 3 csatornás A/D, WDT, 16 bites időzítő/számláló (PWM és capture lehetőséggel) és belső oszcillátor működik. TSSOP és DIP tokozással forgalmazzák, de kívánságra más tokkal is szereli a Fairchild (SOIC, CSP). A belső RC-oszcillátor frekvenciája 2 MHz, külső időzítő elemekkel (kvarc vagy RC-tag), 4 MHz-es órajellel is működhet. A belső elemeket a Motorolához, ST Microelectronichoz hasonló módon, egyetlen címtérképen lehet elérni.

A *Samsung Electronics* is forgalmaz nyolclábú mikrovezérlőket. Az S3C942/944/952/954 sorozat WDT fu-



29. ábra

5. táblázat

Típusjel	Memóriaelemek		Analóg komparátor
	Flash rogramtár	Adat-SRAM	
PIC10F200	256×12	16×8	–
PIC10F202	512×12	24×8	–
PIC10F204	256×12	16×8	1
PIC10F206	512×12	24×8	1

tásellenőrzőt, 10 bites A/D átalakítót, soros adatátviteli egységet, 2 KiB illetve 4 KiB ROM programtárolót és 208 Bájtos RAM-ot tartalmaznak, a lábkiosztás a **29. ábrán** tekinthető meg. Egyetlen, nyolcbites időzítő/számláló áramköre PWM jel előállítására is használható. Külső 1…10 MHz közötti órajellel is működtethetők, belső RC-oszcillátoruk frekvenciája 3,2 MHz. 8DIP vagy 8SOP tokban rendelhetők.

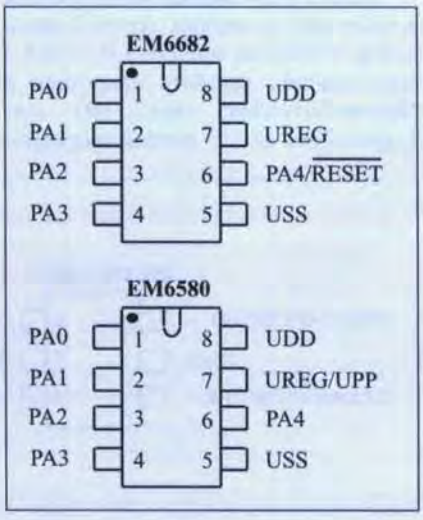
Az *EM Microelectronic* mikrovezérlői kilógnak a sorból, mivel adathosszúságuk 4 bit. Az egyik ilyen négybites IC az EM6682, amelyik a világon az első 1 V-nál kisebb tápfeszültséggel is működő mikrovezérlője! A lábkiosztása a **30. ábrán** található meg. A programtár 1,5 Ki×16 kapacitású maszk programozható ROM, az adatmemória 80×4 méretű SRAM. A belső oszcillátor 32…800 kHz közötti frekvenciákra állítható be. Négybites A/D, soros illesztőegység, feszültségszint-detektor, WDT, 10 bites időzítő/számláló található az áramkörben. A tápfeszültség értéktartománya: 0,9…5,5 V.

Az EM6580 programmemóriája 4 Ki×16 kapacitású Flash, a RAM mérete: 80× 4. Ebben is megtalálható a 4 bites A/D, amit analóg komparátor egészít ki, a tápfeszültsége 2…5,5 V közötti lehet. Egyedi azonosíthatóságát egy 52 bites ID kód biztosítja, amit 16 bites CRC véd kiolvasási hibák ellen. A belső oszcillátorral ennél az áramkörnél is 32…800 kHz közötti frekvenciákat lehet előállítani. A 10 bites időzítő/számláló PWM és Compare működésekre is használható. A kimeneti fokozatok konfigurálhatók CMOS ellenütemű működésre vagy nyitott drain jellegű megoldásra. A **30. ábrán** ennek az áramkörnek a lábkiosztása is látható.

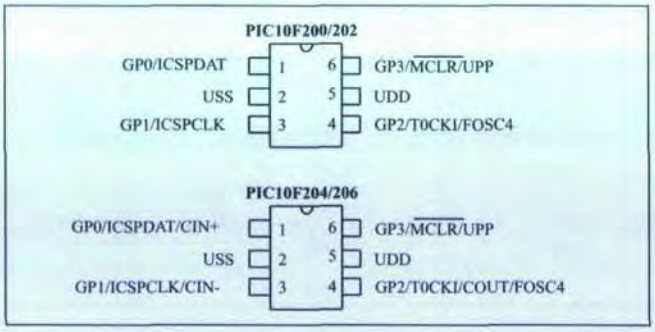
A hatlábú mikrovezérlők megjelenése

A nyolclábú mikrovezérlők sikere ösztönözte arra a Microchipet, hogy még kisebb, még kevesebb csatlakozóponttal tokozott változatokat is kifejlesszen. Így 2004-ben ismét ez a cég gyárthatta a világ legkisebb, általános célra használható mikrovezérlőit, PIC10F20x típusjelzéssel, hatlábú tokozással (**31. ábra**). A hatlábú mikrovezérlők nemcsak a kivezetésszám csökkenése miatt jelentenek újdonságot, hanem azért is, mert egy igen kicsiny SMT tokozást választott a gyártó a mikrovezérlőihez, SOT-23-6 tokban készíti az áramköröket.

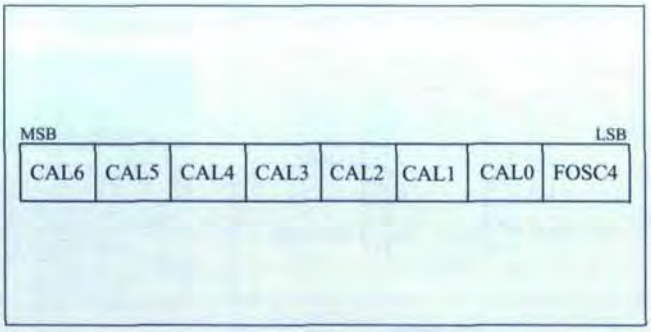
Az SOT-23 eredetileg SMD tranzisztorokhoz kifejlesztett tokozás, három kivezetéssel. A kisméretű feszültségátalakítók és az egykapus digitális IC-k megjelenése óta szívesen használják ezt a tokot úgy is, hogy további lábakat is kialakítanak rajta. A tokozás teste 2,92×1,6 mm felületű, a magassága 1 mm, a kivezetésekkel együtt a nyomtatott huzalozású panelen 2,92×2,84 mm-es helyet igényel. Mindezek alapján joggal reklámozza az új sorozat tagjait a Microchip úgy, mint a világ legkisebb mikrovezérlőit. Az áramköröket DFN tokozással is készíti a Microchip, ekkor a méret még kisebb (2×3 mm).



30. ábra



31. ábra



32. ábra

A korábbi, nyolclábú sorozatoknál először mindig az EPROM programmemóriás változatok készültek el, ez a lépcső most kimaradt. Ennek az egyik oka az lehet, hogy SOT-23 tokozást még egyik cég sem készített kvarcablakos fémkerámia kivitelben, e nélkül pedig az EPROM nem törölhető. Csak OTP változatokkal nem lehet megjelenni, mert nem lenne megoldva a programfejlesztés. Így tehát már a legelső példányok is Flash programmemóriát tartalmaznak.

Az áramkörök fő jellemzőit az **5. táblázat** tartalmazza.

Ezek az áramkörök ismét a PIC16C5x mikrovezérlők magjára épülnek, ennek megfelelő a belső kialakításuk, elemkészletük, amit a PIC10F204/206 esetében egy analóg komparátorral bővített ki a Microchip. Az analóg komparátor a *CIN+* és a *CIN–* lábra vezetett analóg feszültségértékeket hasonlítja össze, az eredményt regiszterben helyezi el, de a *4*-es lábon ki is vezethetjük (*COUT*). A komparátor belső referenciafeszültséggel működik, a bemeneti ofszetfeszültsége 5 mV.

Mind a négy áramkörbe beépítették a valós idejű számlálót. Az apró áramkörök 4 MHz-en működve 0,35 mA-t fogyasztanak, stand-by állapotban a tápáramfelvételük csak 100 nA. Ugyanakkor az I/O pontok meghajtóképessége 25 mA! Mind a négy mikrovezérlő alkalmas a felhasználói rendszerben történő soros felprogramozásra. Minden változatban megtaláljuk a nyolcbites időzítő/számlálót, amit külső jellel is lehet léptetni.

A PIC10F200/202/204/206 mikrovezérlőknél a Microchip is követte a konkurensei ötletét, már egyáltalán nem ad lehetőséget külső hangolóelemmel működő oszcillátor használatára. A belső, 4 MHz-es RC-oszcillátor az OSCCAL regiszterrel hangolható (**32. ábra**). A regiszterben hétbites kalibrációs konstans helyezhető el (*CAL0...CAL6*), a *CAL6* az előjelbit (**0** = pozitív, **1** = negatív), a legnagyobb frekvenciát a 0111111 számmal lehet előírni, a legkisebbet az 1111111 értékkel. Az OSCCAL regiszter legmagasabb helyértékű bitje (FOSC4) **1** értéke esetén a 4-es lábon kilép a néggyel leosztott frekvenciájú órajel.

A PIC10 sorozat legújabb tagjai a PIC10F220/222 (**33. ábra**). A belső RC-oszcillátor frekvenciája 4 MHz vagy 8 MHz értékre konfigurálható. Az áramkörök újdonsága a kétcsatornás, nyolcbites A/D átalakító. A konverter az alaposzcillátor leosztott jelével működik, így a sleep állapotban a konverzió nem hajtható végre.

A fő paramétereket a **6. táblázatban** lehet megtalálni. Ezek az áramkörök is alkalmasak a felhasználói rendszerben történő soros felprogramozásra (ICSP). A mikrovezérlő-gyártók közül a Freescale reagált a leggyorsabban a Microchip újabb lépésére, s az MC9RS08HA1/2 áramkörökkel szintén hatlábú mikrovezérlőket alkotott (**34. ábra**).

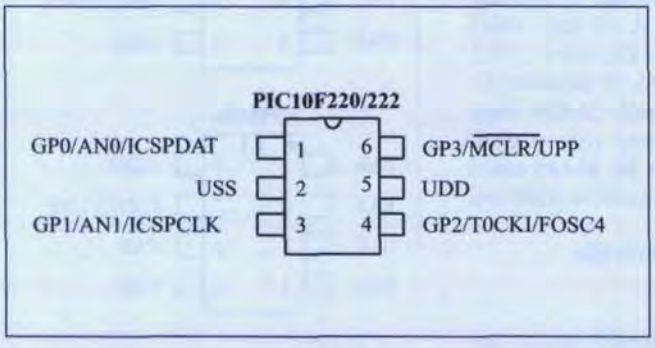
Az áramkörökben a programmemória 1 KiB illetve 2 KiB méretű, a RAM kapacitása 63×8 KiB. A belső RC-oszcillátor frekvenciája 10 MHz. A tápfeszültség 1,8...5,5 V közötti lehet.

Következtetések

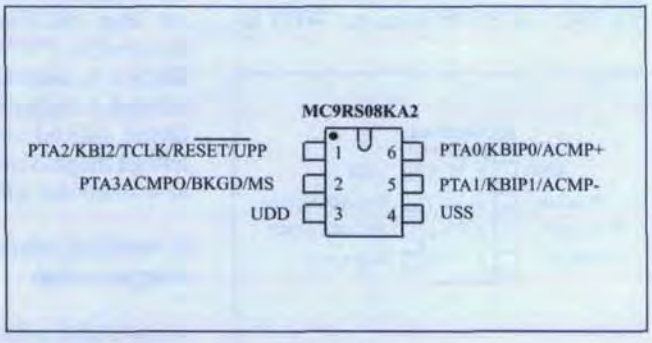
A kis lábszámú mikrovezérlők népszerűsége szinte napról napra növekszik.

6. táblázat

Típusjel	Memóriaelemek		A/D-átalakító csatornaszáma
	Flash rogramtár	Adat-SRAM	
PIC10F220	256×12	16×8	2
PIC10F222	512×12	24×8	2



33. ábra



34. ábra

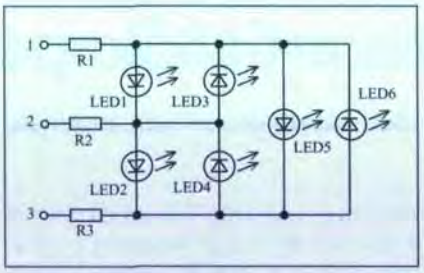
Ha egy digitális elektronika 2–3 IC-t igényelne, már sokszor inkább egy mini mikrovezérlőt alkalmaznak a kapcsolásban. A választék gyorsan nő, egyre hatékonyabbak, nagyobb teljesítményűek ezek az apró kontrollerek.

Ha egy feladat hagyományosan sokpontos csatlakozást kíván, esetenként az új áramkörök alkalmazási lehetősége érdekében újszerű megoldásokat keresnek a feladat kezelésére. Ilyen feladat pl. a nagyobb számú LED kezelése. A legegyszerűbb megoldás, ha a mikrovezérlő egy-egy I/O pontját használjuk fel egy-egy LED hez, n db világító dióda kezeléséhez ekkor n db mikrovezérlőláb szükséges.

Ha mátrixba rendezzük a LED-eket, akkor 4 I/O ponttal még mindig csak négyet, de öttel már hatot is lehet kezelni, hat mikrovezérlő-lábbal pedig akár kilencet is. Igaz, hogy alapvetően egyszerre csak egyet lehet kigyújtani.

A kis lábszámú mikrovezérlők megjelenése után egy újszerű LED-kezelési megoldásról is hírt kaptunk [6, 7, 8]. Ennek segítségével n I/O pont használatával n(n-1) LED vezérelhető, azaz 4 lábbal 12, öt lábbal 20, hat kivezetéssel 30 db! A cikkekből a kapcsolás részletesen megismerhető, itt csak az alapelvet szeretnénk szemléltetni. Ehhez 3 I/O lábat használunk fel, és a **35. ábra** szerint kötjük rá ezekre a hat LED-et. Az áramkör működésének feltétele, hogy két sorbakapcsolt LED már ne világítson, ha a szélső pontjaikra **H**, illetve **L** szint kerül.

A LED-ek vezérléséhet az I/O pontokon 0-t vagy 1-et küldünk ki, illetve egyeseket bemeneti állapotba vezérlünk. Ha a 35. ábrán az 1 jelű pont kimenet, logikai **1** értékkel (**H** szint), a 2 ponton logikai **0** van (**L** szint), a 3 pont pedig bemenet, akkor a LED1 világít. Ha a 3 pont is kimenet, akkor a logikai állapotától függően még egy LED működik. Több LED egyszerre nem kapcsolható be, de ha megfelelő szaporasággal kapcsoljuk be egyenként a szükséges diódákat, a szemünkben egyszerre látszanak világítani. Ilyen módon



35. ábra

hétszegmenses kijelzőt is lehet készíteni (ilyet mutat be a [6]).

Merre fejlődhetnek a kis lábszámú mikrovezérlők? Néhány fejlődési trend már a mai áramkörök megfigyeléséből is kikövetkeztethező.

Mivel a mikrovezérlők többnyire egybites külső jeleket kezelnek, felesleges a nyolcbites belső felépítés. Ezt már felismerte az EM Microelectronics, amikor a nyolclábú áramköröket négybites belső felépítéssel tervezte meg. Elképzelhető, hogy a példát más gyártók is követik majd.

Érdekes lehetőséget rejt a PIC12F615-nél alkalmazott megoldás. Ahogyan leírtuk az áramkör bemutatásakor, egyes alternatív funkciók több láb egyikére konfigurálhatók. Továbbfejlesztve ezt a megoldást, elképzelhető, hogy olyan nyolclábú, hatlábú mikrovezérlőket gyártanak majd, amelyeknél konfigurálással lehet kiválasztani a lehetséges csatlakozópontok közül azokat, amelyeket az adott alkalmazásban a lábakhoz rendelünk (tetszőleges lábakhoz).

Ezt a megoldást a Microchip már használja a nagyobb mikrovezérlőinél! A PIC24FJ64GA004 áramkörcsaládban a 28, illetve 64 lábú tokozás I/O pontjait a belső perifériákkal multiplexereken át kapcsolták össze, s az áramkör konfigurálásakor lehet kijelölni, melyik I/O ponton melyik perifériához lehessen csatlakozni. Ott ezt a megoldást periféria-multiplexelésnek (Peripheral Multiplexing), máskor áthelyezhető perifériáknak (Remappable Peripherals) nevezik.

Ezt a megoldást várhatóan a kis lábszámú mikrovezérlőknél is szélesebb körben fogják alkalmazni. Elképzelhető, hogy nem lesz szükség a sok különféle változat, típus gyártására. A mikrovezérlő kivezetéseit a felhasználó az áramkör konfigurálásakor szabadon hozzárendelheti bármelyik csatlakozóponthoz, az egyetlen megkötés a felhasználható lábak száma lesz.

Amire még számíthatunk, az egyre nagyobb képességű, nagyobb teljesítményű mikrovezérlő-magok megjelenése a 8 és 6 pontos kis tokozásokban.

Felhasznált irodalom

1. Philips Semiconductor: mifare®proX P8RF6016 Secure Dual Interface Smart Card IC Short Form Specification, Revision 1.0, November 2003.
2. Microchip: Low Pin-Count PIC®Flash Microcontrollers DS 41223A 1/04
3. Microchip: Auto-calibration of the PIC12F6XX Internal RC Oscillator to ±1% AN250, DS00250A
4. Eric Lawson: Microchip Introduces the 6-Pin PIC10F – the World's SMALLEST Microcontroller. Jun 1, 2004.
5. Microchip: New PIC18Cxxx Microcontroller with Flash in 8 pins www.futurlec.com/News/Microchip/News8pin... 2004. 07. 30.
6. Dhananjay V. Gadre – Anurag Chugh: Two Digit Counter Fits ina n 8-Pin Microcontroller http://almost.fablab.googlepages.com/counter.pdf
7. Connect 6 LEDs using 3 microcontroller pins www.scienceprog.com/connect-6-LEDs-using-3-microcontroller-pins/
8. Jean Claude Rebic: Complementary LED Drive TB029, DS91029A. 1998 Microchip Technology Inc. 2004. 07. 30.
9. A gyártók Internetes honlapjai:

www.intel.com
www.microchip.com
www.atmel.com
www.infineon.com
www.philips.com
www.motorola.com/semiconductors
www.emmicroelectronic.com
www.fairchildsemi.com
www.freescale.com
www.st.com
www.samsung.com

AGeta
a megoldásszállító..
ALFANUMERIKUS ÉS GRAFIKUS KIJELZŐK
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
ELFA

Nagyfrekvenciás erősítőkapcsolások 1. rész

Bus László okl. villamosmérnök

Az elmúlt 10–15 évben többször jelentek meg nagyfrekvenciás erősítőkapcsolások, kis- és nagyszintű kivitelben, mint például, a „Hobby Elektronika" folyóiratban, valamint az RT Évkönyve különböző évfolyamaiban. Úgy gondoltuk, hogy ezeket a kapcsolásokat célszerű lenne újra csokorba gyűjteni, hogy a barkácsolni szeretők és a távolsági vétel iránt érdeklődők igényét bizonyos mértékig kielégítsük. Ezek a kapcsolások szelektív és szélessávú változatban lettek megépítve. A kapcsolások jellemzője, hogy speciális alkatrészeket nem tartalmaznak, ezért a cikk összeállítása idején viszonylag olcsón megépíthetők. Az RF-erősítő kapcsolások működési sávja a CCIR-URH-tól közel 2 GHz frekvenciáig terjed. A nagyfrekvenciás erősítők szelektív változataínál azt a tárgyalási módot választottuk, hogy először a VHF-sávú, majd az UHF-sávú kapcsolásokat ismertetjük. Ezen cikk 2. részében (a 2009-es RT évkönyvben) kerül sor a nagyszintű, szélessávú változatok bemutatására.

Mielőtt még rátérnénk az egyes szelektív kapcsolások részletes ismertetésére, egy kis kitérőt teszünk. Az alábbiakban a gyakorlatból vett megállapítások érvényesek mindegyik változatra. Ezek az erősítők távoli adó vagy domborzati viszonyok miatt reflexióból vett, mikrovolt nagyságrendű (kis szintű) jeleket erősítenek és a kis jelveszteség érdekében a szabad térben, az antenna közelében kerülnek elhelyezésre. A távoli adók vétele történhet egyedi, nagynyereségű antennával, antennák rendszerbe kapcsolásával vagy antennával és erősítővel együtt. Nem ritka az az eset sem, amikor az egyedi antennákat rendszerbe kell kapcsolni és még antennaerősítővel is ki kell kiegészíteni a konfigurációt. Ugyanezek a variációk érvényesek azokra a vételi helyekre is, ahol nem az adó távolsága, hanem a földrajzi viszonyok (hegyes-dombos vidék, völgyben fekvő település stb.) miatt kicsi a vett jel szintje. A cikkben az utóbbi eseteket állítjuk a tárgyalás középpontjába, azaz a vételi problémák megoldása antennaerősítővel. Ez feltételeket támaszt mind az erősítőeszközzel, mind a vételi helyen vett jellel szemben.

A vett jellel szemben a követelmények:

1.) Elegendően nagy legyen a vétel helyén a jelszint a jó képminőséghez, ez mintegy 45 dBμV bemenő jelnek felel meg.

2.) Megfelelő legyen a jel–zaj viszony a jó minőségű vételhez, ez színes vételnél: 43...45 dB.

Amennyiben valamelyik feltétel ezek közül nem teljesül, akkor a jó minőségű vételt még antennaerősítővel sem tudjuk produkálni, sőt a képminőség még romolhat is!

Az antennaerősítő alkalmazásának kritériumai:

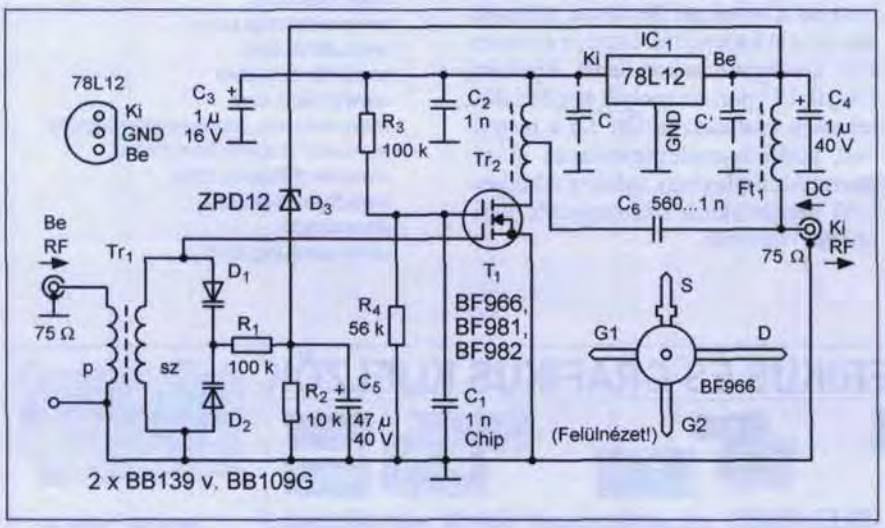
1.) Kis zaj (kisebb legyen, mint a vevőkészüléké).

2.) Elegendő nagy erősítés (amelynek szükséges mértékét az antennalevezető-kábel csillapítása és a vétel helyén a jelszint határozza meg).

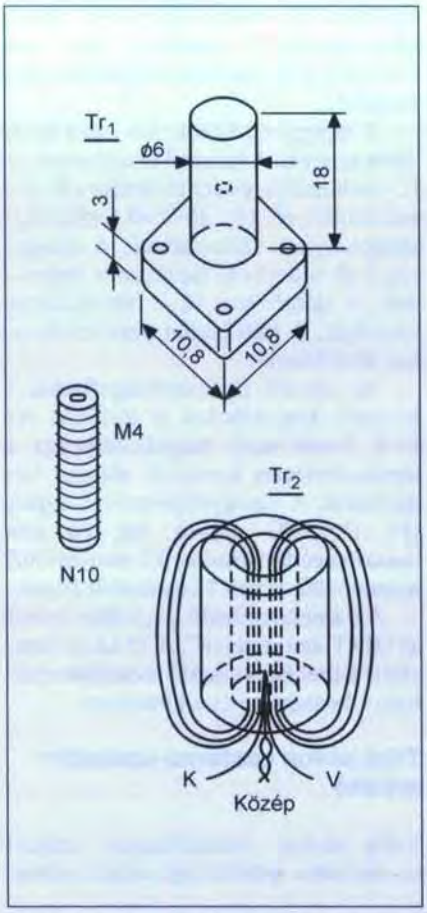
A jó minőségű vétel kérdése a mai gyártástechnológia színvonalán biztosított, mert a kereskedelemben kaphatók már olyan félvezetők, melyeknek zaja a CCIR-URH sávban 1 dB vagy ez alatti, míg a tv-III. sávban 1...1,5 dB körül van (MOS-FET-ek, mikrohullámú tranzisztorok stb.). Ezen kívül jó áramköri tervezéssel a zajtényező minimumra csökkenthető. Kivitelezésüket illetően ezeket az erősítőket időjárásvédett kivitelben kell elkészíteni, ami házilagos „gyártásnál" a kétdobozos változatnak felel meg. A külső doboz anyagának eső, hó, UV-sugárzás stb. állónak kell lennie! Az erősítők dobozanyaga vagy 0,3...0,5 mm vastag ónozott vaslemez vagy 1,6 mm-es, egyoldalon fóliázott nyáklemez.

CCIR-URH erősítő

Az ismertetésre kerülő kapcsolás távhangolt, a CCIR-URH sávban működő változat, melynek elektromos elvi rajzát az **1. ábrán** látjuk. A dual-gate-es MOS-FET földelt-source kapcsolásban dolgozik. A tápfeszültséget 12 V-os stabilizátor (IC_1) tartja állandó értéken, így biztosítva van a stabil munkapont és az erősítő megbízható működése. A C és C' gerjedésgátló kondenzátorokat szaggatottan jelöltük a kapcsolásban, mivel használatuk csak javasolt. A katalógus szerint az IC-hez közel, rövid lábakkal forrasszuk be azokat és kb. 0,47...4,7 μF tantál(!) kondenzátorok legyenek. A kapcsolásban látható C_2, C_3 és C_4 kondenzátorok végzik a tápfeszültség kis- és nagyfrekvenciás szűrését. $U_{G2\text{-}S}$ értékét R_3-R_4 feszültségosztóval állítjuk be, a G_2 elektródát C_1-gyel nagyfrekvenciásan hidegítjük.



1. ábra



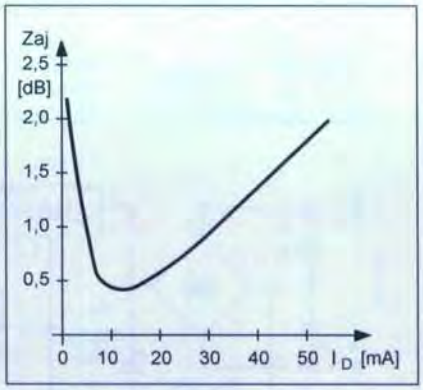
2. ábra

Az erősítő bemenete hangoltkörös (keskeny sávú), ahol a bemeneti transzformátor primer tekercsére érkezik az erősítendő jel. A transzformátor szekunder tekercsének kettős funkciója van: egyrészt részt vesz az aszimmetrikus 75 Ω feltranszformálásában (kevésbé legyen a bemenő kör terhelve), másrészt a bemeneti rezgőkör eleme. A bemenő rezgőkört az RF-trafó szekunder tekercse, a D_1 és D_2 varikapdiódák képezik.

A venni kívánt frekvenciát a kapacitásdiódák hangolófeszültségének változtatásával érjük el a tápegységben levő P_1 potenciométer segítségével. A varikapok egyenáramú beállítása D_3 Z-diódával történik. A kapacitásdiódák munkaponti feszültségét a tápegységben levő P_1 potenciométerrel változtatjuk 3 és 14 V között, mely érték az R_1, R_2 és C_5 komplexum közös pontján mérhető.

A kimenő kör szélessávú, ahol Tr_2 impedancia transzformációt végez az optimális terhelés elérése érdekében, amelynek kiviteli rajza a **2. ábrán** látható. A C_6 kondenzátor csatolja ki az RF-jelet, valamint leválasztja a varikapok hangoló feszültségét a kimenetről.

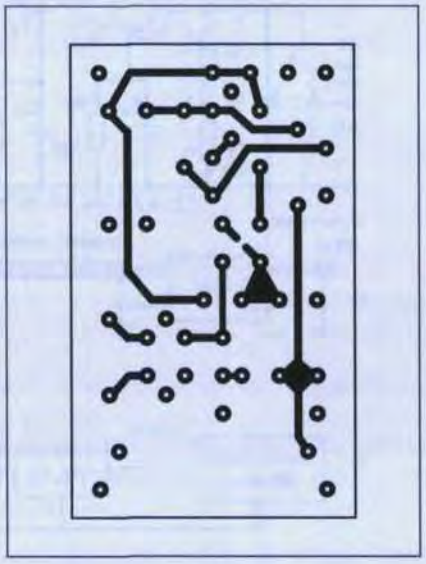
A bevezetően említettük, hogy az erősítő eszköz ebben a sávban 1 dB körüli zajszámot produkál, amit az I_D munkaponti áramnak optimális beállításával érünk el. A zaj függését az I_D áramtól a **3. ábrán** láthatjuk (a diagram GaAs FET-ekre vonatkozik, de a jellege a MOS-FET-ekre is érvényes). Itt jegyezzük meg, hogy a FET-es erősítők egy részénél a maximális erősítésre történő illesztés esete nem egyezik meg a zajminimumra való illesztéssel. Ez azt jelenti, hogy az erősítő más impedanciát kíván a bemenetén maximális erősítéskor és más impedanciát a minimális zajszám eléréséhez. A BF966, BF981 és BF982 típusú MOS-FET-eknél egybeesik e két illesztés. (Utóbbi típus nagyon kedvező áron kapható a HAM-bazárban! – *A szerk.*)



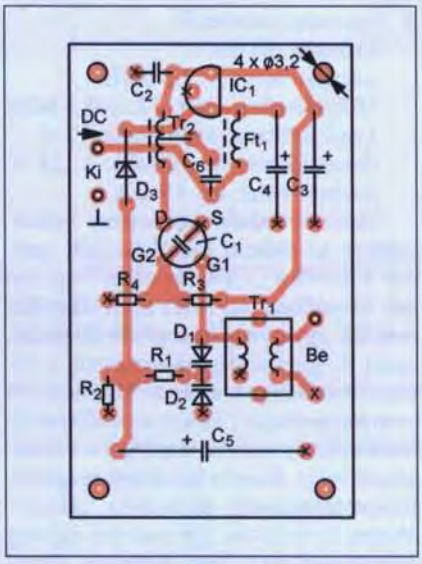
3. ábra

Az erősítő kétoldalasan folirozott nyáklemezre készült, melynek forrasztás oldali nyomtatási rajza **4.a ábrán** látható. A panel másik oldalán megmarad a rézfólia, ez az ún. teleföld. A nyáklemezt 63×38×35 mm belméretű dobozkeretbe forrasszuk be. A panel beforrasztása előtt forrasszuk a kerethez a be- és kimeneti RF-csatlakozókat. Célszerű a bemeneti és kimeneti koaxiális csatlakozót ellentétes típusúra választani, pl. legyen a bemeneten IEC-dugó, míg a kimeneten IEC-hüvely. A nyáklemezt a keret alsó élétől 7 mm-re forrasszuk a kerethez. Az alkatrészeket a földfóliás oldalon ültetjük be a **4.b ábra** szerint. Itt az x-szel jelölt alkatrészlábak a (tele réz) földoldalon forrasztandók, az összes többi helyen előzőleg(!) ki kell süllyeszteni a furatokat, ezzel eltávolítva a rézfólát, hogy az ne érhessen a lábakhoz! Célszerű utoljára Tr_1-et és a két kapacitás diódát beforrasztani. A D_1-D_2 és R_1 közös pontjába forrasszunk egy 0,8 mm átmérőjű, kb. 8...10 mm hosszú, ónozott vagy ezüstözött rézdrótot és ehhez forrasszuk a varikapok megfelelő kivezetéseit. Tr_1 meneteit és a két tekercset lehetőleg szorosan tekercseljük egymás mellé.

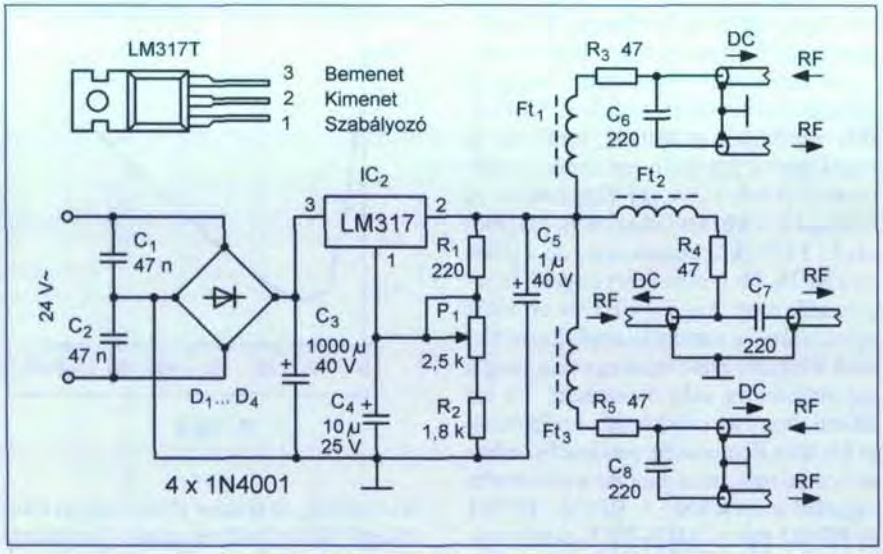
Az RF-trafó menetszáma: $n_p = 2{,}75$, $n_{sz} = 6{,}75$, mindkét tekercs ∅0,5 mm CuL huzalból. A két tekercs tekercselési iránya azonos. A bemeneti transzformátor csévetestének és a hangolómagjának rajza a 2. ábrán látható. A Tr_2 elkészítése ∅5×8-as vagy közel megegyező méretű, N-10-es (KŐPORC, sárga színjelű) ferritgyűrűre 2×3 menettel, ∅0,3 mm CuL huzallal történik, megegyező tekercselési iránnyal, a 2.



4.a ábra



4.b ábra



5. ábra

ábra alapján C_1 chip (kivezetés nélküli) kondenzátor beforrasztása a fólia oldalon (4.b ábra) történik.

A bemeneti trafó beforrasztása után forrasszuk be a szükséges méretre levágott ∅0,8 mm-es ónozott vagy ezüstözött rézhuzaldarabkát, amely összeköti a nyákon található bemenetet és a kimenetet a koaxcsatlakozók belső erével. Az alkatrészek beültetése után következik az erősítő egyenáramú beállításának ellenőrzése: U_{G2S} = 4V (az alkatrészek szórását figyelembe véve néhány tizedvoltos eltérés plusz-minusz irányban megengedhető), U_{DS} = 12 V. Ha a feszültségértékek rendben vannak, ezután kezdjük hálózat analizátorral vagy vobulátorral az antennaerősítő frekvenciamenetét mérni.

A kapcsolás jellemzői:

Erősítés: 30 dB
Sávszélesség: 2...2,5 MHz
Működési frekv. tart.: 72...108,5 MHz
Tápfeszültség (stabilizált): 12 V
Hangolófesz. (stabilizált): 3...14 V
Áramfelvétel: kb. 15 mA

Műszerezettség hiányában behangolásra az otthoni rádiókészülék szolgál. Először a CCIR-sáv alján vagy ennek közelében (88 MHz környéke) keressünk egy gyengén fogható állomást, majd P_1-gyel addig változtassuk a kimenőfeszültséget, amíg az állomásra rá nem hangoltunk.! Ekkor a beállított állomás tisztán vehető, esetleg kis sustorgással (zaj). Most a bemeneti rezgőkör hangolómagjának állításával „élesre" állítjuk az erősítőt, így a zavaró zaj alig észrevehető vagy meg is szűnik. Ezzel megtörtént az erősítő behangolása. A sávátfogás ellenőrzése érdekében állítsuk vevőnket 108 MHz környékére és keressünk szintén egy gyengén fogható adót, majd végezzük el az előbbi hangolási lépéseket.

Tápellátás. Az erősítő tápfeszültsége a levezető koaxiális kábelen és az Ft_1 fojtón át érkezik IC_2 bemenetére a tápegységről (1. ábra). Ft_1 biztosítja a táptáplálást. Ft_1 adatai: ∅2×12-es ferritrúdra készül 25 menettel, ∅0,2 mm CuZ-ből, azaz zománc szigetelésű rézhuzalból.

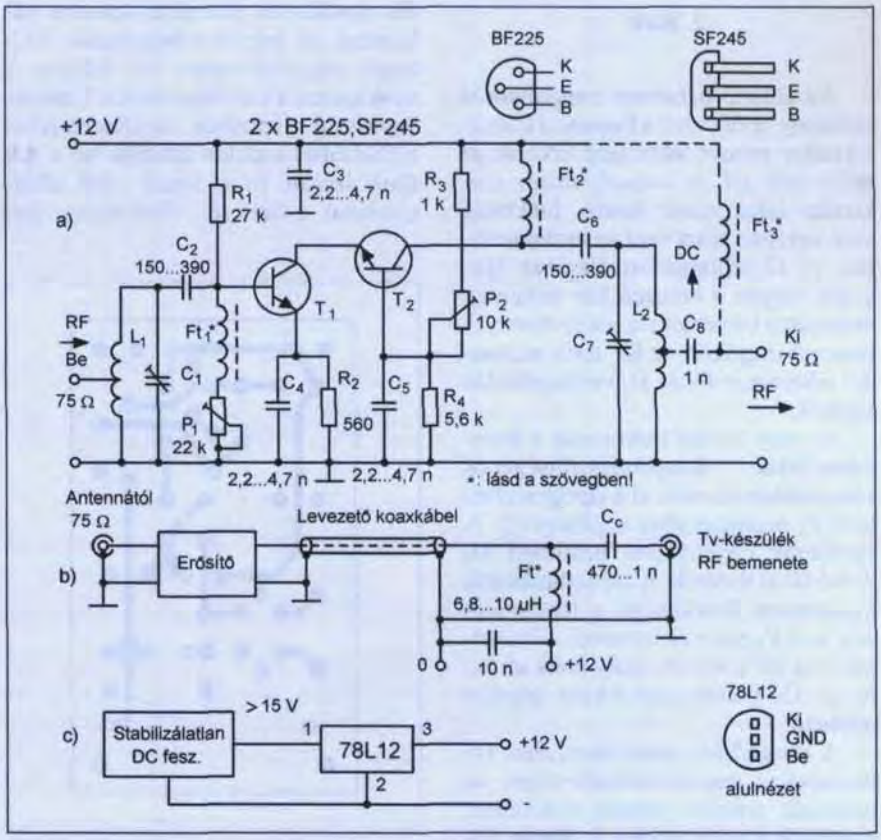
A tápegység kapcsolási rajza az **5. ábra** szerinti. A kimenő feszültséget az IC_2 stabilizálja, és ennek értéke a P_1 potenciométerrel 15...26 V-os feszültségtartományban változtatható. A tápegység 3 db előerősítő táplálására méretezett. A stabilizátor IC_2-t hűtőfelületre szereljük. A hűtőfelület nem érintkezhet földfóliával!

Az erősítő tápfeszültségellátása a levezető koaxkábelen át történik. Az Ft-R kombináció megakadályozza a tápfeszültségen keresztül történő begerjedést. A tápegységben levő fojtók (Ft_1...Ft_3) ∅3 mm-es, kb. 10 mm hosszúságú ferritrúdra, 0,3 mm-es CuZ huzalból tekercselt 12 menetből állnak.

Az antennaerősítő 28,5 dB-t erősít az OIRT-sáv „tetején". A 75 Ω-os, koaxiális kábel közvetlenül rácsatlakoztatható a bemenetre és a kimenetre.

Többsávos csatorna-szelektív erősítő

Több sávban működőképes, csatorna-szelektív erősítő kapcsolását mutat-



6. ábra

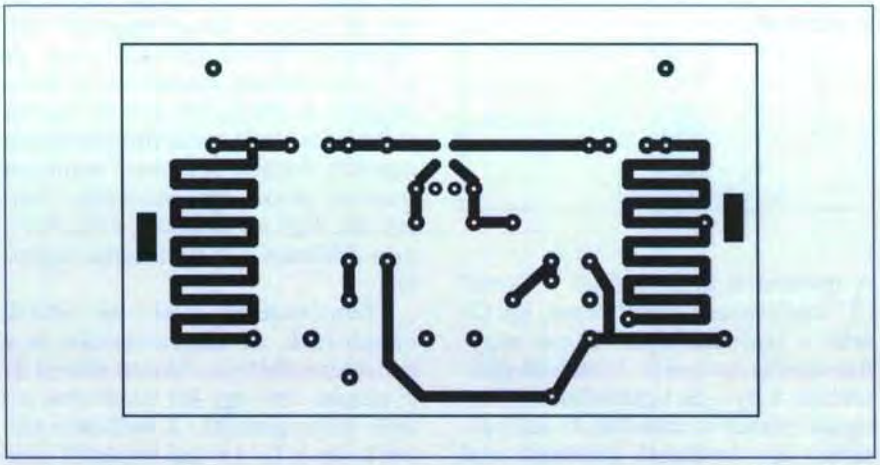
1. táblázat

$C_1 = C_7$	6...25 pF	144 MHz-es amatőrsáv, VHF III: 174...230 MHz
	8...40pF	URH FM felső sáv: 100...108 MHz, 144 MHz-es amatőrsáv, VHF III:: O9-es csatorna
	10...60 pF	URH FM:87,5...108 MHz, 144 MHz-es amatőrsáv, VHF III: O6-os csatorna

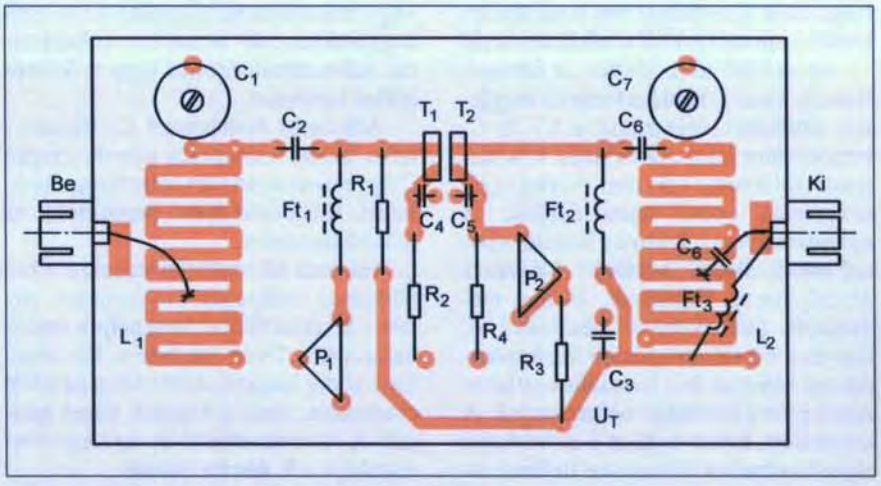
ja a **6.a ábra**. A kétfokozatú erősítő kaszkód kapcsolású, amely egyszerre két előnyös tulajdonságot is egyesít magában: a nagy teljesítményerősítést és a magasabb határfrekvenciát. Nagyfrekvenciás erősítőknél közismert dolog, hogy a kimenet visszahat a bemenetre. Ezt a gyakorlatban árnyékoló lemez alkalmazásával küszöbölik ki. Itt erre most nincs szükség, mert T_2 bázisa nagyfrekvenciásan földelve van. A kapcsolás másik sajátossága, hogy a bemeneten és a kimeneten levő párhuzamos rezgőkör induktív tagja szalagvonalas kialakítású.

A bemeneti rezgőkörre kerülő nagyfrekvenciás jel a középleágazású L_1 (autotranszformátoros megoldású) tekercsről C_2-n keresztül rákerül a T_1 bázisára. Ebben a fokozatban történik tulajdonképpen a bejövő jel felerősítése. A második fokozat végzi a „leárnyékolást", ami egyúttal a stabil működés feltétele (nincs kedvezőtlen visszahatás). T_2 kollektoráról a C_6 csatoló kondenzátoron keresztül a felerősített jel rákerül a kimeneti rezgőkörre. Ugyanúgy, mint a bemeneten, itt is autotranszformátoros megoldású a jel kicsatolása. C_1 és C_7 kerámia trimmerkondenzátorokkal állítjuk be a venni kívánt csatornát. Az erősítő +12 V-os stabilizált tápfeszültségről üzemel. A T_1 tranzisztor T_2-vel egyenáramúlag (a táplálás szempontjából) sorba van kapcsolva.

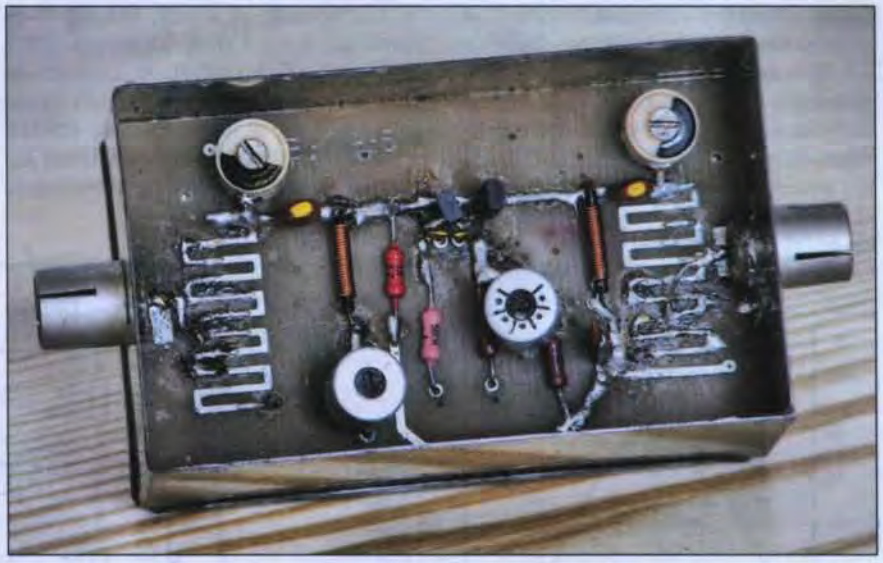
Az áramkör akkor van jól beállítva, ha a két tranzisztoron kb. azonos a feszültségesés. T_1 tranzisztor bázisának feszültségét változtatható feszültségosztóval állítjuk be, a P_1 potenciométerrel. Ft_1 fojtónak gerjedésgátló szerepe van. A C_4 kondenzátor nagyfrekvenciásan hidegíti az R_2 emitterellenállást. T_2 bázisa szintén egy feszültségosztóról kapja a működéshez szükséges feszültséget, melyet a P_2 potenciométerrel állítunk be az optimális értékre. (Ha például 6 V-ot állítunk be, akkor majdnem 1 dB-lel csökken az erősítés és a sávszélesség is megnövekszik). Az R_4 bázisellenállást a C_5 hidegíti nagyfrekvenciásan, a C_6-on keresztül az RF-jel rákerül a kimeneti rezgőkörre. C_6-nak egyenfeszültség leválasztó szerepe is van. Az Ft_2 a tápfeszültség vezeti T_2 kollektorához. Az áramkör tápfeszültségének bevezetése egy 2 mm széles, hosszú fóliacsíkkal történik, ami egy nagyfrekvenciás fojtó szerepét tölti be (kb. 15...20 nH induktivitást képvisel).



7. ábra



8. ábra



2. táblázat

$U_t = +12$ V		
T_1	$U_{B1} = 1{,}66$ V $U_{E1} = 0{,}96$ V	$I_{C1} = I_{E2} \approx 2$ mA
T_2	$U_{B2} = 5{,}75$ V $U_{C1} = U_{E2} = 5{,}1$ V	

A nyomtatott kivitelű fojtó a C_3-mal „T" aluláteresztő szűrőt képez, így kiszűri a tápfeszültségen érkező nagyfrekvenciás zavarokat. Az erősítő elkészíthető helyi- és táptáplálással. Távtáplált esetben az áramkört ki kell egészíteni egy leválasztó kondenzátorral és egy fojtóval (C_8 és Ft_3). A távtáplálás rajzát a **6.b ábrán** adjuk meg, mely megoldást a továbbiakban ismertetésre kerülő kapcsolásoknál is alkalmazható!

Az erősítő több sávban is üzemeltethető, ha az **1. táblázat** szerint megfelelő értékeket választunk a C_1 és C_7 kondenzátorokra, Az erősítőt kétoldalasan fóliázott, 1,5 mm vastagságú, üvegszálas epoxi lapra építjük. A nyomtatási rajz a **7. ábrán** látható, a panel másik oldala „teliföld". Először a 85×50 mm-es belméretű, 40 mm magasságú dobozkeretet készítsük el, melynek 50×40-es oldalait középpontjukban kifúrjuk és a koaxiális csatlakozókat ezen a furatokba beforrasztjuk. A kimaratott, kifúrt nyákot a dobozkeret aljától számítva 10 mm-re beforrasztjuk a keretbe. A nyáklapra ezután a **8. ábra** (és a **fotó**) szerint ültetjük be az egyes áramköri elemeket. Elsőnek a tranzisztorokat helyezzük be, figyelve a helyes bekötésükre (álló helyzetben, minimális lábhosszakkal), majd az ellenállásokat, fojtókat, kerámia trimmereket, kondenzátorokat, legutoljára a két potenciométert. (Ettől a sorrendtől el lehet térni, de a könnyebb beforrasztás érdekében a potikat hagytuk utoljára.) A nyákon látható egyedül álló forrszemek földelési pontok! Az L_1 és L_2 végén látható forrszemeken pedig dugjunk át ∅0,6...0,8 mm-es ónozott rézhuzaldarabkát, majd forrasszuk oda mindkét oldalról. A teljesen beültetett áramkört először egyenáramúlag ellenőrizzük. Egy jól működő példányon a mért értékeket a **2. táblázatba** foglaltuk.

Természetesen ezek az adatok irányértékek, az alkatrészszórást és a tranzisztorpéldányok közötti eltérést figyelembe véve egy-két tizedvoltos eltérés megengedhető. A beültetési rajzon L_1-en és L_2-n x-szel megjelölt ponton történik a bemenet és a kimenet galvanikus bekötése (1 mm-es ónozott vagy ezüstözött huzaldarab).Az erősítő nagyfrekvenciás bemérése vobulátorral, hálózatanalizátorral vagy tv-készülékkel történhet.

Műszeres bemérésnél C_7 trimmerrel a kívánt csatornára állunk, ezután C_1-gyel maximális átvitelre hangolunk. Ezzel tulajdonképpen megtörtént az erősítő bemérése.

Ha nem áll rendelkezésünkre a beállításhoz szükséges mérőműszer, akkor a tévékészüléket használjuk mérőműszernek. Ilyen esetben a két trimmert addig hangoljuk felváltva az adott csatornára, amíg a legjobb képet kapjuk. A csatornaerősítő átviteli karakterisztikája a **9. ábrán** látható.

Minden ellenállás 0,25 W-os fémréteg, a trimmer-potenciométerek P7272 típusok. A fojtók: ∅1,6 mm-es ferritrúd, l = 14 mm, 25 menet ∅0,2 mm-es CuZ huzalból, a csatoló és hidegítő kondenzátorok kerámia tárcsa típusok, míg a hangolhatóak szintén kerámia kondenzátorok. Távtáplált kivitelnél a behangolás után forrasszuk be C_8-at és Ft_3-at.

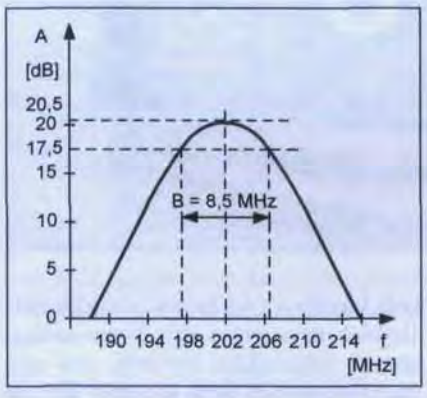
Megjegyezzük, hogy a 2 m-es amatőrsávban minden módosítás nélkül használható az erősítő. Ebben a frekvenciatartományban az elérhető max. erősítés 21 dB körüli. Mivel kisszintű jelek erősítéséről van szó, ezért a tranzisztorok a zajminimumhoz tartozó munkapontba lettek beállítva.

Csatorna-szelektív erősítők a VHF III. sávra

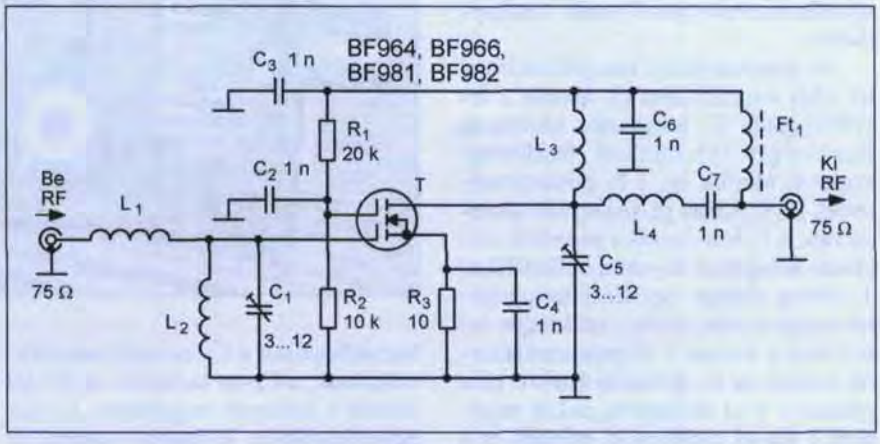
A következő kapcsolás egyfokozatú, dual-gate-es MOS-FET-tel felépített csatornaszelektív erősítő, amelynek elvi rajza a **10. ábrán** látható.

Az áramkör működése röviden a következő: a MOS-FET-es erősítő földelt source-ös kapcsolású, s az egyenáramú beállítás az R_1, R_2 és R_3 ellenállásokkal történik. Ezekkel az elemekkel a munkaponti I_D áramot úgy állítjuk be, hogy az a zajminimum helyére essen. (A BF960-as sorozatú és a BF981, 982 MOS-FET-eknél a zajminimum és az erősítés maximum szerencsésen egybe esik.) A C_2 és C_4 kondenzátorok nagyfrekvenciásan hidegítenek, míg C_3, C_6 a tápfeszültség szűrését végzi. A kapcsolás be- és kimenetén levő szűrőnek az induktív tagja nyomtatott áramköri technikával készült. A MOS-FET egyenáramú táplálását biztosító keskeny, hosszú fóliacsík nagyfrekvenciásan fojtóként viselkedik, a hozzáforrasztott C_3-mal, C_6-tal aluláteresztő jellegű π-szűrőt képez.

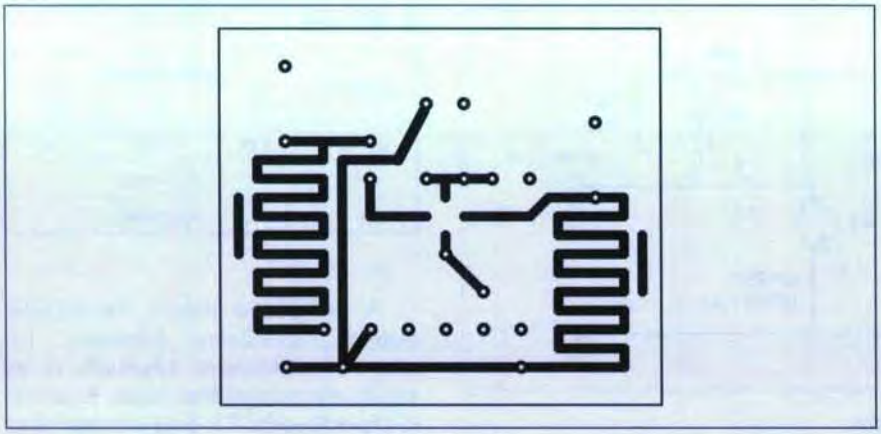
A kapcsolás további érdekessége, hogy mind a bemenettel, mind a kimenettel sorosan kapcsolódik egy-egy tekercs (L_1 és L_4), melyeknek kettős feladatuk van. Egyrészt a sávszűrőket (rezgőköröket) ne 75 Ω terhelje, másrészt az átviteli karakterisztika meredekségét növelik. C_1 és C_5 trimmerek-



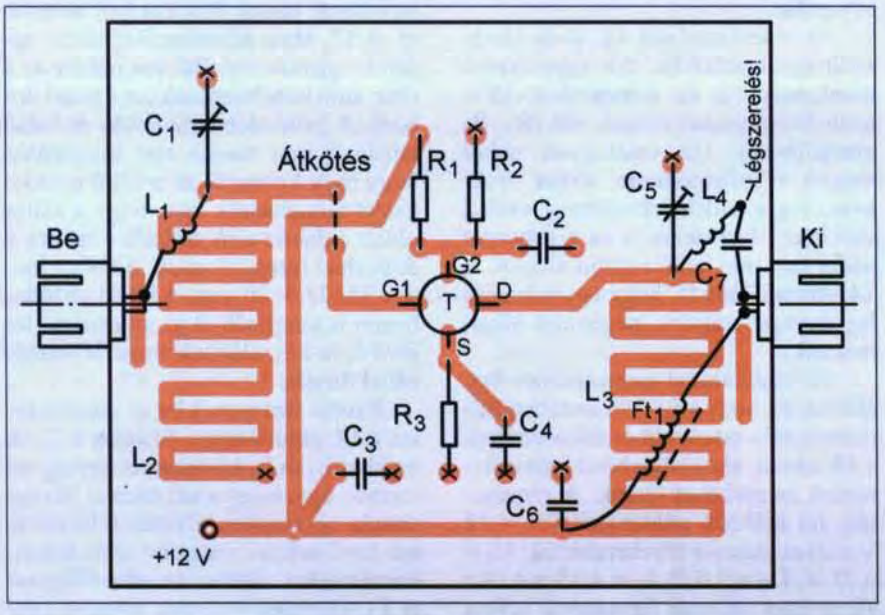
9. ábra



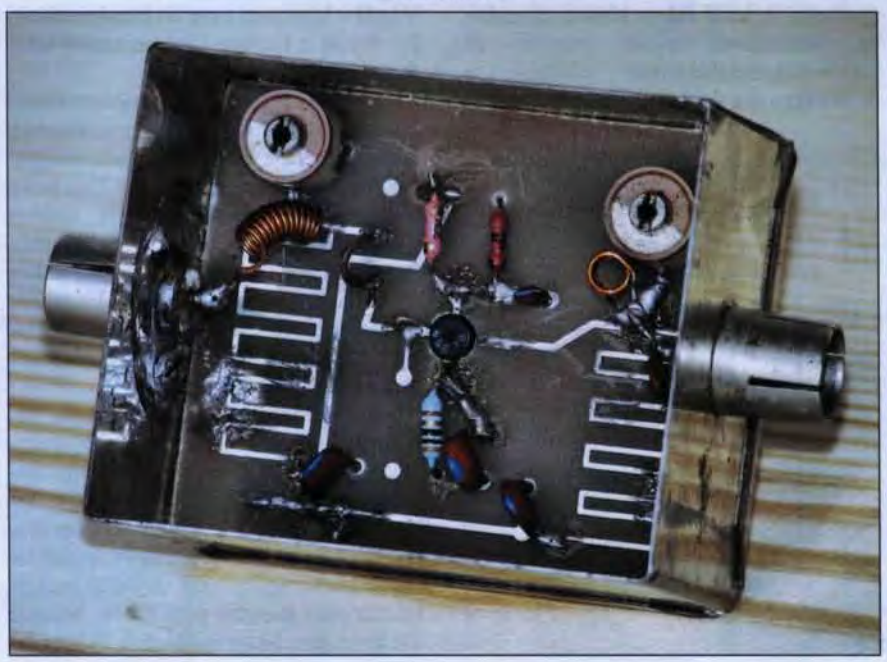
10. ábra



11. ábra



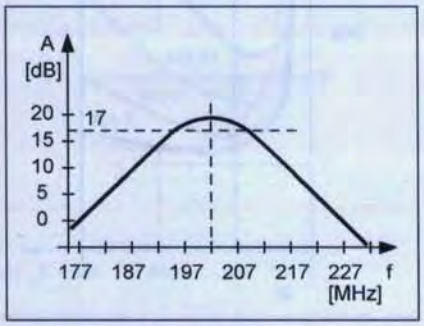
12. ábra



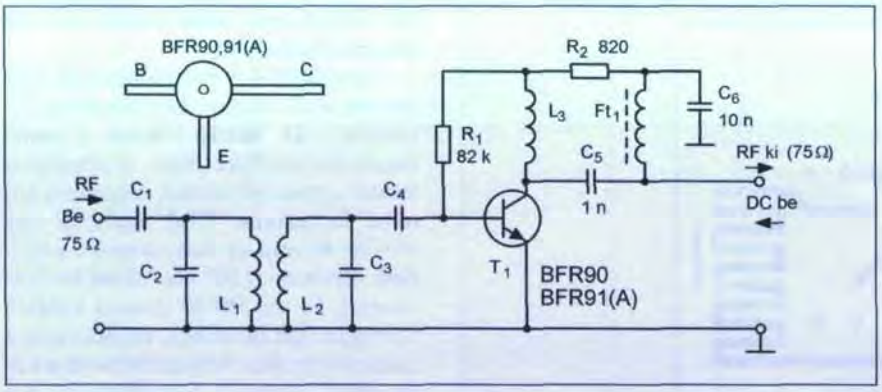
kel állítjuk be a venni kívánt csatorna középfrekvenciáját.

Az erősítő 1,5 mm vastagságú, kétoldalas nyáklemezre készíthető el, fóliarajza a **11. ábrán** látható. A panel másik fele telefólia (föld). A kétoldalas lemezt a nyák méretének megfelelő keretbe forrasztjuk. Első lépésben egy 60×50×40 mm-es dobozkeretet készítünk. Elsőnek az RF-csatlakozókat forrasztjuk be az 50×40 mm-es oldalak közepébe fúrt furatokba, majd ezután a furatozott nyákot helyezzük be és a keret aljától 10 mm-re hozzáforrasztjuk a kerethez (a telefóliás oldal a föld). Az alkatrészek a nyomtatási oldalon kerülnek beforrasztásra a nagyfrekvenciás szerelésnek megfelelően: rövid lábakkal. A tranzisztornak egy ∅5 mm-es furatot készítünk és ebbe helyezzük bele. Az áramkör alkatrész-beültetési rajzát a **12. ábra** mutatja és az erősítő **fotója** is segíthet az eligazodásban. A földpontra forrasztandó kivezetéseket a beültetési rajzon x-szel jelöltük. Az ellenállások 0,125 W terhelhetőségűek, a hidegítő kondenzátorok kerámia, tárcsa típusok, míg az állíthatóak kerámiatrimmerek. L_1 és L_4 tekercseket ∅3,5 mm-es magon készítjük el ∅0,5-es CuZ huzalból 12 menetet tekerve. Ft_1 fojtó adatai: ∅1,6 mm-es ferrit, l = 14 mm, 25 menet ∅0,2 mm-es CuZ huzalból. Az erősítőt távtápláltan építsük meg, ennek rajzát a 6.b ábrán láthatjuk.

Az elkészített áramkört tápfeszültségre kapcsolva egyenáramúlag ellenőrizzük és jó működésnél ezen értékeket mérhetjük U_t = 12 V esetén: U_S = 0,1 ±01 V, U_{G2} = 4 ±0,2 V, I_D = 10...11 mA. Ezután következhet az erősítő bemérése vobulátorral vagy hálózatanalizátorral. A kívánt csatornára C_1 és C_5 váltogatott állításával hangolunk rá. A **13. ábrán** látható frekvenciamenetnek megfelelően maximális erősítésre hangoljuk a csatorna középfrekvenciáját. L_1 és L_4 tekercsekkel állítjuk be a sáv-



13. ábra



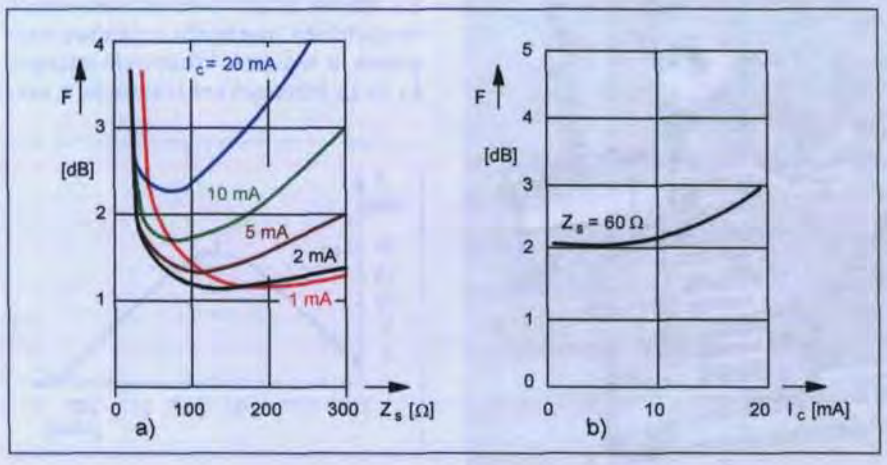
14. ábra

szélességet (összenyomjuk, illetve széthúzzuk a meneteket). Műszerezettség hiányában a beállítást „szemre" kell elvégezni, azaz a tv-vevőn optimális képminőségre való hangolással. Az elérhető erősítés a teljes VHF III. sávban 20 ±0,5 dB, a sávszélesség (–3 dB-es pontok) 15...18 MHz, zajszám az alkalmazott MOS-FET-től függően 1...1,5 dB (katalógus adat).

A **14. ábrán** látható kapcsolás egyfokozatú, földelt emitteres változat. A bemeneten található két párhuzamos rezgőkörből és két csatoló kondenzátorból álló szűrő fogadja a beérkező RF-jelet. A párhuzamos rezgőkörök induktív csatolásban vannak egymással. C_1-nek és C_4-nek a jel be- és kicsatolásán kívül az antenna-levezetőkábel, valamint T_1 tranzisztor bemenet terhelő hatásának csökkentése is feladata. A felerősített RF-jelet C_5 csatolja ki a kimenetre. L_3-nak terheléskompenzáló hatása van, mivel a kimenet szélessávú. A fokozat az Ft_1 fojtón keresztül kap tápfeszültséget. Az Ft_1-C_6 „L"-tagú szűrőt képez és csökkenti a tápfeszültség vonalon érkező nagyfrekvenciás zavarokat.

Az antennaerősítő 12 V-os tápfeszültségről működik. Az egyenáramú munkapontot az ún. automatikus előfeszítő kapcsolással állítjuk elő (R_1, R_2 ellenállások). Ha valamilyen okból megnő a kollektoráram, akkor csökkenni fog a kollektorfeszültség, ezáltal csökken a bázisáram, s ez a folyamat addig tart, míg beáll a stabil állapot. A 14. ábrából látható, hogy egyenáramúlag áramgenerátoros meghajtást alkalmazunk.

Az egyenáramú munkapontot úgy állítjuk be, hogy a BFR90 esetében zajminimumba essen, ehhez felhasználtuk a **15. ábrát**, ahol különböző paraméterezésű zajgörbéket látunk. A megépített, jól működő példánynál (U_t = 12 V-nál) az alábbi értékeket mértük: U_B = 0,75 V, U_C = 7,6 V, I_C = 4,85 mA. Az alkatrészek szórását figyelembe véve a fenti értékektől ±10% eltérés megengedhető. A VHF III-as sávú csatornákra elkészíthető erősítő csatoló- és frekvenciameghatározó elemeit a **3. táblázatba** foglaltuk.



15. ábra

3. táblázat

Alkatrész	VHF csatornák		
	10	11	12
C_1–C_4	1,5 pF	1,2 pF	1 pF
L_1, L_2	11,5 menet		
L_3	4,5 menet		

A **16. ábrán** látható fóliarajzolat alapján, egyoldalon folirozott, 1,6 mm-es nyáklemezre készítsük el az erősítő nyomtatott áramkörét. Az erősítő képes fogadni RF-jelet szimmetrikus vagy koaxiális kábelről egyaránt. Az elkészített, de még alkatrészeket nem tartalmazó panelt dobozba kell beépíteni. A **17. ábra** alkatrész-beültetési rajzán szaggatott vonallal van jelölve az a rész, amit bedobozolunk (ez a belső doboz). A belső doboz homlok- és hátsó lapján 2 mm magas rést készítsünk, hogy ezek keresztül az erősítő nyáklemezét átdughassuk úgy, hogy a fóliás oldalt a doboz alsó szélétől 4 mm-re a dobozhoz forraszthassuk. A doboz mérete 35×28,5×20 mm. A külső védődobozon is készítsük el az antennáról lejövő és tv-készülék felé menő levezetőkábel furatát.

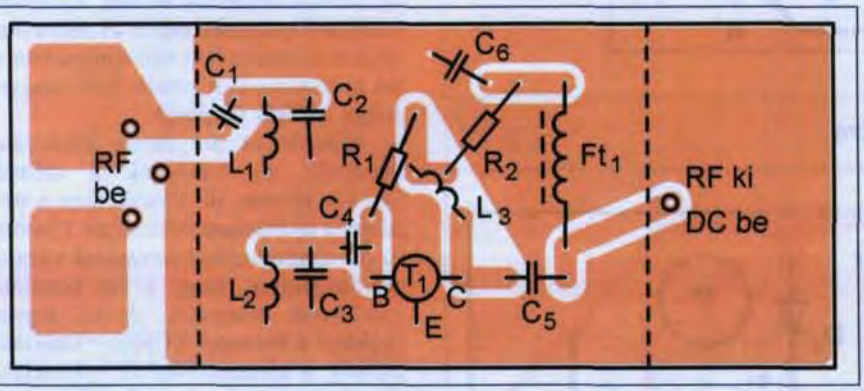
Ezután forrasszuk be az alkatrészeket a 17. ábra alapján. Elsőnek a T_1-et, majd az L_1 és L_2 tekercseket egymással szembe úgy, hogy a két tekercs középvonala egybeessen. Ezután a bemeneten levő szűrő-, valamint csatolókondenzátorokat, illetve az ellenállásokat és L_3 tekercset, melynek menetei egymáshoz szorosan legyenek tekercselve. Végül a kimeneti csatoló kondenzátort, Ft_1 fojtót a tápfeszültséget szűrő kondenzátorral.

12 V-os tápfeszültség mellett ellenőrizzük az egyenáramú munkaponti adatokat. Ha a közel 5 mA-es munkaponti kollektoráramot nem tudjuk beállítani, akkor első lépésben R_1 értékét csökkentjük, ha az áram kisebb. Amennyiben az áram nagyobb, akkor R_1 értékét növeljük, majd R_2 értékét is változtatjuk (ha szükséges) az előbbiek szerint, hogy a kívánt 5 mA-es munkaponti áramot beállítsuk.

Az egyenáramú beállítás után következik az erősítő műszeres behangolása (vobulátorral vagy hálózatanalizátorral). Ez lényegében a bemeneti szűrő beállítását jelenti a kívánt csatornára. Az L_1, L_2 tekercsek induktív csatolásban vannak egymással. A kellő mértékű csatolás nyilván nem áll be, amikor a tekercseket beforrasztottuk. A megfe-



16. ábra



17. ábra

lelő csatolás elérése végett a két tekercs végét közelítjük egymáshoz egy műanyag pálcika segítségével. Az erősítés frekvenciamenetét, a csatorna közepére való hangolását az egyes tekercsek meneteinek széthúzásával, illetve összenyomásával érjük el. A behangolt erősítő átvitele a **18. ábrán** látható. A behangolás befejeztével, műanyag alapú ragasztóval rögzítjük a meneteket az elhangolódás ellen.

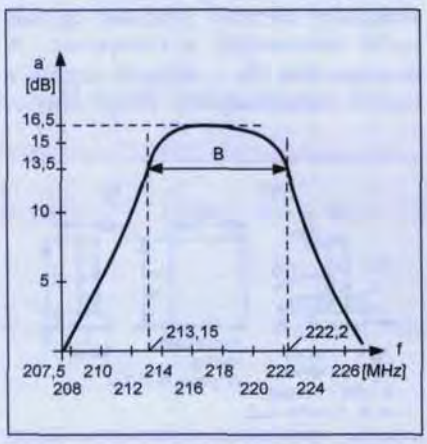
Ha az erősítő tápfeszültségét 10 és 15 V között változtatjuk, akkor 1 dB-es erősítésváltozást mérünk, köszönhetően a munkapont-stabilizáló kapcsolásnak. Ennél a változatnál az antennáról jövő és a tv-készülék felé menő koaxiális kábel harisnyáját a földfóliához bilinccsel hozzuk galvanikus kapcsolatba vagy a harisnyából „bajuszt" sodrunk és ezt forrasztjuk a földfóliához.

A VHF-sávú csatornaerősítő ellenállásai 0,125 W-os fémrétegűek, a tekercsek: 3 mm-es magon Ø0,4 mm-es CuZ huzalból készültek, a fojtó: l = 14 mm, Ø1,6 mm-es ferriten 25 menet Ø0,2 mm-es CuZ huzalból. A C_1-C_4 kondenzátorok kerámia, csepp típusok, a C_5 és C_6 kerámia, tárcsa.

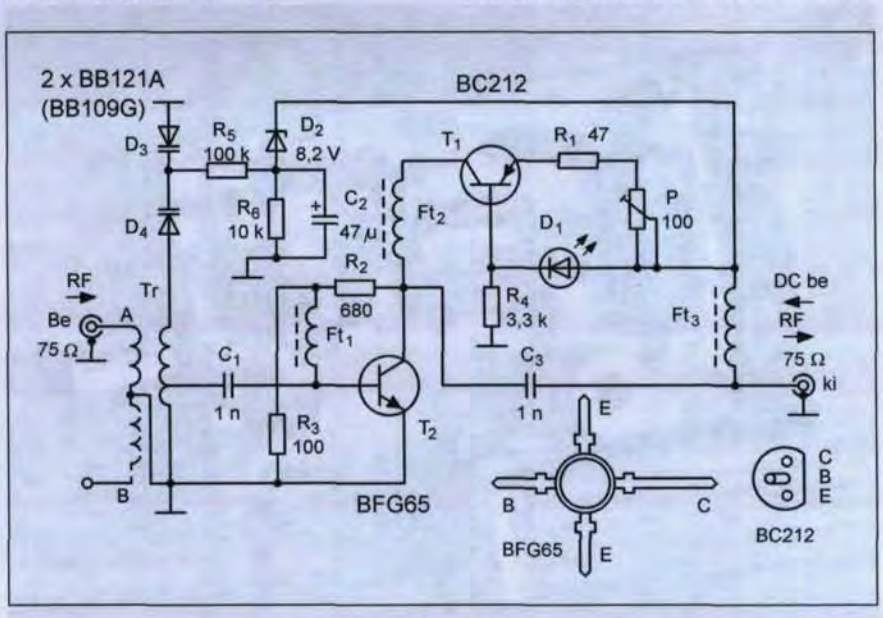
A **19. ábrán** egy olyan ún. fejerősítő kapcsolást láthatunk, amely a tv-III. sávban (174...230 MHz) 1 dB körüli zajszámot produkál és távhangolású. (Az erősítőt célszerű feltelepíteni az antennára, úgymond az antennafejhez.) Az alkalmazott BFG65 típusú mikrohullámú tranzisztornál a zajminimum és a maximális erősítés viszonylag széles áramtartományban szerencsésen egybe esik.

A kapcsolás két részből áll: az egyenáramú munkapontot stabilizáló DC-körből és a nagyfrekvenciás részből. T_1 tranzisztor áramgenerátorként működik, ami T_2 tranzisztor kollektoráramát tartja állandó értéken. Az áramgenerátor áramát a P trimmer-potenciométerrel állítjuk be az optimális értékre. T_1 bázisfeszültségét a D_1 (piros LED) és R_4 osztó állítja be. Itt a LED-et, mint kisfeszültségű Z-diódát használjuk, s vele a tápfeszültségre kapcsolást is kijelezzük. A piros LED-en kb. 1,6 V feszültség esik. Az emitterkapcsolású RF-tranzisztor (T_2) bázis-előfeszültségét R_2, R_3 feszültségosztóról kapja. A bázisra menő Ft_1 és a kollektorra csatlakozó Ft_2 fojtók T_2 gerjedését akadályozzák meg. Ft_2-n keresztül folyik a beállított munkaponti kollektoráram. Ft_2 megakadályozza a nagyfrekvenciás jel bekerülését a DC-körbe.

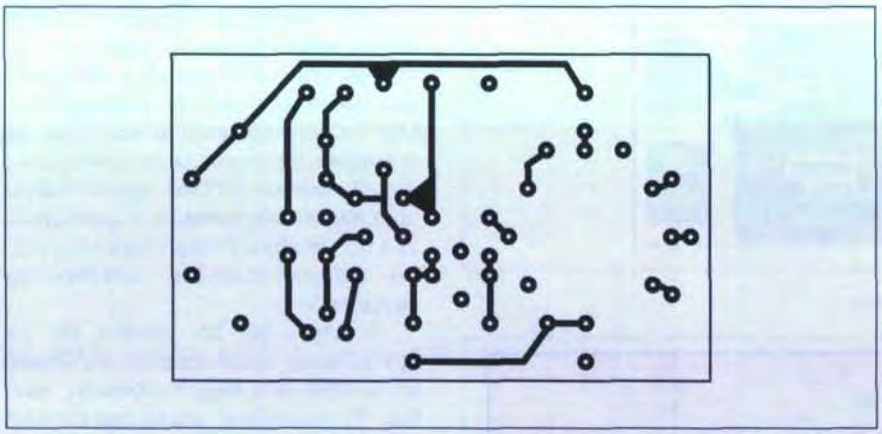
A fejerősítő bemenete hangoltkörös (keskenysávú), ahol a rezgőköri kapacitást D_3 és D_4 varikapdiódák képezik. Ezek egyenáramú beállítása a D_2 Z-diódával történik, melyhez még az R_5, R_6 és C_2 elemek tartoznak. Tr sze-



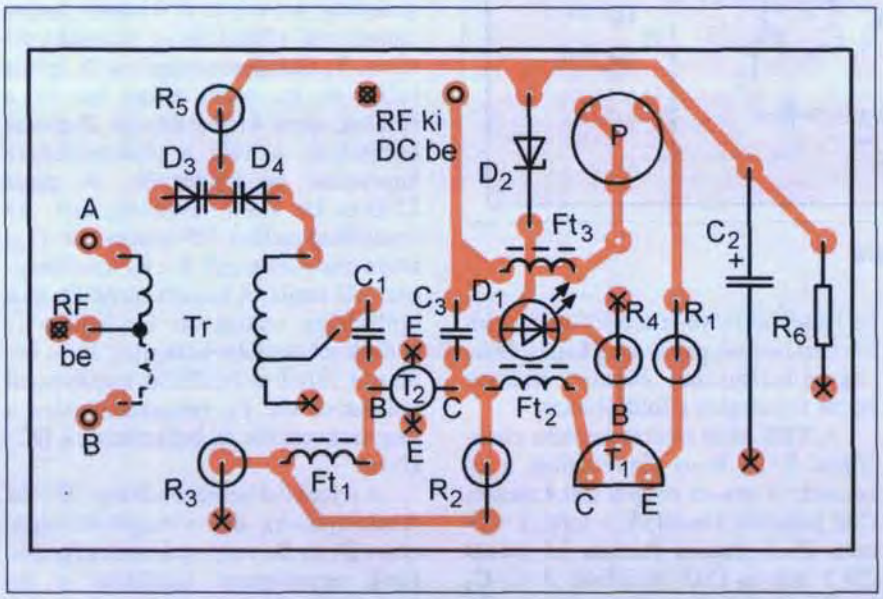
18. ábra



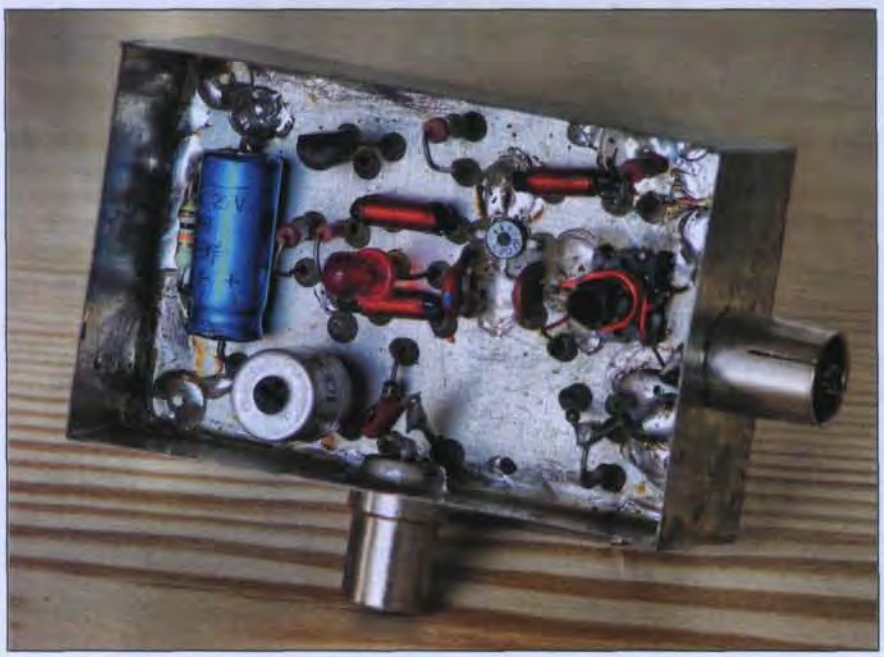
19. ábra



20. ábra



21. ábra



kunder tekercse autótranszformátoros kivitelű, így T_2 bemenő impedanciája kevésbé terheli a bemeneti hangolt kört. A C_1-gyel T_2 bázisára csatolt nagyfrekvenciás jelet felerősítve a szélessávú kimenetről csatoljuk ki C_3-mal, ami egyben leválasztja a táp- és hangolófeszültséget az RF-tranzisztor kollektoráról.

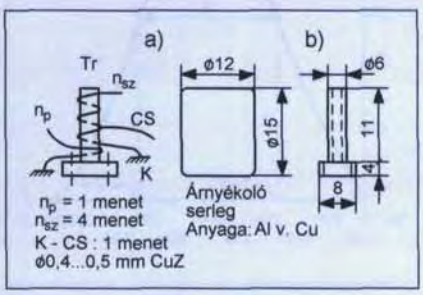
Az erősítőt kétoldalas nyáklemezen készítjük el, melynek forrasztás oldali rajzolata a **20. ábrán** látható. Az antennaerősítő beültetési rajzát **21. ábra** mutatja, a szimmetrikus változatra a bemenő transzformátor másik felét szaggatottan jelöltük (B pont).

Először az árnyékoló fémkeretet készítsük el, amelynek a mérete: 70×43×30 mm, ill. illeszkedjen a belméret a nyáklemez méretéhez. Elsőnek az RF-csatlakozókat forrasszuk a keretre. Javasoljuk, hogy a két koaxiális csatlakozó ellentétes típusú legyen (például a bemenet KOHÜ = koaxiális hüvely, a kimenet KODU = koaxiális dugó). Eztán következzék a furatozott nyáklemeznek a kerethez történő forrasztása, a keret aljától 6 mm-re. A nyák beforrasztása után ültessük be a passzív elemeket, majd a tranzisztorokat.

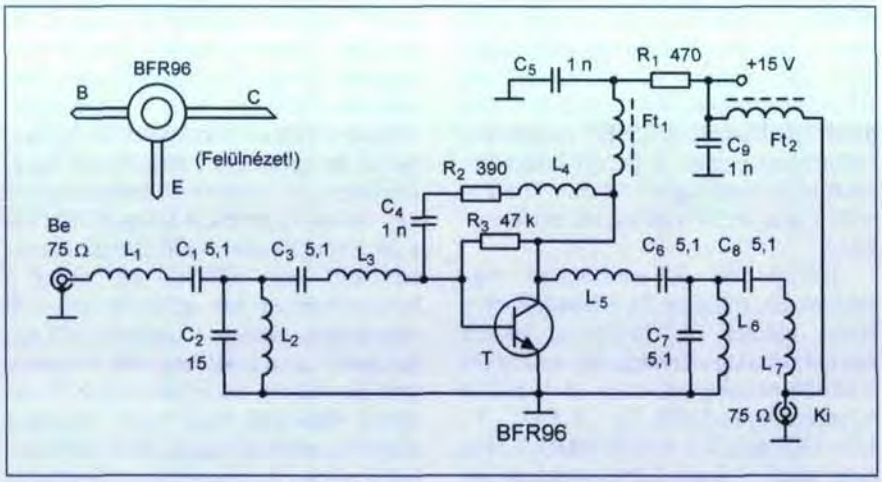
A DC-rész ellenállásait álló helyzetűnek forrasszuk be. Az RF-tranzisztort az előre kifúrt ∅5 mm-es furatba helyezzük be. D_3, D_4, R_5 közös pontjának furatába forrasszunk egy 11...12 mm hosszú ∅0,6...0,8 mm ónozott vagy ezüstözött rézhuzalt, hogy ehhez forraszthassuk a varikapdiódák katódját és R_5 egyik kivezetését.

Az alkatrészek a földfóliás oldalra kerülnek (**fotó**). A beültetési rajzon x jelöli a földpontokat, a nem földpontokat ki kell süllyeszteni!

A bemeneti Tr tekercs elkészítését a **22. ábrán** adtuk meg. A trafó primer és szekunder tekercsét szorosan egymás mellé tekercseljük a csévetestre. A megcsapolást kb. 1 menetre tegyük a tekercs hidegpontjától. Ennek ténye-



22. ábra



23. ábra

ges helyét a sávszélesség legkisebb értéke határozza meg a teljes sávban. Utoljára maradt a koaxcsatlakozók belső erének beforrasztása a nyákba, ami a bemeneten és kimeneten ∅0,8...1 mm ónozott vagy ezüstözött huzaldarabkával történik, ennek hossza kb. 15 mm. A kimeneti huzaldarabkát az RF-mérés után forrasztjuk be, erre még visszatérünk.

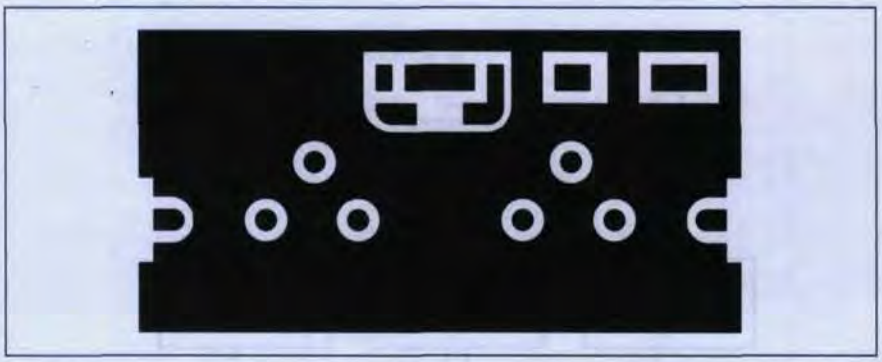
Az elkészített erősítőt egyenáramúlag ellenőrizzük. A tápegységen biztonsági okokból 9 V-ot állítunk be (T_2-nél U_{CE0} = max. 10 V), majd P középállásában ellenőrizzük T_2 kollektorfeszültségét. Ennek értéke jó működés esetén 5,6 V ±0,2 V. A tápegységen állítsunk be 14,2 V-ot, digitális voltmérővel mérve. Majd ezután kapcsoljunk árammérés állásba és az előbb beállított tápfeszültségértéknél a P potenciométerrel 13,5 mA áramfelvételt állítsunk be. A P potméter ezen állásában változtassuk a tápfeszültséget 12,2 V-ra, majd 10,2 V-ra, miközben az áramfelvételt ellenőrizzük (konstansnak kell maradni). Az árammérés után ellenőrizzük a varikapokon levő hangolófeszültséget: U_h = 2,2...6,2 V között változik, ha U_t = 10,2...14,2 V. Az RF-tranzisztor mintegy 2 mA-es egyenáramú munkapontban üzemel.

Az antennaerősítő nagyfrekvenciás mérése vobulátorral vagy hálózatanalizátorral történhet. A mérés megkezdése előtt a kimeneti koaxiális csatlakozóra forrasszunk egy 1 nF-os leválasztó kondenzátort a mérőműszer és a tápegység védelme érdekében. A kondenzátor másik kivezetését „L" alakban meghajlított huzaldarabkához forrasszuk, melynek hossza kb. 10 mm.

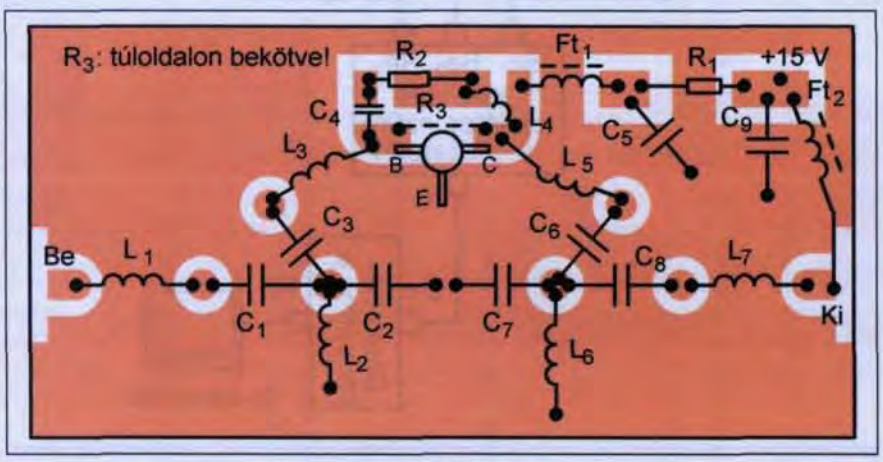
A tápfeszültség változtatásával a vobleren ellenőrizzük, hogy a fent megadott feszültségtartomány elegendő-e a teljes tv-III. sáv átfogására. Egyúttal megmérjük az erősítését is, ami 17,5 ±0,2 dB. Ez a közel konstans erősítés a stabil munkapont-beállításnak köszönhető. (BFG66-tal mintegy 1 dB-lel nagyobb erősítés érhető el.) Az erősítő sávszélessége B = 10,5...20,5 MHz között változik 174 MHz-től 230 MHz-ig. Ezzel megtörtént a fejerősítő bemérése. Ezután kiforrasztjuk az 1 nF-os leválasztó kondenzátort és a huzaldarabot a panelből, egyúttal forrasszuk be a véglegesnek szánt rézhuzalt.

Ha nem lehet a hangolófeszültség tartományát beállítani, akkor cseréljük ki a D_2 Z-diódát és újra ellenőrizzük az átfogást. Abban az esetben, ha a tv-III. sávot a megadott hangolófeszültségtartománnyal nem tudjuk átfogni, akkor cseréljük ki a kapacitás diódákat.

Az ellenállások 0,25 W-osak (kivéve R_5-öt, amely 0,125 W-os) és fémréteg típusok. A P potenciométer P7272 típusú. A tápfeszültség-bevezető fojtó továbbá a gerjedésgátló fojtóknál ∅2 (vagy ∅1,6) mm-es ferritre 25 menetet tekercselünk, 0,2 mm-es CuZ huzalból, l = 12 mm.

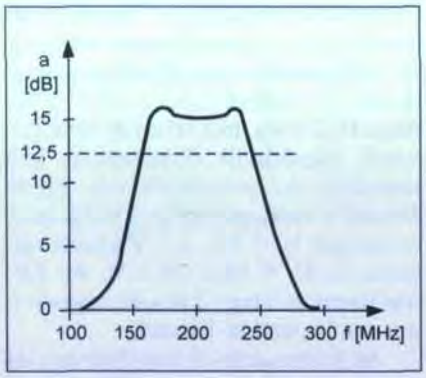


24. ábra



25. ábra

Egyfokozatú, sáverősítő (csatornacsoportos) kapcsolást mutatunk be a **23. ábrán**, amely megoldás eltér az eddig ismertetett változatokhoz képest. A kapcsolás be- és kimenete sávszűrőzött, így mintegy 2 dB-es jel-zaj viszony javulást érünk el a szélessávú kimenetűekhez képest. Ez a jel–zaj javu-



26. ábra

lás előerősítőknél (fejerősítő) nem elhanyagolható szempont. Előljáróban megjegyezzük, hogy a BFR96(S) RF-tranzisztor nem előerősítő típus. Ezt a problémát úgy hidaltuk át, hogy az aktív elemet a zajminimumhoz tartozó munkapontban üzemeltetjük. Ez a BRF96(S)-nél katalógus szerint I_C = 10...15 mA-es beállítást igényel. Itt már a tranzisztor elegendő erősítéssel rendelkezik. (A zajminimum és az erősítés maximum más-más munkaponti beállítást kíván.)

A földelt emitteres kapcsolású erősítő stabil működését egyenáramúlag az ún. automatikus előfeszítő áramkörrel biztosítjuk. Így el tudjuk érni, hogy a tranzisztor-példányok paramétereinek szórása, a tápfeszültség- és hőmérsékletváltozások ne okozzanak lényeges munkapont „elcsúszást". A kapcsolás stabil munkapontjának beállítását R_1 és R_3 ellenállások végzik. Ft_1 fojtónak egyrészt feladata a tápfeszültség T kollektorára való vezetése, másrészt megakadályozza a tranzisztor gerjedését és az RF-jel bekerülését a tápfeszültségkörbe. R_1-C_5-C_9-Ft_2 elemek végzik a tápfeszültség szűrését. Távtápláláskor Ft_2 révén kerül az egység feszültség alá.

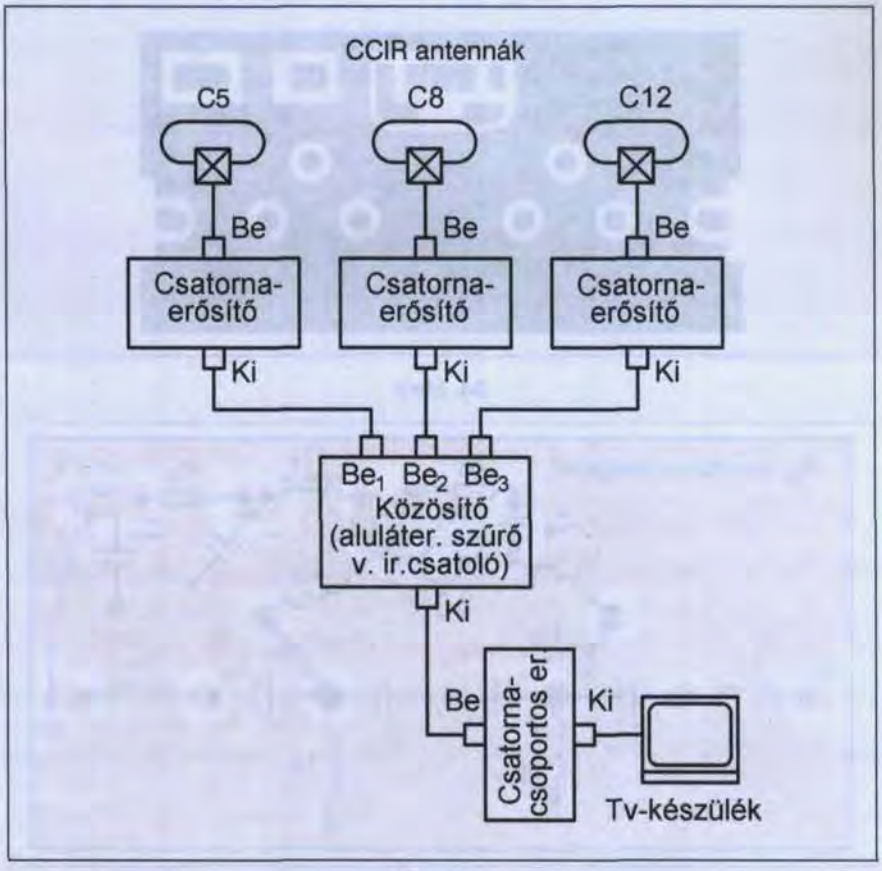
Az RF-jel a bemeneti sávszűrőn kerül a T bázisára, majd a felerősített jel a kollektorra csatlakozó kimeneti sávszűrőn át kerül a levezető koaxiális kábelre. A kapcsolási rajzon látható R_2-C_4-L_4 visszacsatoló hálózat nagyfrekvenciásan linearizálja az erősítés frekvenciamenetét.

Az erősítő egyoldalas nyákjának rajza a **24. ábrán**, beültetése a **25. ábrán** látható. Az alkatrészeket a fólia felöli oldalra ültetjük be, kivéve az R_3 ellenállást. Először a koaxiális csatlakozókat forrasztjuk a dobozkerethez. A keret mérete: 78×38×33 mm, az RF-csatlakozók furatának helye a keret aljától 15,5 mm-re és a felső szélétől 14 mm-re van. A nyáklemez beforrasztása előtt ∅5 mm-es furatot fúrunk az RF-tranzisztornak, valamint 2 db 1 mm átmérőjűt R_3-nak. A két RF-csatlakozó beforrasztása után a panelt hozzáforrasztjuk a keret aljától 14 mm-re a kerethez és a két RF csatlakozó belső eréhez.

Először az RF-tranzisztort forrasszuk be, majd az R_3 ellenállást és a többi elemet. A beültetett panelt egyenáramúlag ellenőrizzük, amely jól működő példánynál, U_t = 15 V-nál, a következőkre adódik: U_C = 8,5 ±0,3 V, I_C = 13,5 mA, U_B = 0,75 ±0,03 V. Ha nem lehet a 14 mA körüli munkaponti kollektoráramot beállítani, akkor R_3 értékét kell változtatni. Az egyenáramú ellenőrzése után következik a sáverősítő RF-mérése (voblerrel vagy hálózatanalizátorral). A nagyfrekvenciás mérést két lépésben végezzük el: először az erősítés - frekvencia karakterisztikát állítjuk be úgy, hogy L_4 meneteinek széthúzásával kb. 400 MHz-ig egyenes legyen. Ezután forrasszuk be a bemenő sávszűrő tekercseit és kondenzátorait, és addig hangoljuk a tekercseket (felváltva a menetek összenyomásával vagy széthúzásával), míg a **26. ábrához** hasonló átviteli görbét nem kapunk. Ez kb. 25...30 MHz-cel szélesebb az eredőnél. Most a kimenőköri sávszűrő elemeit forrasszuk be és hangoljuk be ezt a részt a 26. ábrának megfelelően. A tekercsek hangolásához egy műanyag pálcikát használjunk! Ha a 26. ábrán látható eredő erősítéskarakterisztika nem állítható be, akkor a bemenőkörben kis utóhangolást kell végeznünk, esetleg a visszacsatoló ágban levő L_4-en is állítani kell. A behangolt sáverősítő tekercsmeneteit Technokol Rapiddal vagy más, műanyag alapú ragasztóval rögzítjük az elhangolódás ellen. Ft_2 fojtótekercs távtáplálás esetén szükséges, a behangolás után forrasszuk be. Megjegyzés: L_6-C_7 paralelkör elemértékét esetleg változtatni kell tranzisztorpéldánytól függően. Ha a párhuzamos ági rezonánskör elemértéke megegyezik a bemenő körével, akkor a fenti átviteli görbe nem állítható be!

Az erősítőt javasoljuk távtápláltan megépíteni, ennek rajzát a 6.b ábra mutatja.

Az RF-erősítőt használhatjuk csatornaerősítőként vagy csatornacsoport



27. ábra

(sáv) erősítőként, amikor a bemenetén 3 vagy 4 db szelektív erősítő jelét fogadja és tovább erősíti. A szeletív erősítők kimenete is szelektív legyen (pl. rezgőkörök), az egyes csatornák között legalább 10...12 MHz-nyi távolság legyen frekvenciában, hogy garantálni tudjuk a minimális 14...15 dB-es csillapítást, ami biztosítja már a vételtechnikában szokásos 75 Ω-os impedanciát a jó frekvenciamenethez.

A csatornacsoportos elrendezés egy lehetséges változatát a **27. ábrán** mutatjuk be. Ebben a konfigurációban 3 csatorna jelét egy hárombemenetű, 230 MHz-es aluláteresztő szűrő közösíti, és ennek kimenetéről kerül a jel a csatornacsoportos erősítőre. A közösítő szűrő helyett alkalmazhatunk iránycsatolót (10 vagy 12 dB-eset), ezek házilag is elkészíthetők a 2002-es RT évkönyvben megjelent leírás alapján.

Az ellenállások 0,25 W-osak, a tápfeszültséget szűrő, továbbá a be- és kimeneti sávszűrő kondenzátorok kerámia tárcsa típusok. A tekercsek adatai:

L_1, L_3, L_5, L_7 Ø4-es magon 7 menet, L_2 Ø4-es magon 5 menet, L_4 Ø3,5-es magon 6 menet, L_6 Ø4-es magon 3 menet. (Mind vasmag nélküli.) A tekercsek Ø0,5 mm-es CuZ huzalból készültek. Ft_1, Ft_2 fojtók: Ø1,6×20 mm ferritmagon 25 menet Ø0,2 CuZ huzalból tekercselve.

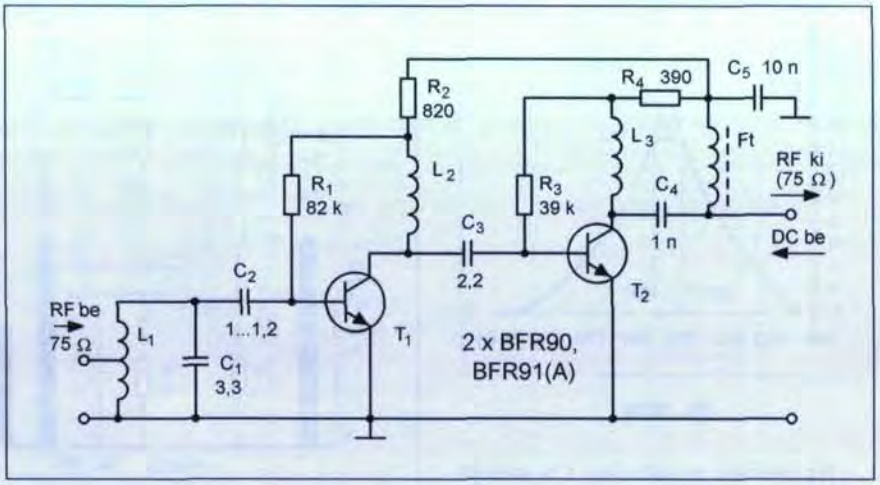
UHF-sávú erősítők

Kétfokozatú, földelt emitteres, UHF-sávú antennaerősítő kapcsolása látható a **28. ábrán**. Az erősítő bemenete úgy van kialakítva, hogy mind szimmetrikus, mind aszimmetrikus (koaxiális) kábelről érkező RF-jelek fogadására alkalmas.

A bemeneten levő szűrőkapcsolás L_1 tekercse autotranszformátoros megoldású, így csökken az antennakábel terhelő hatása. A beérkező nagyfrekvenciás jel a C_2 csatoló kondenzátoron át kerül a T_1 tranzisztor bázisára. C_2-nek a jel becsatolásán kívül T_1 terhelésének csökkentése is feladata. A felerősített jel a C_3-on keresztül rákerül a következő fokozat bemenetére, majd a továbberősített jelet T_2 kollektoráról

4. táblázat

	T_1	T_2
U_B	0,75 V	0,76 V
U_C	7,5 V	8 V
I_C	5,5 mA	10,2 mA



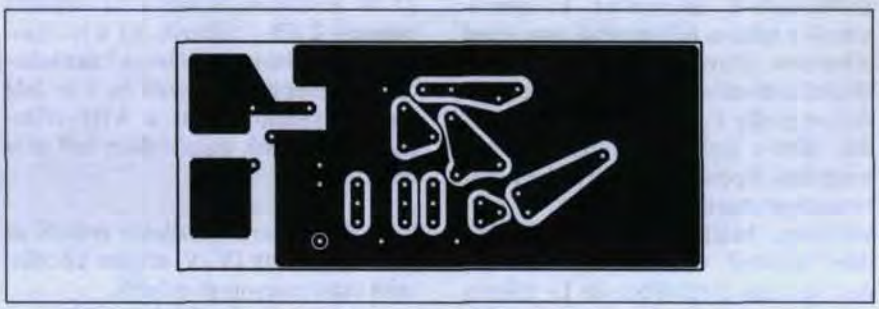
28. ábra

C_4-gyel csatoljuk ki a levezető koaxiális kábelre. Az L_2 és L_3 tekercseknek terheléskompenzáló hatásuk van. A tápfeszültségágon keresztül jövő nagyfrekvenciás zavarokat az Ft-C_5 szűrő nyomja el.

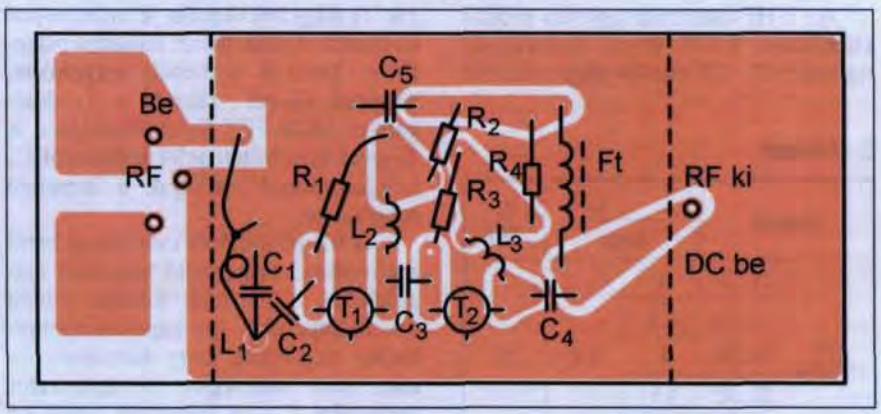
Az antennaerősítőt 12 V-os egyenfeszültségről tápláljuk. A munkapont beállító áramkörök kapcsolása (R_1-R_2 és R_3-R_4) megegyezik a fentebb ismertetett VHF változatéval (ld. a 14. ábrát).

Többfokozatú erősítőknél a munkapont beállításakor előtérbe kerül a zaj kérdése. Ezeknél az erősítőknél az eredő zaj tekintetében meghatározó szerepe van az első fokozatnak, míg a többi fokozat által termelt zaj elhanyagolható lesz, ha az egyes fokozatok erősítése nagy.

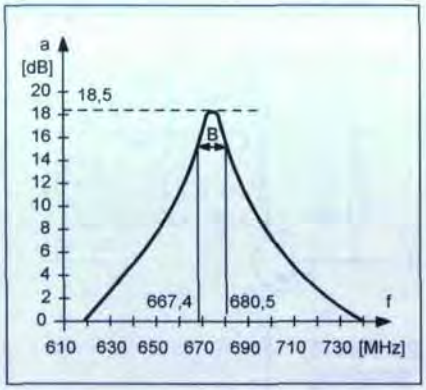
Ezt figyelembe véve az első fokozat munkapontját zajminimumba állítottuk, míg a második fokozat munkaponti kollektorárama ettől eltér, a kellően nagy erősítés elérése érdekében. U_t = 12 V esetén a munkaponti értékek a **4. táblázatban** találhatóak.



29. ábra



30. ábra



31. ábra

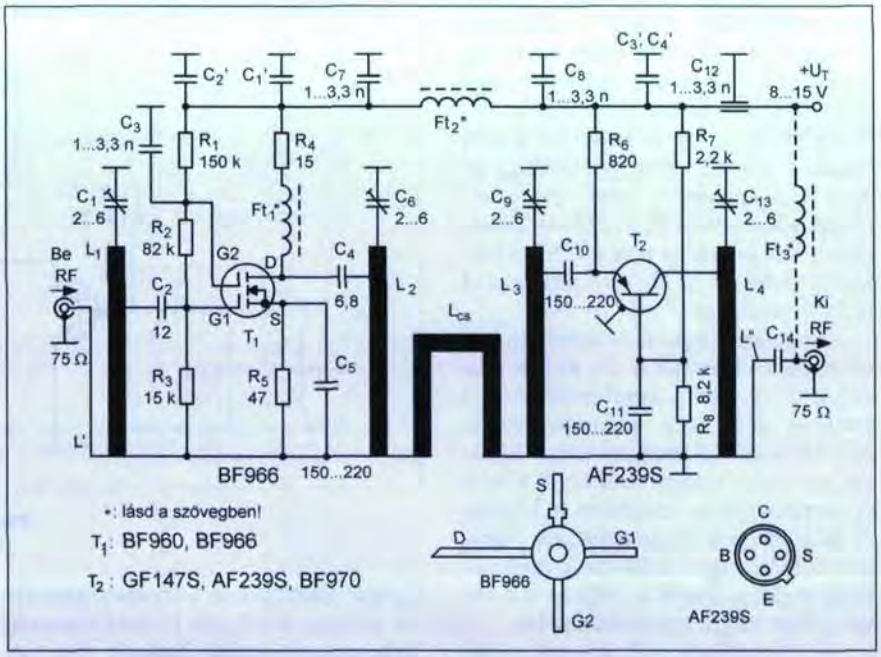
Az erősítőt egyoldalas, 1,6 mm-es nyáklemezre készítsük el, melynek fóliarajza a **29. ábrán** látható. Az alkatrész-beültetést a **30. ábrán** adtuk meg. Az erősítő elkészítésének lépései, továbbá a doboz mérete és anyaga megegyezik a VHF-sávú változatéval. L_2 és L_3 tekercsek meneteit szorosan egymás mellé tekercseljük.

A megépített áramkört *csak műszeresen* lehet beméri (hálózatanalizátorral vagy vobulátorral). A behangolt erősítő átviteli krakterisztikája a **31. ábrán** látható. Az egyes csatornacsoportokhoz tartozó csatoló és frekvencia-meghatározó elemek értékeit az **5. táblázatba** foglaltuk. Az erősítő behangolása az L_1 tekercs meneteinek széthúzásával, valamint a C_1 kondenzátornak e tekercs felé történő vagy ezzel ellentétes irányban való döntésével (közelítésével/távolításával) történik. A C_2-t pedig T_1-hez döntéssel közelítjük, illetve attól távolítjuk. Ezeket a hangolási lépéseket felváltva kell csatornacsoportonként elvégezni. A sávszélesség beállítása a megcsapolási pont helyének változtatásával lehetséges, ez a mi esetünkben az L_1 tekercs menetszámának kb. 1/4-énél van, a földelési ponthoz közelebb.

Az UHF-csatornacsoportos erősítő ellenállásai 0,125 W-os, fémrétegek; tekercsei: L_1 ∅3 mm-es magon készül

5. táblázat

Alkatrész		L_1 menet	L_2, L_3 menet	C_1 (pF)
UHF csatornák	21...27	3	4,5	3,3
	27...33	2,5		
	32...38	2		
	37...42	1,5		
	41...46	1		



32. ábra

0,6 mm átmérőjű, ónozott rézhuzalból, L_2-L_3 ∅3 mm-es magon 0,4 mm átmérőjű CuZ huzalból. C_1-C_3 kerámia, cseppkondenzátorok, C_4-C_5 kerámia tárcsa típusok. A fojtó adatai megegyeznek a 14. ábrán megadott kapcsolásával.

A távtáplálás módozatát 6.b ábrán adtuk meg. A tápfeszültséget 10 V és 15 V között változtatva az erősítés mintegy 2 dB-t változik. Ez a jó munkapontbeállító kapcsolásnak köszönhető. Az antennáról érkező és a tv felé menő levezető kábelt a VHF-változatnál leírtaknak megfelelően kell itt is beforrasztani.

A **32. ábra** szerinti *szelektív erősítő* az UHF tartomány IV–V. sávjára készült, mint csatornacsoport erősítő.

A kétfokozatú erősítő első fokozata földelt source-ös kapcsolásban dolgozik. A nagyfrekvenciás jel a bemeneti koaxiális csatlakozóról induktív csatolással kerül a bemeneti rezgőkörre, ahonnan C_2-vel rákerül a T_1 dualgate-es MOS-FET G_1 elektródájára. A T_1-gyel felerősített jelet a drainről C_4 kondenzátorral csatoljuk a kimeneti rezgőkörre.

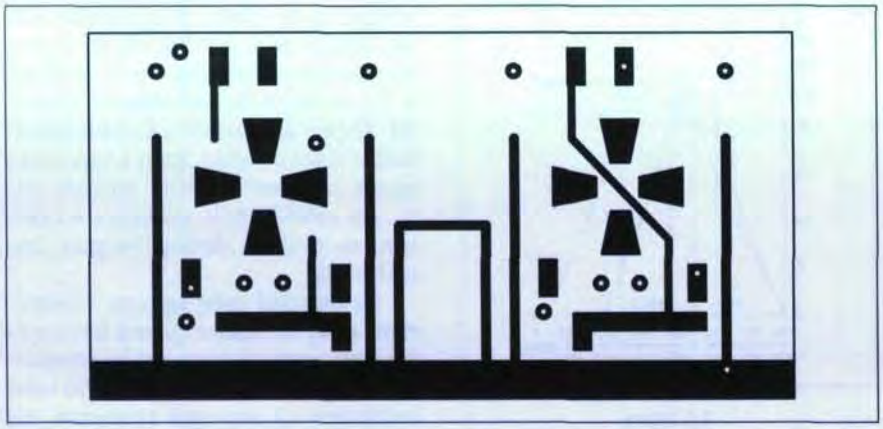
Az RF-jel induktív csatolással kerül a következő részerősítő bemeneti rezgőkörére. A második fokozat földelt bázisú kapcsolás, így kapcsolástechnikailag megoldott, hogy árnyékoló lemez nem szükséges. A tranzisztor emitterére C_{10}-en keresztül kerül az erősítendő jel.

A T_2 kollektora galvanikus kapcsolatban van a kimeneti rezgőkörrel, ahonnan a jelet szintén induktív csatolással juttatjuk az erősítő kimeneti csatlakozójára. A rezgőkörök induktív tagjai, továbbá a két fokozat közötti csatoló induktivitás nyomtatott áramkörös, szalagvonalas technikával készültek.

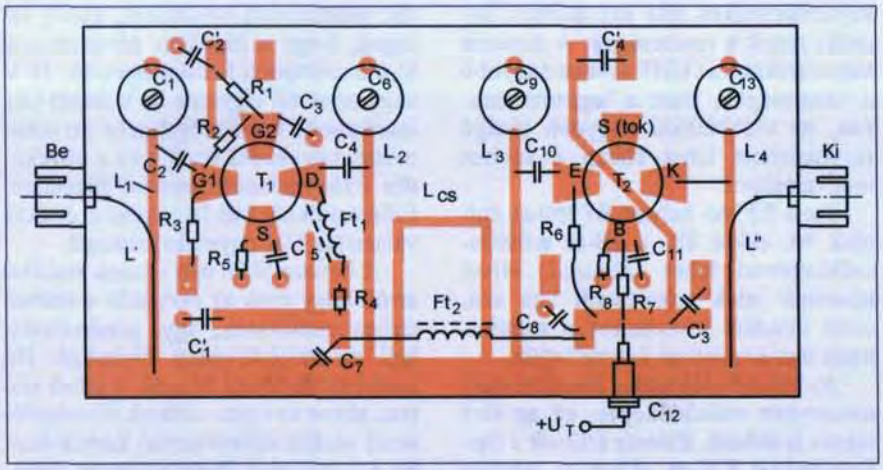
A T_1 MOS-FET-nek G_1 és G_2 kivezetése feszültségosztóról kapja a működéshez szükséges egyenfeszültséget. C_2-nek a jel becsatolásán kívül feszültségleválasztás is a feladata. C_3 nagyfrekvenciásan hidegíti G_2-t. Az R_4 és R_5 a munkaponti feszültséget állítja elő a drain és a source számára, Ft_1-nek gerjedés gátló szerepe van, a C_5 hidegíti az R_5 source-ellenállást. A C_{10}-nek a jel becsatolásán kívül egyenfeszültség-leválasztó szerepe is van. T_2 emitterének munkaponti egyenfeszültségét R_6-tal, míg ugyanezen tranzisztor bázisfeszültségét R_7, R_8 feszültségosztóval állítjuk be. A C_{11} a feszültségosztó alsó tagját (R_8) nagyfrekvenciásan hidegíti.

Az áramkör fóliarajzolata a **33. ábrán** található. A nyáklemez másik oldala telefólia, föld. A nyomtatási rajzon látható kerek szemek a földelési pontok. Az elkészített nyákot a hidegítő és a szűrő kondenzátorok földelési pontjaiban kifúrjuk. A trimmereknek külön két földelő furatot készítünk.

Az erősítő a nyáklemez méretének megfelelő dobozba (94×50×40 mm) került, melynek anyaga 0,3...0,5 mm-es



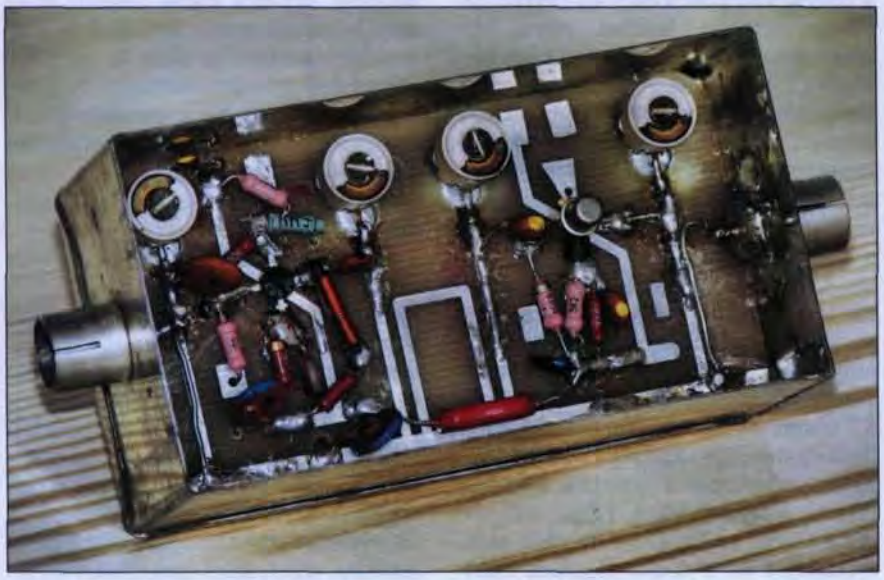
33. ábra



34. ábra

ónozott vaslemez vagy egyoldalas, 1,6 mm-es nyáklemez.

A keret két 50×40 mm méretű oldalát a koaxiális csatlakozó méretéhez illeszkedően középpontban kifúrjuk. A két csatlakozót beforrasztjuk, majd a nyáklemezt a dobozkerethez forrasztjuk, a keret aljától 10 mm-re. Ezután következnek az aktív és passzív alkatrészek beforrasztása, minden építőelemnél rövid kivezetésekkel! A kétfokozatú erősítő beültetési rajza a **34. ábrán** látható, és a mellékelt **fotó** is segíthet az utánépítésben.



A tápfeszültség további szűrését végzi a C_7-Ft_2-C_8 lánc. A beültetési rajz a helyi és a távtáplálás változatát ábrázolja, amire még visszatérünk. Itt további két tápfeszültséget szűrő kondenzátor látható: a C_1', és C_2'. Ha jobban szemügyre vesszük az erősítő tápellátásának kialakítását, akkor az a hosszú szalagvonal (T_1, T_2 12 V-os fóliája) egy nagyfrekvenciás fojtónak felel meg, így a C_1'-C_2' továbbá C_3'-C_4' és a két fojtószakasz újabb nagyfrekvenciás szűrést végez a tápfeszültségen. Ezzel a megoldással az erősítő működését a tápfeszültségen keresztül érkező nagyfrekvenciás zavartatásokkal szemben tesszük védetté. (Utóbbi hidegítő kondenzátorok értéke 470 pF.... 1 nF közötti.)

A beültetett áramkörre kapcsoljunk 12 V-os tápfeszültséget. Első lépésben az erősítő egyenáramú működését ellenőrizzük. A jó működéshez tartozó egyenáramú adatokat a **6. táblázatba** foglaltuk. Az egyenáramú adatoknál 10%-os eltérés lehet, az aktív és passzív építőelemek szórása miatt. Az „öreg" AF239S germánium tranzisztort azért választottuk T_2-nek, mert ennek a típusnak a zajminimumhoz és a maximális erősítéshez tartozó munkapontja egybe esik, valamint kisáramú beállítást kíván.

Az egyenáramú beállítás ellenőrzése után következik az erősítő nagyfrekvenciás mérése, melyet csak vobulátorral vagy hálózatanalizátorral lehet elvégezni. Az erősítő behangolását C_6 és C_9 trimmerrel kezdjük el. Ha a két hangolóelem egymáshoz képest nagyon elállított helyzetben van, akkor az erősítés karakterisztikán előáll egy gerjedésre utaló „tüske".

Többfokozatú, hangolt erősítőknél a széthangolt állapotra utal ez a jelenség. Váltott hangolással a „tüske" nagysága kezd csökkenni, majd teljesen eltűnik. Ekkor vált stabillá a műkö-

6. táblázat

T_1	U_S = 0,64 V	I_D = 14,5 mA
	U_D = 11,78 V	
	U_{G1} = 0,71 V	
	U_{G2} = 4,58 V	
T_2	U_E =10,02 V	I_E= 2,5 mA
	U_B = 9,65 V	

dés nagyfrekvenciás szempontból. Más megfogalmazásban ez azt jelenti, hogy az erősítő meghatározott impedanciák között stabilan működik. Ezután a C_1 és a C_{13} trimmer-kondenzátorok váltogatott állításával beállítjuk a maximális erősítést.

A kétfokozatú erősítő erősítés-karakterisztikája a **35. ábrán** látható. A *finomhangolást* a trimmerek váltogatott állításával végezhetjük el. A bemeneten levő L', l = 30 mm hosszúságú, 0,6...0,8 mm átmérőjű ónozott vagy ezüstözött huzaldarab helyzetét óvatosan, egy műanyag pálcikával (fóliamentes, üvegszálas nyáklemez-darabkával) nyomogatva változtassuk. Ahol az erősítés maximumát mérjük, abban a pozícióban hagyjuk az L' becsatoló tagot. Az L'-t az L_1 szalagvonalas induktivitás fölé úgy helyezzük, hogy az kb. szalagvonal középvonalába kerüljön!

Az erősítő kimenetén levő L", 30 mm-re leszabott, kicsatoló huzaldarabkát az L_4-hez addig közelítjük, míg az optimális erősítést elérjük. Kontrollként a C_1 és C_{13} hangolóelemekkel újból ellenőrizzük az átviteli görbét. A jelet be- és kicsatoló kondenzátoroknak a szalagvonalon levő távolságát a trimmerektől számítva változtassuk. A távolságok a trimmerektől mérve a következők voltak a megépített példányon:

C_2 kivezetése C_1-től 6 mm-re van L_1-en,

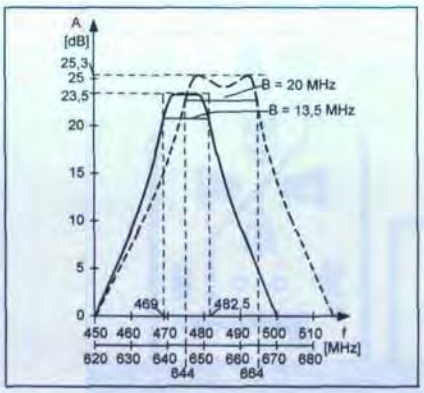
C_4 kivezetése C_6-tól 10 mm-re van L_2-n,

C_{10} kivezetése C_9-től 8,5 mm-re van L_3-on.

T_2 kollektora galvanikusan kapcsolódik L_4-hez, ezt a kapcsolatot 8...10 mm hosszú, 0,6...0,8 mm vastag ónozott vagy ezüstözött rézhuzallal hozzuk létre. Ennek a helye L_4-en C_{13}-tól 9 mm-re van. (Ezek a távolságadatok mind irányértékként szolgálnak.)

A 35. ábrán látható erősítés-karakterisztikát két sávban vettük fel. A tv-IV. sávra vonatkozik a folytonos vonallal ábrázolt (21. csatorna), a tv-V. sávra érvényes a szaggatott görbe (43. és 44. csatorna). Ha a hangolási tartományt a tv-V. sávban 790 MHz-ig szeretnénk kiterjeszteni, akkor a trimmereknek 0,8...1 pF kezdő kapacitású kondenzátorokat válasszunk.

A 35. ábra karakterisztikái között eltérés látható ugyanazon tápfeszültség mellett. Ennek az az oka, hogy a magasabb frekvenciákon (IV. sáv felső tartománya, V. sáv) a trimmereket a kisebb kapacitásértékek felé kell állítani, így csökkennek a veszteségek. A kerámia trimmereknek az UHF sávban nagyobb a veszteségük, mint a légtrimmereknek, az utóbbiakkal nagyobb jóságú rezgőköröket lehet ebben a sávban megvalósítani.



35. ábra

Ha a BF966 helyett BF960-at építünk be, akkor kb. 1 dB-es erősítéscsökkenéssel lehet számolni. Mivel kisszintű jelek erősítéséről van szó, ezért mindkét tranzisztort a zajminimum munkapontban üzemeltetjük.

Az erősítő elég széles feszültségtartományban működőképes, ez az elvi rajzon is látható. Először állítsuk a tápfeszültséget 8 V-ra, ekkor az erősítés 18-20 dB-re csökken és utánhangolást nem kell végezni a 12 V-on történt beállításhoz képest. A 18 dB-es érték a tv-IV. sávra vonatkozik, míg a nagyobb érték a tv-V. sávra. Ha a tápfeszültséget 15 V-ra állítjuk, akkor a maximális erősítés 25 dB a tv- IV-es sávban, utánhangolás nélkül. Ugyanennél a tápfeszültségnél a tv-V-ös sávban 28 dB-es erősítést lehetett elérni, itt utánhangolásra volt szükség a nagy belógás (2 dB) és az ebből adódó nagy sávszélesség miatt. Az előbbiekben említett értékek a kapcsolási rajzon megadott elemértékek mellett érvényesek. Ebből az látszik, hogy a 12 V-os tápfeszültség választás jó kompromisszumnak bizonyult.

Az erősítő távtáplálására két változat lehetséges. Az egyiket a 6.b ábra mutatja, a másiknál pedig egy külön, árnyékolt érpáron, a koaxkábel nyomvonalán jut el az erősítőhöz a tápfesz. A 32. ábrán látható elvi kapcsolás a távtáplálás mindkét változatát mutatja. Az egyik variációban a koaxiális kábelen érkezik a tápfeszültség, ekkor szükséges a C_{14} és az Ft_3, C_{12}-t ilyenkor nem forrasztjuk fel a doboz oldalára, ezért szaggatva rajzoltuk. A távtáplálás másik változatánál egy árnyékolt érpáron visszük a tápfeszültséget az erősítőhöz, a C_{12} átvezető kondenzátoron keresztül. Ebben az esetben a C_{14}-Ft_3 szűrőláncra nincs szükség, ezért a kapcsolási rajzon szaggatott vonallal jelöltük azt.

Az erősítőt, a jó működés érdekében, stabililizált tápfeszültségről üzemeltessük!

Befejezésül még egyszer visszatérünk a zaj kérdésére. Már a bevezetőben említettük, hogy a zaj jó áramköri tervezéssel minimalizálható, a jó vétel érdekében ez lényeges szempont. Ha megnézzük a most ismertetett VHF- és UHF-sávban működő szelektív erősítők munkaponti beállítását, akkor azt látjuk, hogy a bipoláris tranzisztorok U_{CE} munkaponti feszültsége max. 10 V vagy ez alatti. Ugyanis 10 V feletti U_{CE} munkaponti feszültségeknél a zaj rohamosan növekedni kezd, s ez a növekedés frekvenciatartománytól független. Előerősítőknél 5 és 10 V közötti értékre választják U_{CE} egyenfeszültségét.

A bevezetőben már tettünk említést arról, hogy ezek az eszközök a szabad térben működnek, így gondoskodni kell az időjárásvédett kivitelről. Ha nem egy darabból készült a külső doboz, akkor az egyes oldalak illeszkedésénél vízálló sziloplasztal kenjük körbe a felületeket (természetesen lehetnek más gyakorlati megoldások a biztonságos szabadtéri üzemeltetéshez).

Szerviz tanácsok

A kapcsolások áramkörileg úgy lettek megtervezve, hogy azok gerjedésmentesen működjenek. Mindegyik példányból egy-egy darab készült el és ezek bemérése során gerjedést nem tapasztaltam. Mivel az aktív félvezetőket különböző gyártási szériákból és gyártóktól szerezzük be, a gerjedés veszélye fennállhat. A gerjedést kimutathatjuk DC- és RF-méréssel.

Egyenáramú méréssel kétféle módon:

1.) Ha áramfelvételt mérünk, akkor ez nagyobb a megadott értéknél.

2.) Ha feszültséget mérünk, akkor a tranzisztor kivezetésén a mért feszültség értéke nem áll be stabil értékre, hanem állandóan változik. Ebben az esetben közelítsünk egy ferritdarabkát a bázishoz vagy a kollektorhoz, és ha erre a gerjedés megszűnik, akkor egy kis ferritgyűrűt (ferritgyöngyöt) húzzunk a kiforrasztott tranzisztornak arra a kivezetésére, amelyiknél megszűnt a gerje-

dés! MOS-FET-eknél többnyire a draint kell ferritgyűrűzni. Ezután újra ellenőrizzük vagy az áramfelvételt, vagy a feszültségértéket! Ha továbbra is fennáll a gerjedés, akkor cseréljük ki a tranzisztort!

Nagyfrekvenciás mérésnél az átviteli görbén (erősítés frekimenete) látszik az ún. „tüske". Ha a „tüske" a ferritdarab közelítésére csökken vagy megszűnik, akkor a kiforrasztott tranzisztor megfelelő kivezetésére húzzunk egy ferritgyűrűt és újra ellenőrizzük frekvencia–erősítés karakterisztikát. Amennyiben a gerjedés nem szűnt meg, cseréljük ki a gerjedő példányt!

Az egyes változatok utánépítéséhez sok sikert és jó vételt kívánok!

Felhasznált irodalom:

1. Elektor 3/88, UKW-Antennenverstärker 66–68. oldal
2. Elektor 4/88, VHF- und UHF-Antennenverstärker 62–65. oldal
3. Cesky: Rádió- és TV-műsorvételi ismeretek, Műszaki Könyvkiadó 1980
4. UKW-Berichte 3/1987
5. Funkamateur 8/82, Streifenleitungstechnik-Variante zur Verwirklichung von Amateurprojekten im UHF-Bereich, 395–399. oldal
6. Das Elektron, Heft 3/4,5 1981. Streifenleitungstechnik, 99–101. oldal és 137–139. oldal
7. dr. Mojzes Imre: GaAs alapú monolit integrált áramkörök, Műszaki Könyvkiadó 1988
8. dr. Kása István: Mikrohullámú integrált áramkörök, Műszaki Könyvkiadó 1978
9. dr. Kovács Ferenc: Félvezetők nagyfrekvenciás alkalmazása, Műszaki Könyvkiadó 1973
10. Bus László: TV-átjátszókban alkalmazott kis és közepes teljesítményű koaxiális transzformátorok és elosztók, Híradástechnika 1983/7.
11. Bán György: Tranzisztorok rádiótechnikai alkalmazása, Műszaki Könyvkiadó 1966
12. Motchenbacher-Fitchen: Kis-zajú elektronikus áramkörök tervezése, Műszaki Könyvkiadó 1977

1% Segítsen Ön is!

Reményi István Rádióamatőr Alapítvány

18226429-1-43

Az alapítványt támogatja a

RÁDIÓTECHNIKA

Elektronika FÜZETEK



SPEKTRUMANALIZÁTOROK

- 0,15-1050 MHz
- méréshatár-bővítővel: 4050 MHz-ig

DDS FUNKCIÓGENERÁTOROK

- MFG-2000 sorozat
- 0,01 Hz – 50 MHz-ig





FUNKCIÓGENERÁTOR

- 0,3 Hz – 5 MHz
- egyes típusok hangszóró kimenettel is (4 Ω, 100 KHz-ig)

OSZCILLOSZKÓPOK



- két csatorna
- 2db mérőfejjel (1:1 / 10:1)
- beépített frekvencia mérő (opció)

MÉRŐFEJEK



KÉZI FREKVENCIAMÉRŐK, RF TESZTEREK

- 10 Hz - 3 GHz
- 10 számjegyes LCD kijelző
- RSSI indikátor
- bemenet: 50 Ω, max 15 dBm



LABORTÁPEGYSÉGEK



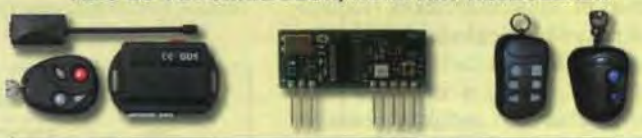
Egy kimenet két kimenet három kimenet

- 0 - 30 V, 0 - 5 A, fix 5V

Nagyáramú tápegységek

- 10A, 20A és 30A

434 MHz ÉS 868 MHz-ES RÁDIÓFREKVENCIÁS ESZKÖZÖK, ADÓ ÉS VEVŐMODULOK, KOMPAKT KÉSZÜLÉKEK



KAMERÁK, C/CS ÉS PANELKAMERA OBJEKTÍVEK, VIDEÓJEL FELDOLGOZÓ ÉS ÁTVITELI ESZKÖZÖK, TFT LCD MONITOROK, MODULOK





- Kamera mikroszkópok 1x – 35x nagyítással
- USB digitális mikroszkóp 10x – 200x nagyítással
- Nyomtatott áramkörök, technológiai, laboratóriumi folyamatok vizsgálatára, orvosi, kozmetikai stb. célokra

Rendszeresen vásárló kereskedőknek, telepítőknek, gyártóknak engedmény! Postai utánvéttel is szállítunk. ***profitech@t-online.hu***

PROFITECH Kft. 1112 Budapest, Péterhegyi út 40. • Tel./fax: 310-3092, 310-1685 • H-P:8.00-16.00 • www.profitech.hu

Újgenerációs GDO és használata

Nagymáté Csaba villamosmérnök, Nagy Sándor okl. villamosmérnök

Tavalyi évkönyvünkben egy akusztikus kijelzésű GDO-t ismertettünk, kicsit kitekintve e szellemes amatőrműszer használati tulajdonságaira is. A szerzők már akkor tudták, hogy a terjedelmi korlát nem ad lehetőséget a műszerrel először találkozók számára átfogóbb ismeretek szerzésére. Jóllehet, az ott közölt kis készülék kapcsán felvázoltuk annak előnyös és hátrányos tulajdonságait is, de az ismertetés a címbéli jellemzőjének, mint újszerű megoldásnak a bemutatására szorítkozott.

A hivatkozott cikk szövegében felsorolt tulajdonságbeli, használhatósági megállapítások csak sejtetni engedték, hogy a témával először találkozók számára sokkal többről van szó. Most, rájuk is gondolva, lehetőséget kaptunk a téma folytatására, megerősítvén egy átfogóbb kép kialakítását. Ugyanakkor a rutinos felhasználók számára is továbbléptünk a tavalyi konstrukciót illetően.

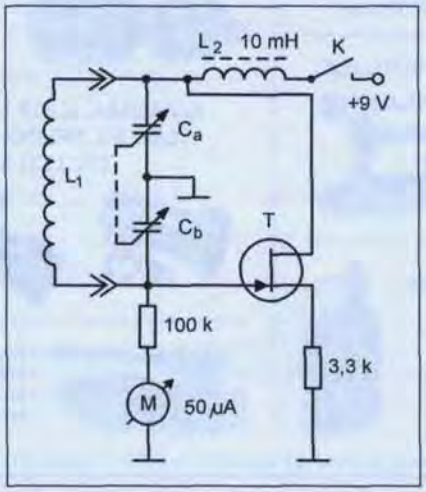
Amatőrkörökben kitalálásának pillanatától (1947-től) ismert tény lett, hogy a „dipper" ugyan csak egy a sokfajta ellenőrző, vizsgálati műszerek közül, de önmaga egy egész sor más műszert képes pótolni, ha tudjuk, hogy mire és hogyan kell használni. Kérdésként vetődhet fel, hogy az előbbi megállapítás igaz-e napjaink „olcsó" és könnyen hozzáférhető műszerbeszerzési lehetőségei mellett is? Válaszunk ugyan felemás, mert pl. alkatrészértékek (kapacitás, induktivitás) meghatározásához az e műszer által kínált indirekt módszernél sokszor jobbak a digitális kézimműszerek (bár az induktivitásmérés azokban alkalmazott módszere komoly korlátokkal jár), de bizonyos területen, mint pl. antennamérés, tápvonalak elektromos hosszának megállapítása, modulált „szignálgenerátor" funkció stb., ha gyors és olcsó megoldást akarunk, akkor GDO!

A dip-oszcillátor az amatőr műszerépítő leleményesség egy olyan megtestesítője, amit – a szerzők erősen szubjektív megítélése szerint – elektroncsöves korszakbeli megalkotása óta nemigen múltak felül. Természetesen minden technológiai korszakváltáskor megújult kapcsolástechnikájában, méreteiben, de a törekvés az egyszerű és olcsó kivitelezésre a mai időkig megmaradt. Ennek szellemében adjuk közre a továbbfejlesztett modellünket is, amelyben már alkalmazzuk a digitális kijelzést, a mikrokontrollert stb. és mindezt természetesen az „egyszerűség és olcsóság" vezérelvének megtartásával.

Ezen túlmenően pedig részletesebb bepillantást nyújtunk a GDO-alkalmazás technikájába is. Bizonyára már az elején feltűnt az olvasónak e készüléktípus többfajta elnevezése is: GDO, dip-oszcillátor, dipper, dip-méter, melyeket a szakirodalmi ajánlásoknak megfelelően a továbbiakban – ugyanarra a műszertípusra nézve – mi is felváltva használunk. Ugyanakkor a tavalyi évkönyvben ismertetett fogalmakat, eljárásokat nem feltétlenül ismételjük meg.

1. A félvezetős GDO-k anatómiája

Az eredetileg triódás kapcsolásokra épülő műszer alapvetően egy oszcillátorból és egy érzékeny DC árammérőből állt. Mint ahogy azt az első közleményünkben említettük, az eredeti elnevezés a cső rácsáramának mérésére utalt. Mára már nem találkozunk „rácsokkal", de hát az elnevezés maradt, mint ahogyan ilyenfajta „öröklődésre" az elektronikában több példát is találunk. Az **1. ábrán** egy GDO alapkapcsolást láthatunk, amely ugyan a végletekig leegyszerűsített, de a működés bemutatására és a továbbgondolásra kiválóan alkalmas.



1. ábra

Ebben az áramkörben az L_1, C_a, C_b rezonáns kör a T jFET-tel hagyományos Colpitts oszcillátort alkot. Működése közben az L_1 csatolásba kerül a vizsgált hangoltkörrel. Amikor a vizsgált áramkör az L_1-ből energiát „nyel el", a FET kapuárama leesik és a mérőműszer mutatója ezt egy „tűhegyes eséssel jelzi". (Meg kell jegyezzük, hogy az előbbi működési magyarázat ugyan a szokásos és igen szemléletes, de elektrotechnikai értelemben precízebb megfogalmazás is lehetséges, ami a terjedelmet némileg növelné, hiszen olyan fogalmakat kellene körülírnunk, mint az örvényáram jelensége, a Lenz-törvény.) Ez maga a dip-jelenség, amelynek minél jobb érzékeltetése a mindenkori fejlesztésnek egyik mozgatórugója. A kapcsolási rajról is láthatóan az L_1 általában dugaszolhatóan cserélhető, lévén a másik cél a minél szélesebb működési frekvenciatartomány elérése. A továbbiakban kapcsolásunkat „állatorvosi lóként" szerepeltetjük megmutatva, hogy ez egyes – egyébként jogos – követelmények alkalmasint mennyire egymást kizáróak, és csak kompromisszumos megoldások születhetnek.

Célunk ebben a fejezetben az, hogy áttekinthető képet adjunk az egyes egységek működéséről, kapcsolási ötletek elemző bemutatása, ami mögött a szerzőknek több hónapos kutatómunkája áll. Munkánkhoz sikerült olyan – honi viszonylatban szinte ismeretlen – amatőr konstruktőrök gondolatait is átültetni, mint pl. az Ausztrál kontinens legjobbjaiét.

1.1. Az L-C kör vizsgálata

Egy pl. 0,5...300 MHz-ig hangolható oszcillátor tervezése meglehetősen bonyolult feladat.

Különösen akkor, ha járulékos követelményként közel állandó amplitúdót fogalmazunk meg. Ugyanakkor a kimeneti amplitúdó a dip-jelenségnél határozottan csökkenjen, és ez a csökkenés a kijelzőn gyorsan nyomon követhető legyen.

Az első probléma a jó induktivitás-kapacitás kombináció kiválasztása, amely a kívánt frekvenciatartományra kielégítő hangolási átfogást ad. Ezzel kapcsolatosan mindjárt két technológiai probléma is adódik. Egyrészt az amatőr nem szeret tekercset készíteni (megjegyezzük: szinte senki sem szeret ezzel foglalkozni), a másik pedig, hogy a jó minőségű hangolókondenzátor mára már nem kereskedelmi termék, így az egyes rádiókból kiszerelt választékkal kell beérni. Gyakorlati tapasztalatból elmondhatjuk, hogy ez a hangoló alkatrész a konstrukciók egyik legkritikusabb eleme. Az akusztikus GDO-nál elmondottakat most a következőkkel egészítjük ki.

Szélessávú rendszereknél – mint amilyet mi is szeretnénk – különösen 100 MHz felett jelentkezik a hangoló kondenzátor parazita induktivitása is. Így ebben a frekvenciatartományban a forgókondenzátorok gyakorta elveszítik hatékonyságukat. Alacsonyabb frekvencia körzetekben a hangoló-kapacitás minimális értéke hozzáadódik a tekercs szórt kapacitásához, és a parazita induktivitással együtt meghatározzák valamennyi sáv felső határfrekvenciáját. A tekercs viszonylag kis szórt kapacitással rendelkezik (alkalmas kivitelezés esetén), de a többi felhasznált alkatelem mint pl. tranzisztor, az ellenállás, de még a tekercs foglalata maga is elronthatja a forgókondenzátor minimális kapacitásértékénél számított hangoló hatását. Erre a problémára alkalmaztuk az [1] szerinti szerelési megoldást. Mi választásunk marad tehát? Sajnos keresnünk kell a sok silány gyártású, kommersz forgókondenzátor közül egy céljainkra mégiscsak alkalmasat. Ne feledjük a szabályt: a frekvenciafogás a kapacitásátfogás négyzetgyökével egyenlő:

$$\frac{f_{max.}}{f_{min.}} = \sqrt{\frac{C_{max.}}{C_{min.}}}.$$

Ezt tekintetbe véve pl. egy 75 pF végkapacitású forgóval csak kb. 2:1 frekvenciaátfogás valósítható meg, aminek megvan az az előnye, hogy a hangolás a dipre nem olyan kritikus. Hátránya viszont, hogy még több tekerccsel lehet „lefedni" a kívánt frekvenciatartományt. Ugyanakkor egy AM-sávú műsorvevő kb. 360 pF-os forgójával jobb, mint 3:1 frekvenciaátfogás érhető el, ám az előző előnyök és hátrányok megfordulnak. Visszatérve 1. ábránkhoz, rezonáns mérések esetében a forgókondenzátor eredő végkapacitása a C_a és a C_b soros eredője; ezen kapacitáshoz kell a dugaszolható tekercsek induktivitását méretezni. A helyzetet még az is bonyolítja, hogy nem minden kettős forgó szimmetrikus kapacitású. Végül is a viszonylag hozzáférhető kettős forgókondenzátor és a „nem szeretem" tekercskészítés, amely tekercs azért nélkülözi a leágazást, első közelítésben szükségszerűvé teszi a Colpitts típusú oszcillátor alkalmazását.

Colpitts oszcillátor természetesen készíthető varikap-hangolással is amelyre a [2] és a [3] mutat egy-egy példát. Általában jellemző az ilyen hangolású műszerekre, hogy keskenyebb a sávátfogásuk, és a rezgőkör Q-ja is rosszabb a varikapnak a forgókondenzátorénál jóval nagyobb veszteségei és egyéb jellemzői miatt. Már itt megjegyezzük, hogy ha mégis „szeretnénk" leágazásos tekercset készíteni, sok problémától mentesülhetünk.

Az oszcillátorban alkalmazott félvezető(k) kiválasztási szempontjait a mai választékbőség közepette nem ismertetjük, a közleményünk végén olvasható irodalmi ajánlásokban minden változatra találhatunk példákat.

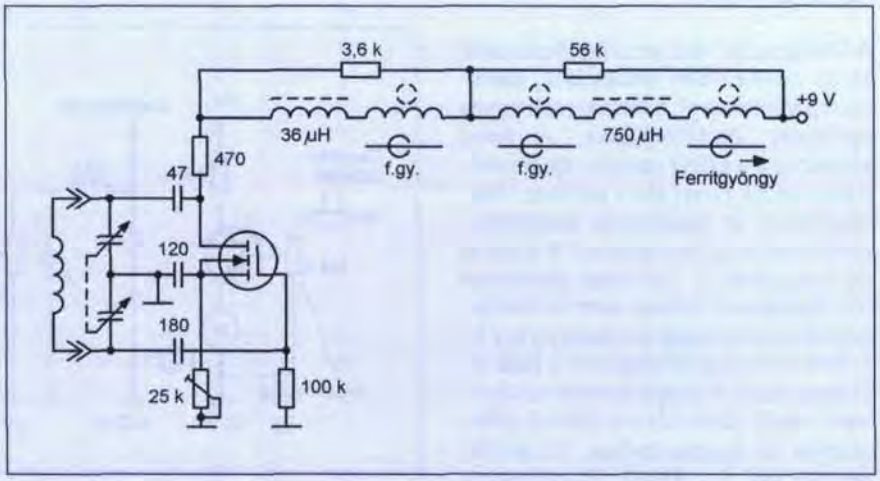
1.2. A ferritgyöngy a varázsló alkatrész?

Az oszcillációs rezgéseket általában RF-fojtóval választjuk el a tápláló áramforrástól (ún. párhuzamos táplálású oszcillátor; az 1. ábrán a fojtó szerepét az L_2 tölti be). És itt kezdődik minden további baj forrása! Ugyanis igen bonyolult párhuzamos RF-impedenciát úgy tervezni, hogy annak nagy impedanciája igen széles frekvenciatartományban teljesüljön, mialatt a tápegység felé alacsony DC ellenállást mutasson. A legtöbb RF-fojtó viszonylag „keskenysávú", amelynek kellemetlen következménye a változó impedancia, azaz a változó oszcillációs amplitúdó és a nemkívánatos soros- párhuzamos rezonanciák, amelyek végül is hamis dip-eket eredményezhetnek bárhol a frekvenciatartományon belül. (Az adóamatőrök jól ismerik ezt a problémát a többsávos RH-adójuk anódköri fojtója kapcsán. *A szerk.*)

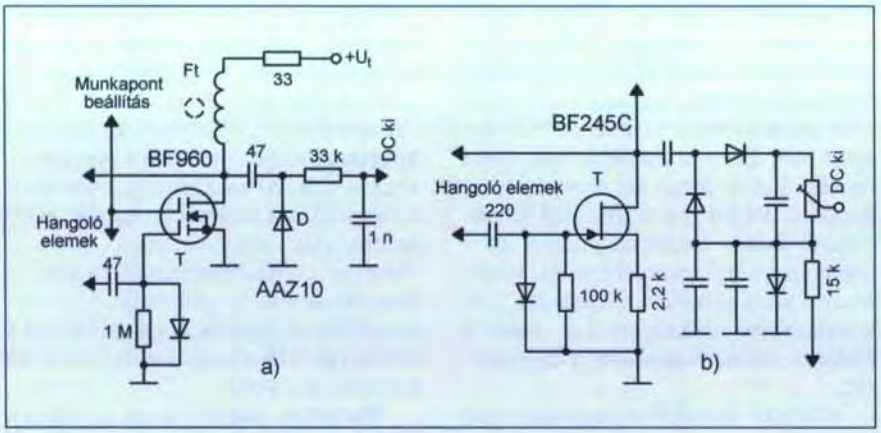
Hangolás közben némi szintingadozás megengedett, de a gyors változások vagy leszívási pontok semmiképpen nem tolerálhatók. A problémák elkerülésére egy lehetséges módszer egy fojtókomplexum alkalmazása, amely sorosan kapcsolt tekercsekből és söntölő ellenállás(ok)ból áll. A gyakorlatban két fojtót sorba kötve, ferritgyönggyel csatolásmentesítve és párhuzamos ellenállásokkal csillapítva kell kikísérletezni a megfelelő drain- (kollektor-) köri munkaellenállást.

A kísérletezés módszere igen találóan az ún. „Edison-módszer". Ez alatt azt értjük, hogy felállítunk egy teóriát addig a határig, amíg az kivitelezhető, aztán kiértékeljük a különböző nyitottnak látszó lehetőségeket. Válasszunk ezen lehetőségek közül egyet, és változtassunk meg egy paramétert a rendelkezésre álló értékek teljes tartományáig. Aztán figyelmesen vegyük fel az eredményeket és következtessünk. Ma ezt úgy hívnánk, hogy egy probléma empirikus közelítése, de az Edison-módszer találóbb elnevezés.

Egy ilyen kísérletsorozat eredményét láthatjuk a **2. ábrán**. A részletek taglalása nélkül elmondható, hogy a



2. ábra



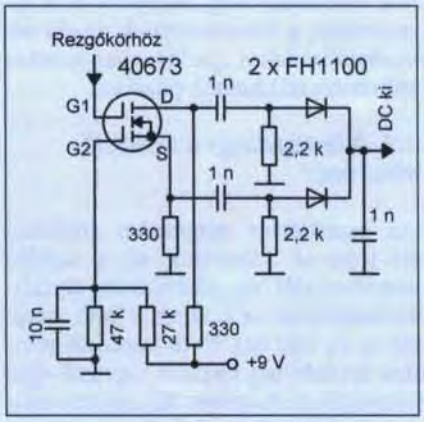
3. ábra

ferritgyöngyök alkalmazásával lehetett elérni a komolyabb leszívásoktól mentes, viszonylag egyenletes amplitúdómenetet. Ránézve kapcsolásunkra megállapíthatjuk, hogy – talán nem véletlenül – nem ilyesmit látunk a legtöbb ismert GDO-kapcsolásban, azaz léteznek más, ugyan egyszerűbb, de a legtöbb esetben kevésbé korrekt megoldások.

A másik végletes eset, mikor az RF-fojtót teljesen elhagyjuk, és egy ellenállással helyettesítjük. Ilyenkor az oszcillátorkörben frekvenciafüggő visszacsatolást alkalmazunk, miként tettük ezt az [1] szerinti kapcsolásban is. „Eredményességét" nem titkoltuk, bizony az amplitúdó a műszeres kijelzés alkalmazásához megengedhetetlenül ingadozott, de ott más volt az alapgondolat. Amplitúdógondunkat egészen más kapcsolástechnikával is orvosolhatjuk, amire az „új megoldások" konstrukciós fejezetben látunk példát.

1.3. A voltmérő-probléma, avagy hol is van a dip?

A feladat az LC-kör amplitúdóesésének minél érzékenyebb detektálása, amely kissé hasonlatos pl. a fémkeresők egyes típusainak problémájához. A gond alapvetően a GDO passzív üzemmódjában lép fel, mivel aktív módban többnyire nagy az oszcillációs amplitúdó, amit könnyű egyenirányítani és a dip is jól indikálható A közvetlen bázisáram (ill. kapuáram) mérése nem hozott kielégítő érzékenységi eredményt, így az 1. ábra elvi rajza ténylegesen is csak elvi megoldás. A leggyakoribb az aktív elem másik elektródáiról történő jelkicsatolás és egyenirányítás. Ez utóbbi egyutas (pl. **3.a ábra**), ill. teljeshullámú, vagy éppen feszültségkétszerező (**3.b ábra**) változatban is használatos. Mérésekkel igazolható, hogy a teljeshullámú megoldás a hatékonyabb. Ezen kapcsolási részlet tekintetében különlegesnek számító profi megoldást mutat a Heath-Kit HD-1250 modellje (**4. ábra**), aminek működési részleteit [4] -ben olvashatjuk.



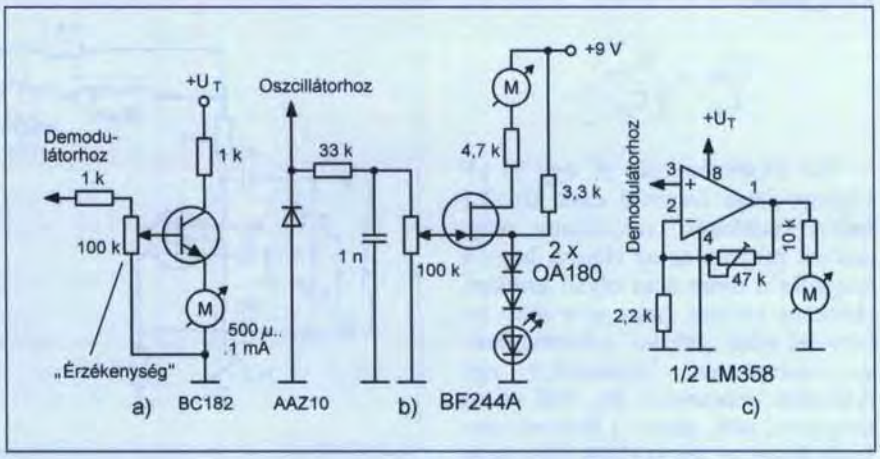
4. ábra

Az egyenirányítással az a fő probléma, hogy legtöbbször diódát használunk, aminek adott, néhányszor 100 mV-os nyitófeszültsége van, és ráadásul amplitúdófüggő rétegkapacitással is rendelkezik, így ha azt „rossz helyen" alkalmazzuk, akkor az 1.1 szakasz megállapításainak értelmében a frekvenciahatárokat is befolyásolhatja. A „bajt" ügyesen kerültük el [1]-ben és az ottani megoldást máshol is fel lehet használni. Ha mégis diódás megoldások mellett döntünk, akkor germánium tűs diódák, vagy szilícium Schottky típusok jöhetnek szóba. A diódák ritkán hajtanak meg közvetlenül Deprez műszert, legtöbbször erősítő közbeiktatása szükséges.

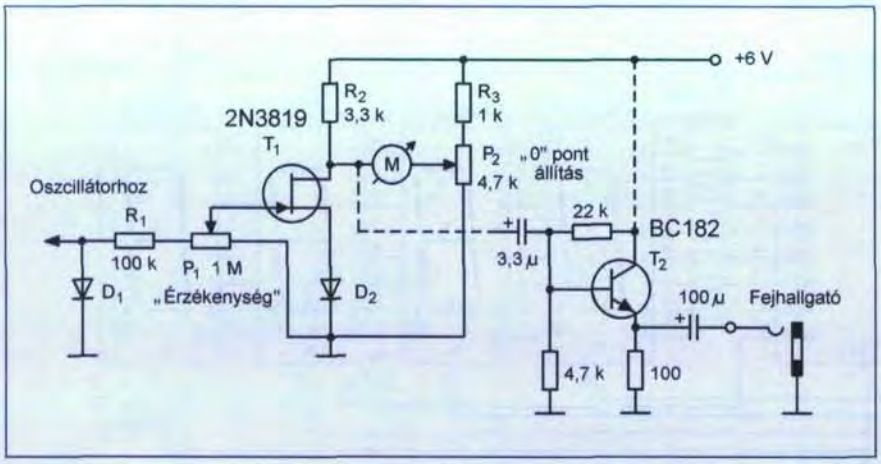
Egy érzékenyebb alapműszer alkalmazása nem hoz javulást, több okból sem. A diódák nyitófeszültség alatt nem vezetnek, ennél fogva az érzékenyebb műszer sem mutat többet. (Kipróbáltunk 50, ill. 100 μA-es műszereket is). Ráadással tekintettel kell lennünk a bevezetőben említett olcsóságra való törekvésre, és bizony igen nagy az árkülönbség egy minden amatőrfiókban fellelhető kivezérlésjelző műszer és egy precíziós 50 μA-es, feszítettszálas Deprez között!

Folytak kísérletek érzékeny DC-erősítővel is. Azonban, hacsak nem FET bemenetetű volt az erősítő, akkor a kívánatos bemeneti áramcsökkenés nem következett be, még ha Darlingtonpárral kísérleteztünk is. Mivel a diódás áramkör egy ponton túl már nem terhelhető, megállapíthatjuk, hogy egy egyfokozatú jFET-es erősítő tökéletesen alkalmas a feladatra.

Ebben a fokozatban is kipróbáltunk tranzisztoros és műveleti erősítős megoldást is; ezekre az **5. ábra** mutat példát.



5. ábra



6. ábra

Amennyiben sikerül sávon belül viszonylag egyenletes amplitúdómenetet tartani, a dipre való érzékenység fokozható hídáramkörös műszerkijelzéssel (**6. ábra**). A híd egyik ágát az R_2, T_1, D_2, míg a másikat az R_3, P_2 alkotja. Működéséről úgy gondoljuk, itt már nem kell szót ejtenünk. A 6. ábrán szaggatott vonallal rajzolt áramköri részlet szerepét később értelmezzük. Fejezetünk végén abban bízunk, hogy a **7. ábrán** látható dip-mérő megoldásról – amely az előző pontok sokféle szempontját reprezentálja – minden olvasó el tudja dönteni a kapcsolás előnyeit, hátrányait és fel tudja mérni, hogy ez a műszer körülbelül mire képes.

Jóllehet nagy utat jártunk be az 1. ábra tanulmányozása óta, ne feledjük: a legjobb konstrukcióink mindig „Edison módszerrel" készültek!

2. Az új megoldások

Mint azt az előzőekben láttuk az amatőr „kedvére való" GDO-konstrukciót a könnyen kivitelezhető tekercskészlet és az egyszerű, de jól használható skálamegoldás jellemzi, lévén egyik sem kedves oldala az elektronikai munkának. Ezt szem előtt tartva, ragaszkodunk a leágazás(ok) nélküli tekercsekhez. Tesszük ezt a részletezett hátrányai ellenére, amiken az elektronikával próbálunk meg segíteni. Ami a skálát illeti, azt pedig teljesen elektronikai, digitális megoldással váltjuk fel, sok fáradságtól és kalibrálóműszer-beszerzéstől kímélve meg a GDO-építőt.

2.1. Frekvenciamérőt a Dip-mérőbe!

A GDO-skála elkészítésekor egyrészt szükségünk van ellenőrző műszerre (frekvenciamérőre, mérővevőre, spektrumanalizátorra), másrészt a leolvasási nehézségek elkerülésére annak mérete sem lehet tetszőlegesen kicsi. Akinek még nincsen meg a kellő műszerezettsége a kalibráláshoz és a körskála osztásainál pontosabban szeretne dip-et meghatározni, azokban biztosan felmerül az igény egy, a készülékbe épített digitális frekvenciamérőre. A gondolat természetesen nem új, hiszen pl. [5] és [6] is mutat rá példát. A hivatkozott források egyike meglehetősen bonyolult megoldást ad, míg a másik itthon nagyon nehezen beszerezhető alkatrészekkel dolgozik.

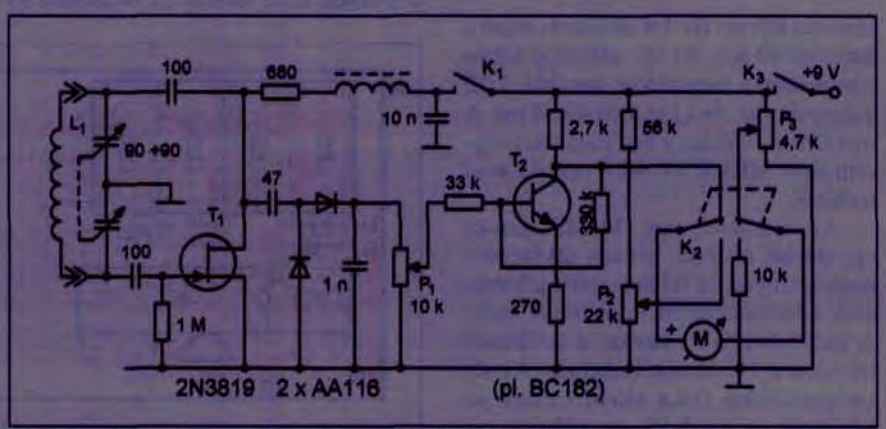
A GDO-ba épített frekvenciamérő tervezésénél a legfontosabb szempont az egyszerűség, a kis méret, a kis áramfelvétel, valamint az, hogy könnyen beszerezhető és olcsó alkatrészekből épüljön fel. Ezen elvek alapján készült a mikrokontrollerrel megvalósított, négydigites, előosztóval ellátott áramkör, amely két méréshatárral rendelkezik. Az egyikben a felső határ 9999 kHz, 1 kHz-es felbontással, a másikban a 999,9 MHz előosztóval, 100 kHz-es felbontással.

A digitális frekvenciamérő bemeneti érzékenysége frekvenciafüggő. Az alacsonyfrekvenciás tartományban jobb, mint –3 dBm, 500 MHz alatt kisebb, mint –20 dBm, 1 GHz-en –10 dBm. Az áramköri egység elvi rajzát a **8. ábrán** láthatjuk.

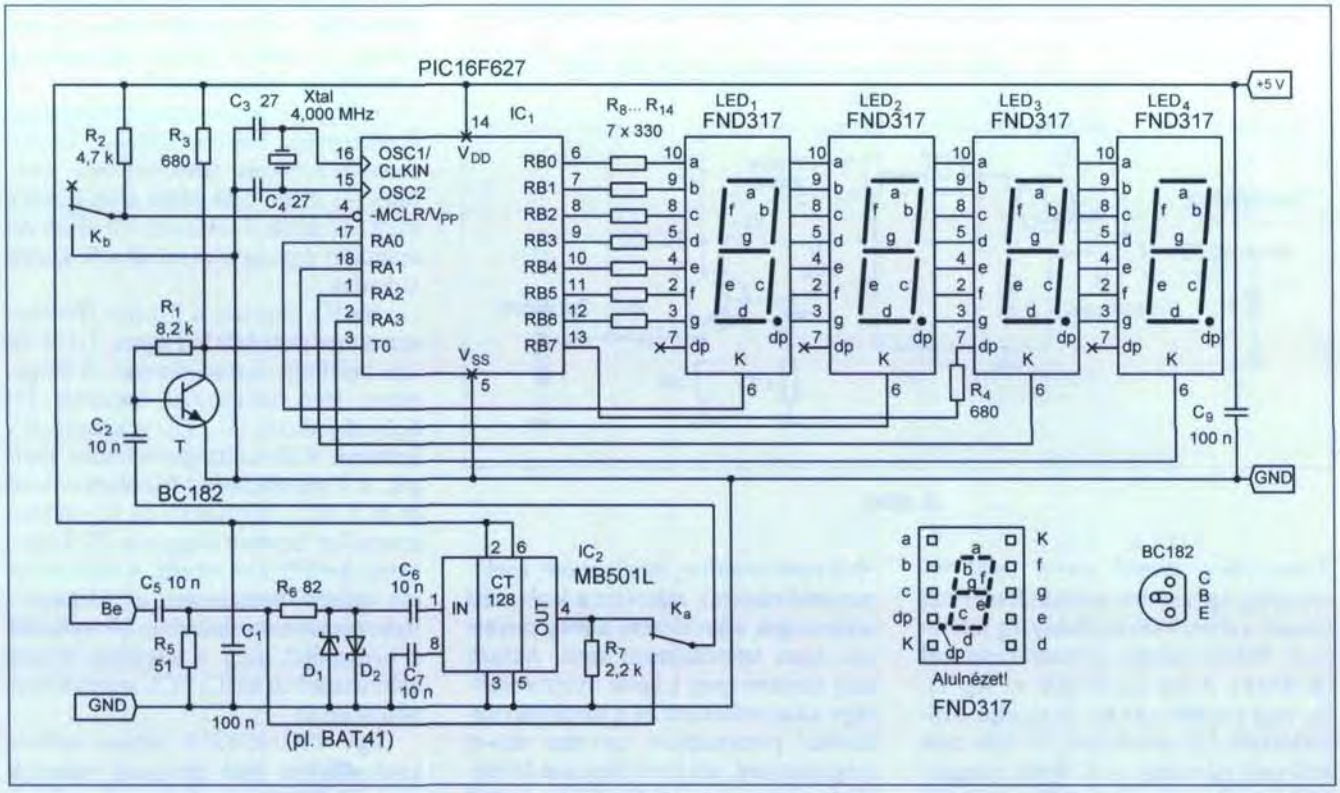
Az IC_1 előosztó a [7]-ben részletesen ismertetett MB501 típus, 1:128 fixen beállított osztásaránnyal. A bemeneten lévő antiparalel kapcsolt két Schottky dióda (D_1, D_2) a kényes IC-bemenet túlfeszültségvédelmére szolgál. A T tranzisztorral felépített erősítő és ECL/TTL szintáttevő az IC_2 mikrokontroller Schmitt triggeres *T0* bemenetére kerülő jelet erősíti. A tranzisztoros erősítő bemenetére az alacsonyfrekvenciás méréshatárban közvetlenül a bemenőjel, míg a nagyfrekvenciás méréshatárban az IC_1 ECL szintű kimenőjele kerül.

Egy PIC16F627A típusú mikrokontrollerben futó program valósítja meg a frekvenciamérést. A mikrokontroller órajel-generátora az Xtal 4 MHz-es kvarccal működik, ez vezérli a belső időzítéseket. A közös katódos kijelzők multiplexeres vezérlése közvetlenül a portokon keresztül történik. Az FND317 típusú kijelzők ideálisnak mondhatók erre a feladatra, ráadásul a cikk írásakor az egyik legnagyobb fővárosi alkatrészkereskedőnél igen kedvező áron voltak beszerezhetők. A közösített anódokhoz kapcsolt 330 Ω-os ellenállások a szegmensek áramát állítják be.

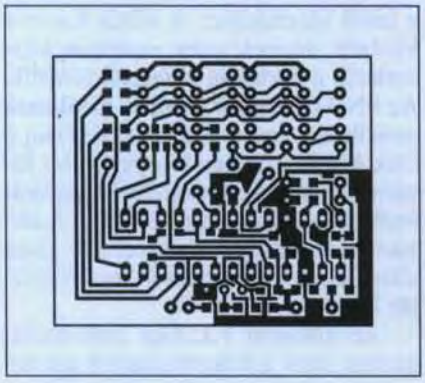
Az előosztó 1:128-as frekvenciaosztása miatt a frekvenciamérő két kapuidővel dolgozik. Az alacsonyfrekvenciás méréstartományban a *T0* be-



7. ábra



8. ábra



9. ábra

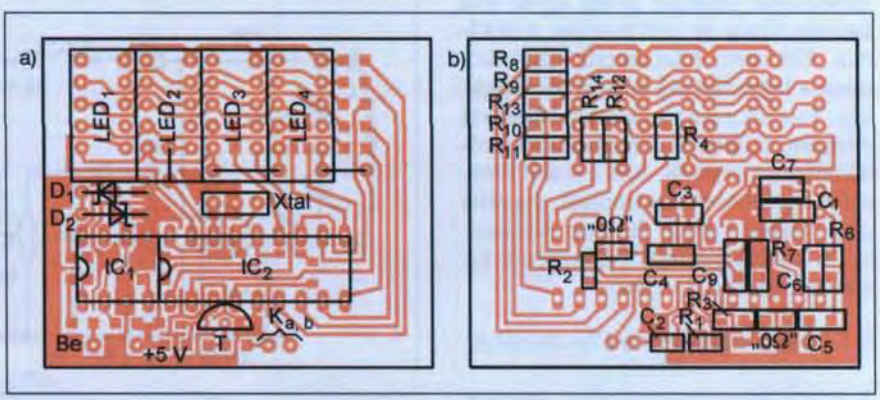
kvarc, a tranzisztor, valamint a bemenet védődiódái. A forrasztási oldalra (**10.b ábra**) forrasztottuk fel a felületszerelt 0805 méretű ellenállásokat és kondenzátorokat. IC-foglalatnak és kvarcnak olyan típust célszerű választani, amely nem magasabb a kijelzőnél. A prototípus panelje a *Hobby Elektronika 1996/4. számában, ill. a Rádiótechnika Évkönyve 2002-es kiadásban* ismertetett pnp-fóliás eljárással készült. Szóba jöhet a hasonló elven alapuló műnyomópapíros eljárás is (*Rádiótechnika 2005/11.*)

A 0,8 mm-es furatok kifúrása a sikeres vasalás után, kellő óvatossággal, a maratás előtt történt. A beültetést az átkötésekkel kell kezdeni, majd ezután be lehet forrasztani a kijelzőket, és a hagyományos alkatrészeket. Ezt követően kerülhet sor az SMD-k felforrasztására.

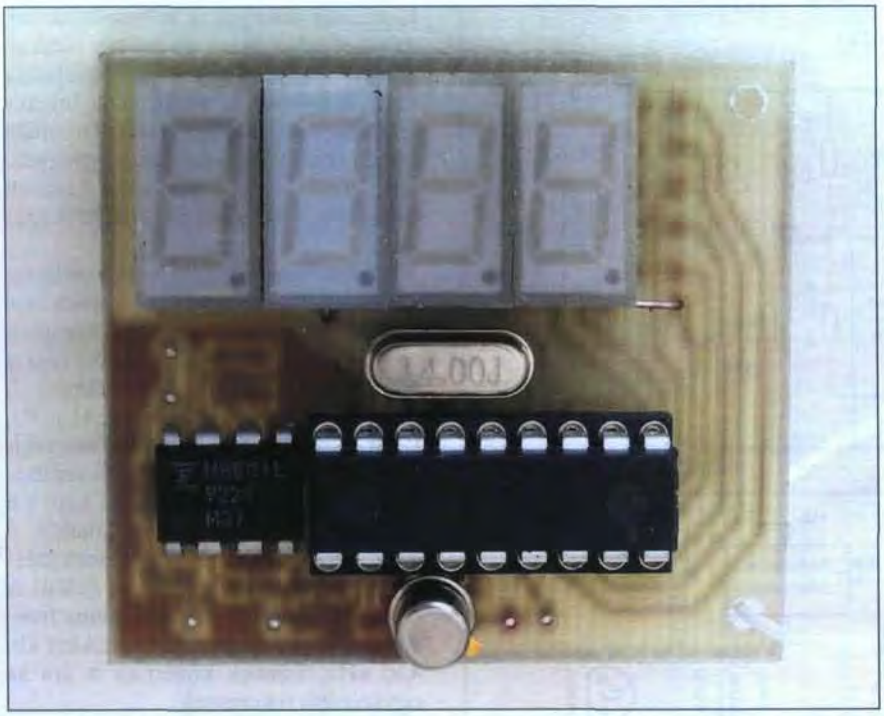
A megépítéshez nem szükséges a mikrokontroller működésének, felprogramozási módszerének ismerete. A beprogramozott mikrokontroller a HAM-bazárban megvásárolható, és a foglalatba helyezése után azonnal üzemképes. A kapuidő-választó kapcsoló nincs a panelon; azt a lehetőségekhez képest kell a dobozban elhelyezni. Bekapcsolás előtt ajánlatos a tápfeszültség-csatlakozási pontok esetleges zárlatának ellenőrzése. Ezután

menetet követő fix 1:4 előosztás miatt a kapuidő 40 ms. Az IC_1 előosztó alkalmazásakor a bemeneten további 1:32 előosztás van, és a kapuidő 40,96 ms. A méréshatár váltása a bemenetnek programozott MCLR (4. láb) vezérlésével történik.

Az áramkört egy 34×42 mm-es egyoldalas nyákon, néhány átkötéssel, hagyományos és felületszerelt alkatrészek alkalmazásával valósítottuk meg. A nyáktervet a **9. ábrán**, a beültetési rajzokat a **10. ábrán** láthatjuk. Az alkatrészoldalon (**10.a ábra**) vannak az átkötések, a kijelzők, az előosztó, a foglalatban levő mikrokontroller, a



10. ábra



árammérő közbeiktatásával az áramkör 5 V-os tápfeszültségre kapcsolható. Ekkor, az alacsony méréshatárban a kijelzőn „00" jelenik meg, miközben az áramfelvétel körülbelül 35 mA.

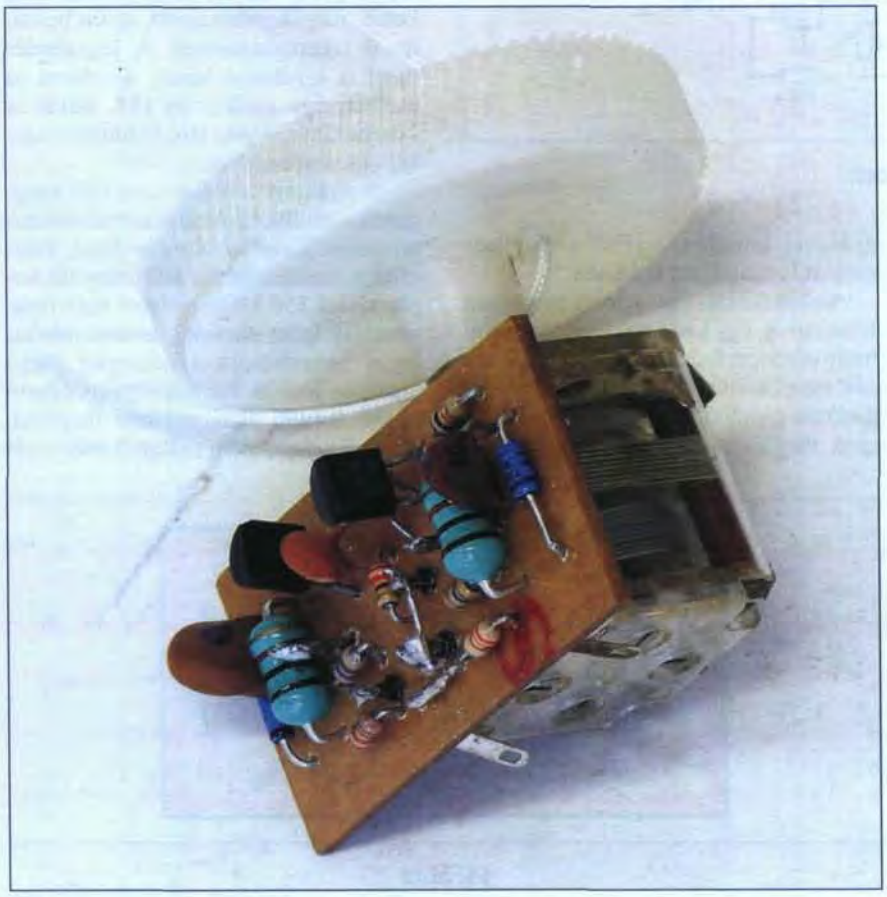
A nagyfrekvenciás méréshatárban az előosztó kimenetén bemenőjel nélkül is véletlenszerű impulzussorozat jelenik meg. A kijelzőn is ez a sztochasztikus számkavalkád látható, de megfelelő jelszintű bemenőjel fölött a kijelzett érték stabilizálódik. A kijelző elé a jobb láthatóság érdekében célszerű piros plexit helyezni. A K_a kapcsoló két érintkezőjét, minél rövidebb vezetékekkel, közvetlenül az IC_2 4., ill. 2. lábának forrpontjához kell kötni.

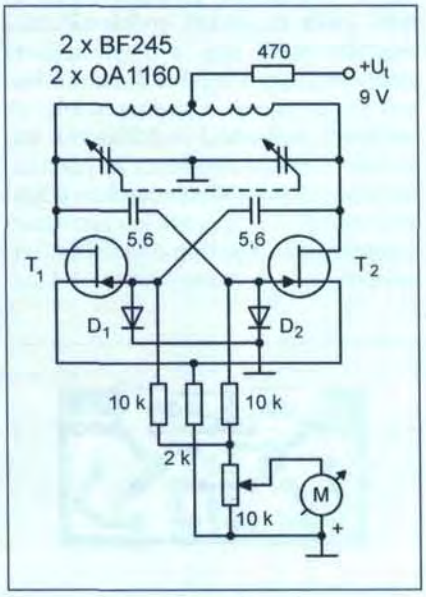
Röviden szólunk a program működéséről. A *T0 (3. láb)* bemenetre jutó impulzussorozat előosztás után az *TMR0* eseményszámlálónak programozott, és a timer interrupt bekövetkezésekor inkrementálódó *TMR0H* regiszterekből kialakított 16 bites számlálóba kerül. A kapuzást a *TMR1* időzítő végzi. A kapuidő leteltével a fenti 16 bites bináris számláló értékét a BIN/BCD átalakító programrész veszi át, aztán a számláló és a kapuzó áramkör nullázódik, majd a folyamat újra indul. A kapuidő alatt történik a BCD kódolású adatok multiplexelt kijelzése. A kisebb áramfogyasztás és a könnyebb leolvashatóság érdekében az kezdő nullák ki vannak oltva.

2.2. Az újszerű dip-oszcillátorok

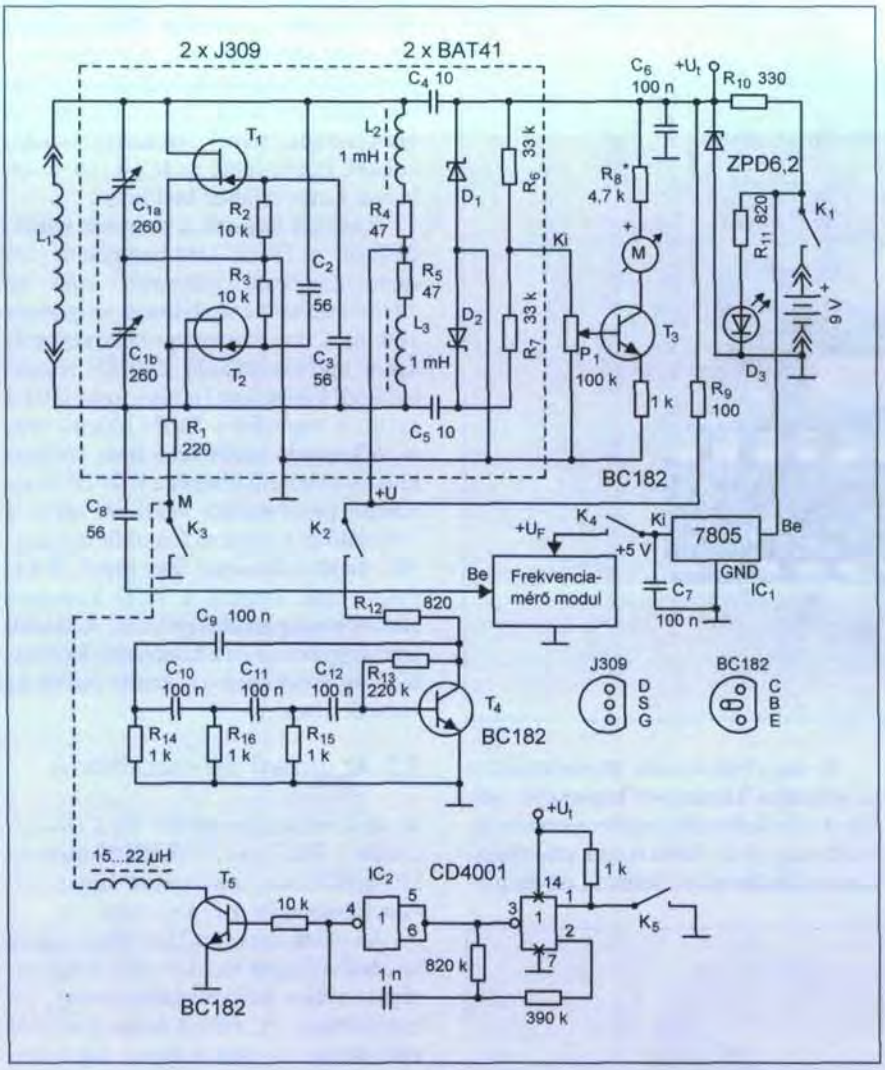
Az itt ismertetésre kerülő két GDO készülék a 2007. évi BURABU konstruktőri kiállításán, a műszerek kategóriában kiérdemelte a 2. helyezést.

Az előző szakaszokból látjuk, hogy az ideális dipper megkövetelt tulajdonságai: széles frekvenciatartomány, állandó kapu- (v. rács-) áram indikálás valamennyi sávban, a hamis dip jelenségének elkerülése, könnyen leolvasható kijelzés, jó frekvenciastabilitás és elegendően nagyszintű kimenőjel





11. ábra



12. ábra

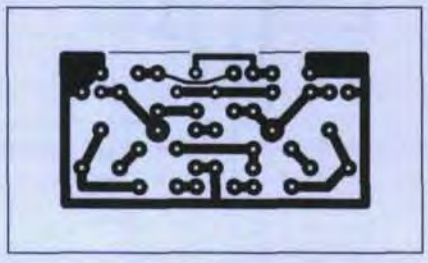
egyéb áramkörök meghajtásához. A cikk írását megelőző irodalomkutatás eredményeként arra a megállapításra jutottunk, hogy a legtöbb fentebb felsorolt követelményt a keresztcsatolt, ellenütemű működésű oszcillátorok teljesítik. Szakmai körökben az oszcillátor elnevezéséről kontinenseken átható vita alakult ki, amelynek konszenzusos eredménye a *„Kalitron oszcillátor"* elnevezés lett. A csöves változat kihagyásával mindjárt a jFET-s alapkapcsolást láthatjuk a **11. ábrán**.

Szándékosan egy ismert formában felrajzolva, egy kissé módosított astabil multivibrátort fedezhetünk fel [8], aminek egyébként nincsenek amplitúdóingadozás-gondjai, és az oszcilláció is igen megbízható. Az egyenirányított kapuáram arányos a jelamplitúdóval, amelyet egy 100 μA-es műszer indikál. Azzal a ténnyel megint szembesülnünk kell, hogy ide is leágazásos tekercs szükséges, aminek kapcsán [9] nyomán továbbgondoltuk a dolgot. Megjegyezzük, hogy az előző kapcsolás kísérleti példánya 450 MHz-ig működőképes volt.

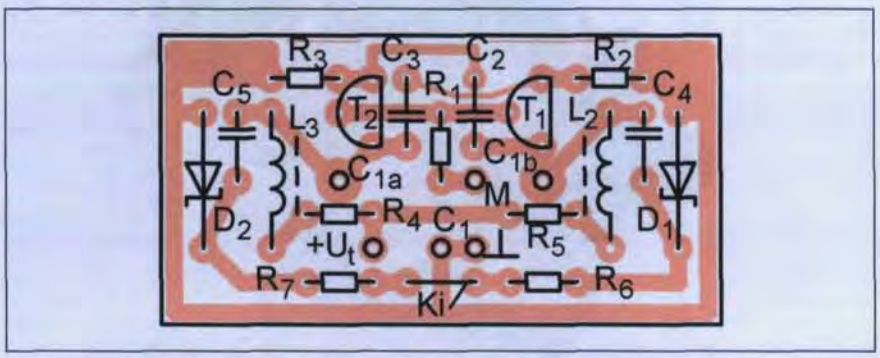
Elkerülendő a középleágazásos tekercset, a kapcsolásunk a **12. ábra** szerint alakul, amely már egy komplett GDO-t mutat be. A főáramköri rész a *módosított Kalitron oszcillátor*. A drain-köri munkaellenállások (L_2, R_4, L_3, R_5) szerepéről már részletesen szóltunk. Mivel az oszcillátor tápfeszültséget nem a tekercsen keresztül kap, s a keresztcsatolás (C_2, C_3) is állandó, a kapcsolásnak van egy jellegzetes sajátossága: nevezetesen tekercs nélkül is oszcillál. Ilyenkor az oszcillációs frekvencia a rajzon szereplő értékekkel kb. 450 kHz. Többek között ez is ára az egyszerűbb tekercsnek.

A nagyszintű jel amplitúdóját teljeshullámú egyenirányítás után műszeres kijelzés teszi láthatóvá. Úgy gondoljuk, hogy a főáramkör további elemzése már ismétlés lenne az előzőekhez képest. Konstrukcióját tekintve meghagytuk az [1]-ben alkalmazott kettős forgókondenzátort, az ott bemutatott tekercskészlettel. A légszerelés most is kívánatos lenne, de ebben az esetben egy nyáktervet (**13. ábra**) is készítettünk, a vele járó beültetési rajzzal (**14. ábra**).

A nyákterv a főáramköri rész szaggatott vonallal határolt szegmensét tartalmazza. Ezzel az elrendezéssel, valamint a rendelkezésre álló hangoló kapacitással 150 MHz-es felső határfrekvenciáig lehet elmenni, aminek elsődleges behatárolója a műanyag forgó alacsony jósága. Jobb eredmény érhető el egy levegő dielektrikumú forgóval. A két RF-fojtó nem mutatott erős saját



13. ábra



14. ábra

rezonanciát, az R_4 és az R_5 csillapító hatásának köszönhetően. A sávon belüli oszcillációs szint egyenletes, de sávonként változik. Ezt csak további kapcsolástechnikai módosítással lehet kiküszöbölni, amire [10] mutat példát. Ez utóbbi a T_1 és a T_2 helyére kétkapus MOSFET-et használ, ahol a második kapuelektródát sávonkénti szintszabályozásra lehet használni, de ekkor már bonyolultabb tekercselrendezéssel.

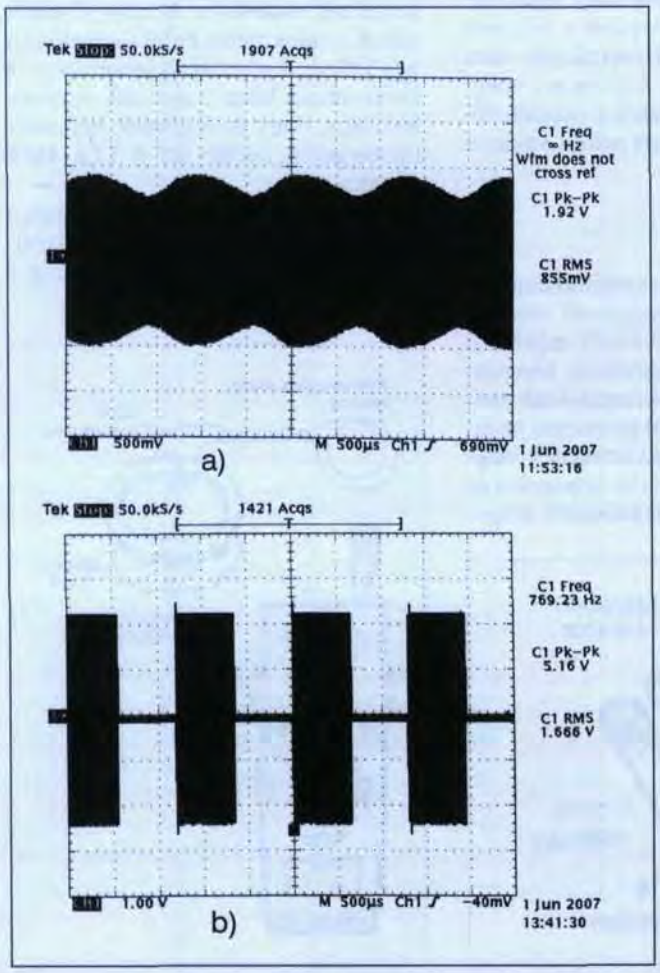
Megjegyezzük, hogy a frekvenciatartományt az L_2 és az L_3, valamint a csatoló kondenzátorok értékének csökkentésével lehetséges kiterjeszteni, de az alacsonyabb frekvenciakörzetekben ekkor már nem oszcillál és az LC-viszony a VHF-sávokban túl nagy ahhoz, hogy az oszcilláció fennmaradjon a forgó teljes szabályozási tartományában.

2.3. Kényelmi és speciális szolgáltatások

A 12. ábrán a főáramköri részeken túl további kapcsolási elemeket látunk, amelyek „komfortosabbá" teszik GDO-nkat. A legfőbb kényelem a digitális frekvenciakijelzés, amivel a 2.1. szakasz részletesen foglalkozott. A két egység közötti kapcsolatot a kicsatoló egység hozza létre, amely lehet egy tranzisztoros fokozat, vagy éppen csak egy kondenzátor.

GDO-nkból modulátor egység alkalmazásával amatőr kézi szignálgenerátort kapunk. A moduláló eljárásra két példát is bemutatunk. Az [1]-ben alkalmazott fázistoló oszcillátor kb. 600 Hz-es jele a Kalitron oszcillátor tápfeszültségének szinuszos ingadozását váltja ki az R_9 és az R_{12} segítségével. Az így elérhető modulációs mélység kb. 25% (**15.a ábra**).

A 12. ábrán a GDO aktív/passzív üzemmódváltására a K_3 szolgált. Amennyiben vezérléssel itt avatkozunk be, szintén modulációt hozunk létre. Az IC_2-vel felépített kb. 1,2 kHz-es négyszöggenerátor a K_5 kikapcsolt helyzetében állandóan **H** szintet ad, így a T_5-ön keresztül engedélyezi a Kalitron működését. A négyszöggenerátort elindítva, az a fő oszcillátor 100%-os AM-jét eredményezi (impulzusamplitúdó-moduláció; **15.b ábra**).



15. ábra

Rajzunkon ez a megoldás opcióként szerepel (szaggatott vonallal ábrázolva), alapmegoldásnak a fázistolós szinuszgenerátort választottuk.

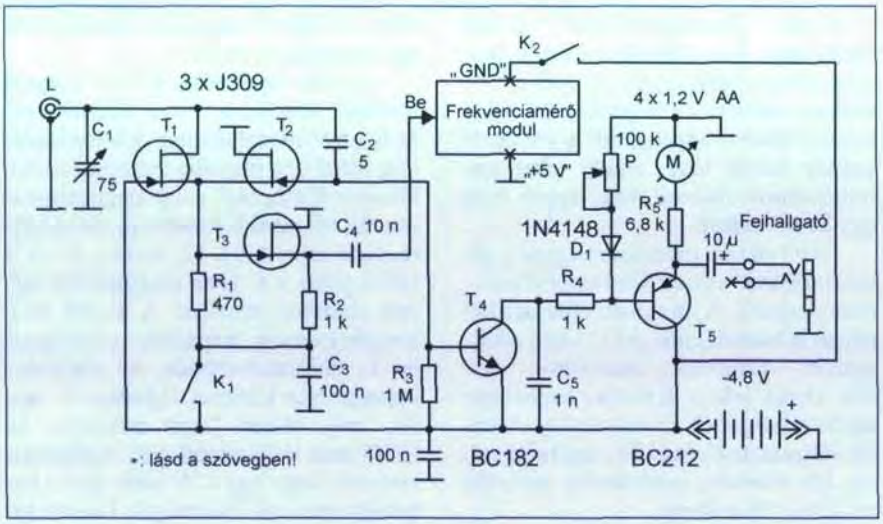
A választást megkönnyítendő egyrészt megismételjük, hogy a tápon keresztüli szinuszjellel történő modulálás járulékos frekvenciamodulációt is okoz, így mindkét modulációs mód vizsgálható, másrészt megállapítjuk, hogy 100%-os AM-nél négyszögjellel az FM nem jön létre. Végül is kinek-kinek mire van szüksége, azt építi be, sőt áramkörileg mindkét megoldás kialakítható egy készüléken belül!

A GDO tápellátása 9 V-os telepről történik, amelynek nyers feszültségét az IC_1 5 V-ra stabilizálja. A telep kímélése céljából a digitális frekvenciamérő kikapcsolható, csak a dip meghatározása után célszerű bekapcsolni rövid időre. Nem rajzoltuk a 12. ábrába, de itt is szóba jöhet a 6. ábra szaggatottan rajzolt áramköri részlete. A T_1-ről jövő hangfrekvencia kapacitív csatolással jut T_2 emitterkövetőhöz. Az alacsonyimpedanciás kimenet fejhallgatót táplál, ami akkor lehet hasznos, ha GDO-nkat hullámmérőnek, AM-jelkövetőnek, vagy egy CW-jelre nézve heterodin vevőnek használjuk. De ez a téma már átvezet a dip-mérés gyakorlatába.

A leágazásos tekercset nem alkalmazó Kalitron oszcillátor problémája továbbra is az RF-fojtó, mert széles frekvenciatartományban nehéz olyan induktivitást készíteni, amelynek sehol nincs rezonanciája és ezáltal nem szól bele a rezgőkör működésébe. Minden problémánkra „gyógyírt" ajánl [11] forrása, melyet átdolgozás és a frekvenciamérőkhöz illesztés után mi is ajánlunk az olvasónak (**16. ábra**).

Ez egy, a szerzők által „Fél Kalitron"-nak keresztelt, jFET-ekkel megvalósított ellenütemű oszcillátor, melynek a kimenete aszimmetrikus, és nem igényel kettős forgókondenzátort, valamint a rezgőkör egyik pontja földelt. Ennek olyan a megoldása, hogy a telep pozitív pólusa került földpotenciálra. A kísérleti példány furatozott próbapanelen készült el J309 FET-ekkel, felületszerelt alkatrészekkel, a nagyfrekvenciás tervezés elveinek alkalmazásával. Hangolóelemként japán zsebrádió forgókondenzátora szolgált. Ezzel a konstrukcióval, megfelelő tekerccsel (egymenetes hurok) az áramkör 360 MHz-ig üzemképes. A frekvenciamérő-kimenet közvetlenül meg tudja hajtani az ismertetett mikrokontrolleres műszert. A készülék négy AA méretű akkumulátorcellával működtethető. A frekvenciamérő *„+5 V"* pontja testpotenciálra, a *„GND"* pontja pedig $-U_t$-re kerül, de ez jó tápfeszültség-hidegítés esetén nem okoz problémát.

A forgókondenzátor kapacitásátfogását figyelembe véve, a rezgőköri induktivitással a felső határfrekvenciát célszerű kb. 220 MHz-re beállítani, ekkor az alsó határfrekvencia kb. 80 MHz. Az oszcillációs amplitúdó változása a hangolási tartományon be-



16. ábra



18. ábra

lül csekély, a „dip" indikálása határozott.

Az oszcillátorkimenetet a T_3, mint source-követő függetleníti az oszcillátortól. Kimeneti feszültségszintje tekercsenként változik, de a tipikus effektív értéke 250 mV nyitott kimenetnél, ill. 50 mV 50 Ω-os lezárásnál. Ez nem csak a frekvenciamérő meghajtásához elegendő, de külső jelforrásnak is, pl. hibakereséskor.

A T_4 tranzisztor kettős feladatot lát el. Bázis-emitter átmenete az RF-demodulátor, ugyanakkor DC-erősítő is, melynek kimeneti jele a T_5 pnp emitterkövetőt vezérli. Ez utóbbi az M indikátort (magnó kivezérlésjelzőt) hajtja meg. A rajzon szereplő alkatrészértékek 200 µA-es műszerhez megfelelőek. Ettől eltérő érzékenységű alapműszer esetén az R_5 cseréje szükséges. A passzív üzemmódra úgy állhatunk át, hogy az oszcillátor tápellátását a K_1 kikapcsolásával megszüntetjük. Az áramköri egység áramfelvétele 4–5 mA.

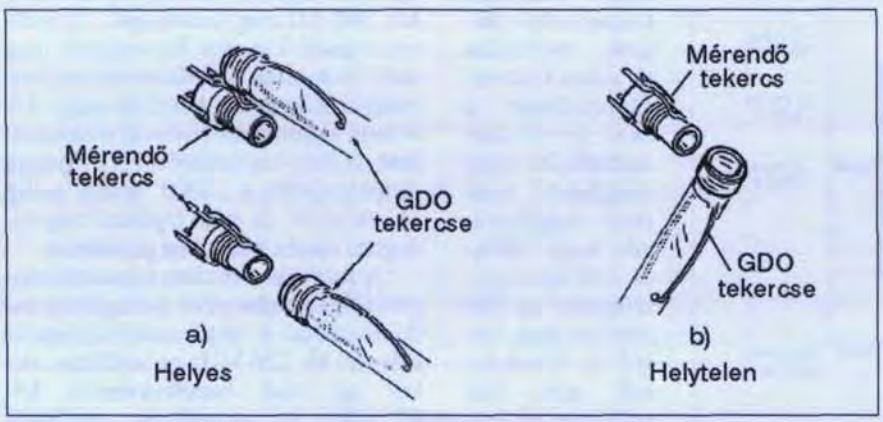
A konstrukciós részleteket már részben érintettük, de nincs akadálya egyéb egyedi kivitelezésnek. A technológiából adódó tulajdonságbeli eltéréseket az előzőekben részletesen elemeztük. Az adott hangolókondenzátorhoz szükséges tekercskészlet elkészítése, illetve gyors módosítása a beépített frekvenciamérő kijelzései alapján nem jelenthet problémát. Ugyancsak megoldható az igény szerinti modulálhatóság kérdése is az előző példák valamelyike szerint.

3. GDO-mérések

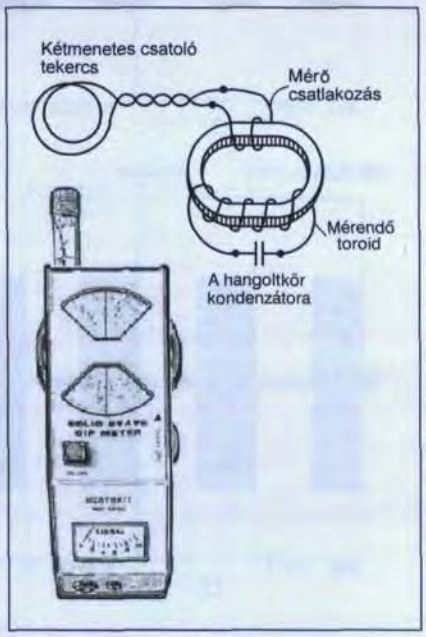
Ebben a fejezetben, a szakirodalomban fellelt, GDO-val elvégezhető méréseket foglaltuk össze. A GDO, működési elvéből adódóan, alapvetően hangoltkörök rezonanciafrekvenciájának mérésére szolgál. Ez által lehetséges az induktivitás és kapacitás értékének meghatározása is. Ugyanis az ismeretlen és egy ismert értékű alkatrészből rezgőkört kell alkotni, majd ennek meg kell mérni a rezonanciafrekvenciáját, amiből a Thomson képlettel a kívánt elemérték kiszámítható. (A könnyebb számolás kedvéért a képletet szokás némileg átrendezett formában használni, s így többféle megjelenési módjával találkozhatunk.)

A rezonanciafrekvencia-mérés a GDO aktív üzemmódjában a sugárzó cseretekercs, és a mérendő rezgőkör tekercsének csatolásba hozásával történik. A pontos mérés érdekében először úgy kell a „dip"-et megkeresni, hogy a két tekercset közel helyezzük egymáshoz, úgy, hogy ne legyenek egymásra merőlegesek, amint azt a **17.a ábra** mutatja.

A **17.b** a hibás elrendezés. Ezután a laza csatolás elérése érdekében távolítani kell a két tekercset addig, amíg a dip még jól érzékelhető.



17. ábra



19. ábra

3.1. Induktivitásmérés

Gyakori probléma kisebb menetszámú tekercsek induktivitásának meghatározása. E célból egy ismert, 100 pF körüli értékű kondenzátorral egészítjük ki rezgőkörré, és a rezonanciafrekvencia meghatározását követően a **18. ábrán** található, a könnyebb számítás kedvéért átrendezett és egyszerűsített képlettel kiszámítható az induktivitásérték. Toroid vagy fazékvasmag esetén, ahol a kicsi a szórt induktivitás, a mérő rezgőkört még ki kell egészíteni egy csatoló hurokkal („link csatolás"), ami az induktivitást csak kis mértékben növeli, de alkalmas a GDO-val való együttműködésre (**19. ábra**).

3.2. Kapacitásmérés

Ismeretlen kapacitás, például forgókondenzátor kapacitásának kiszámítása a **20. ábrán** látható képlettel történik, de itt egy ismert értékű induktivitásra van szükség.

3.3. Induktív csatolású sávszűrők mérése

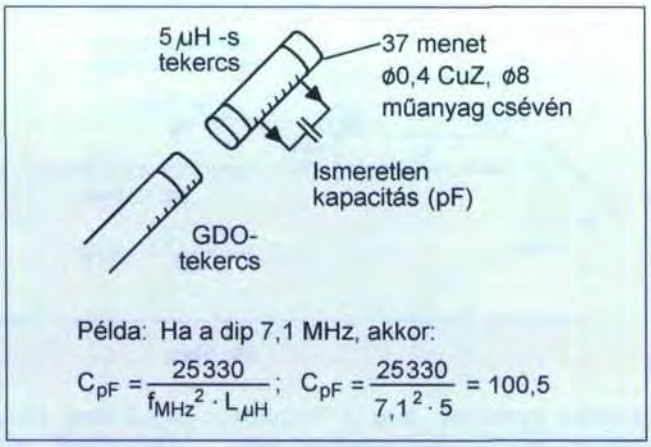
Induktív csatolású sávszűrők csatolási tényezőjének mérésekor a **21. ábra** szerint, először a már ismertetett módszerrel megállapítjuk az egyik rezgőkör f_0 rezonanciafrekvenciáját, majd ugyan ezt a rezonanciát megmérjük úgy, hogy a másik rezgőkört (f_s) rövidre zárjuk. A két értékből a csatolási tényező az ábrán található képlettel kiszámítható.

3.4. Tápvonalmérések

Baluntranszformátorok és egyéb illesztőáramkörök kialakítása során szükség lehet negyed-, ill. félhullámú tápvonalszakaszok hosszának pontos meghatározására. Ehhez ismerni kell az adott kábel rövidülési tényezőjét. GDO-val ez úgy határozható meg, hogy egy körülbelül egy méteres kábeldarab egyik véget szabadon hagyjuk, míg a másik végére egymenetes csatolóhurkot készítünk, majd itt megmérjük a rezonanciafrekvenciát (**22. ábra**). Ebből, és a kábelhosszból a v rövidülési tényező kiszámítható.

Ezzel a negyedhullámú tápvonalszakasz elkészítéséhez szükséges kábel hossza (l_m) az ábra szerinti képlettel számolható ki.

Félhullámú illesztő készítésénél a módszer hasonló, de itt az egyik kábelvéget rövidre zárva, a másikon lévő csatoló huroknál mérjük a rezonanciát. A rövidülési tényező, valamint a szükséges kábelhossz az előzőekhez hasonlóan, a **23. ábrán** közölt képletekkel számítható.



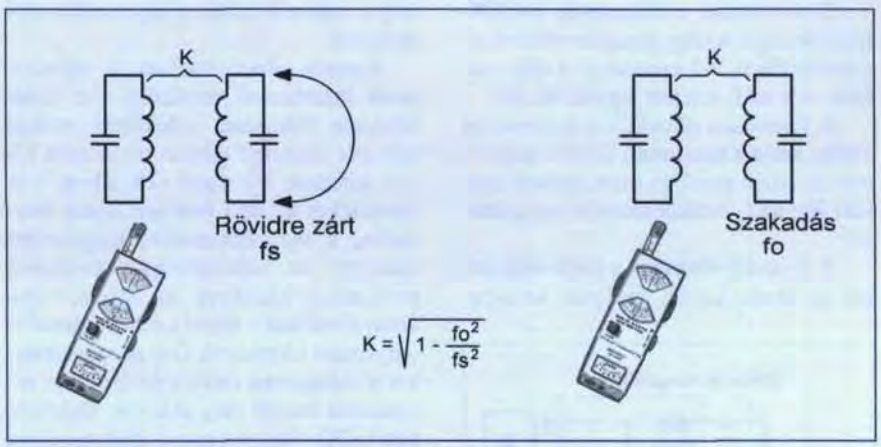
20. ábra

3.5. Antennamérések

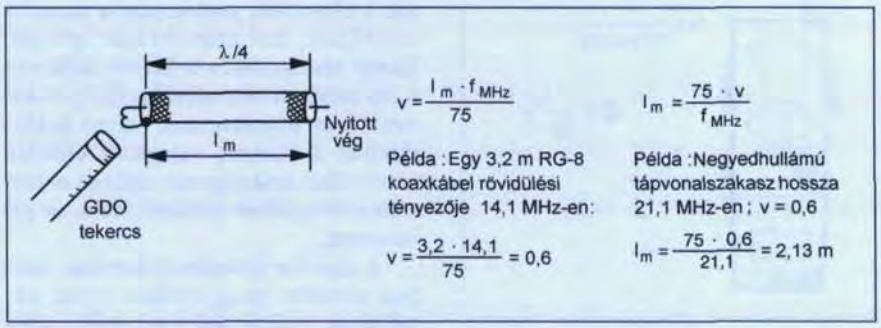
A GDO-t antennák mérésekor is aktív üzemmódban kell használni. A gerjesztést az antenna kisimpedanciájú pontján, ott ahol a legnagyobb áram folyik, kell megvalósítani. Ez a pont félhullámú antenna esetén a sugárzó középpontja. Az antennaelem alacsony jósági tényezője miatt szükséges lehet egy huzalból készített egy-két menetes csatolóhurokra. Mérés előtt az antenna táplálási pontjait rövidre kell zárni. (Ez azt jelenti, hogy az antennakábelt leszedjük és a helyére rövidzárdugót helyezünk.) A dip általában nem túl éles, így nem mindig könnyű megtalálni.

3.6. Kvarcellenőrzés

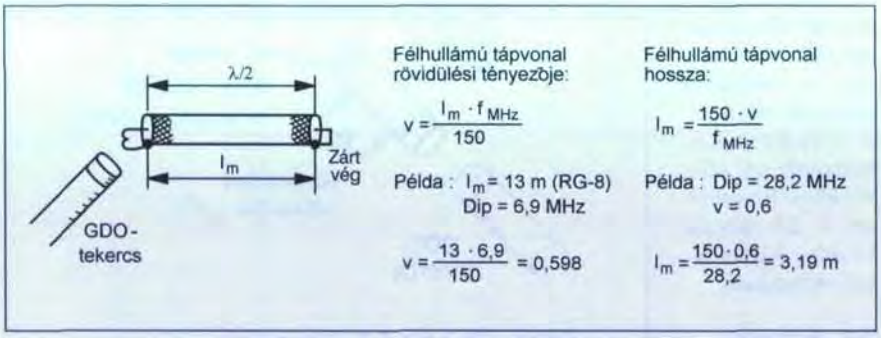
Kvarcok gyors mérése úgy lehetséges, hogy egy két-három menetes tekercset kapcsolunk vele párhuzamosan, majd ezt csatolásba hozva a dip-mérő tekercsével, mérjük a rezonanciafrekvenciát. Mivel a kvarc Q-ja igen nagy, a dip nagyon éles, de a kívánt frekvenciale-



21. ábra



22. ábra



23. ábra

olvasási pontosság még a beépített frekvenciamérő alkalmazásával sem biztosítható.

3.7. Hangoltkör jósági tényezőjének mérése

A GDO-t aktív üzemmódban használva hozzuk laza csatolásba a vizsgálandó körrel. Ez utóbbihoz RF-mérőfejen keresztül csatlakoztassunk nagy belsőellenállású voltmérőt (**24. ábra**)! Fontos, hogy a továbbiakban a csatolás ne változzon.

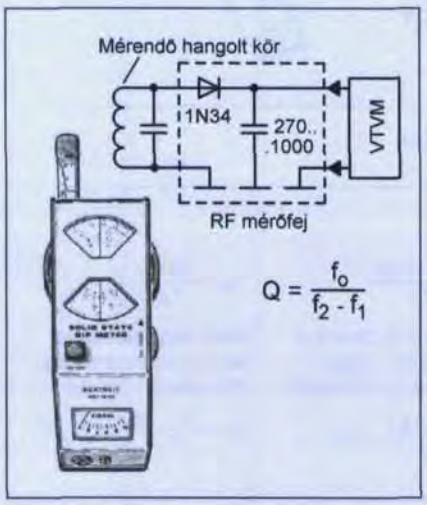
A mérés lépései:

1. A dipnél olvassuk le a GDO f_0 frekvenciáját. (A voltmérő ekkor maximumot mutat.)

2. Óvatosan csökkentsük a GDO frekvenciáját addig, amíg a voltmérő az előző érték 0,707 szeresét (–3 dB) mutatja. Ezt az f_1 értéket jegyezzük fel!

3. Óvatosan növeljük a frekvenciát addig, amíg a maximum elérése után ismét az előző pontban mért értéket kapjuk! Ezt az f_2 értéket szintén jegyezzük fel!

A Q jósági tényezőt a fenti értékekből az ábrán közölt képlettel határozhatjuk meg. Némi gyakorlattal a dip „élességéből" a hangoltkör jóságára nagyon durván bár, de tudunk következtetni. Igen éles leszívást tapasztalva kimondhatjuk, hogy az áramkör viszonylag nagy Q-val rendelkezik, míg széles, csekély dip relatív alacsony Q-t jelent.



24. ábra

3.8. Passzív üzemmód (hangolt detektor)

A legtöbb dipper hangolt detektorként is használható oly módon, hogy az oszcillátort vagy teljesen kikapcsoljuk, vagy működését úgy állítjuk be, hogy az oszcilláció éppen leálljon [1]. Az első esetben a GDO egy diódás detektor, míg a második esetben egy regeneratív detektor.

Passzív üzemmódban a műszer, mint térerőmérő működik. Az érzékenység fokozása érdekében szokás egy pár menetes tekerccsel csatolt rövid antennát készíteni (**25. ábra**). A készüléket az adó frekvenciájára hangolva, a mérőantennával kiegészített műszert az adóantenna különböző pontjaihoz közelítve az abban folyó áram eloszlása – ezzel a relatív térerő is – nyomon követhető. Óvjuk műszerünket a túlságosan nagy térerőtől! Az rezonancia esetén még akkor is tönkreteheti GDO-nkat, ha annak elektronikája ki van kapcsolva!

Elektroncsöves és félvezetős erősítők kellemetlen problémája a parazita oszcilláció, ami neutralizálást igényel. Ennek kimutatására is kiváló indikátor a dip-mérő. A neutralizálás főleg elektroncsöves adófokozatok helyes beállításához szükséges vizsgálati eljárása után válhat szükségessé, amit az ebben a technológiában jártasak biztosan jól ismernek.

A mai kor amatőre számtalan esetben szeretne meggyőződni olyan készülékek működőképességéről, amelyek integrált antennával rendelkeznek

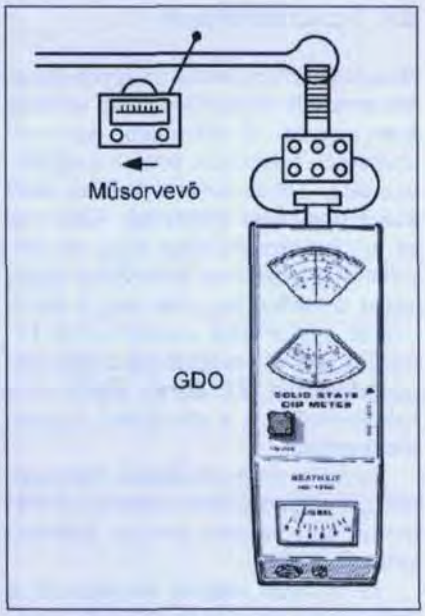


25. ábra

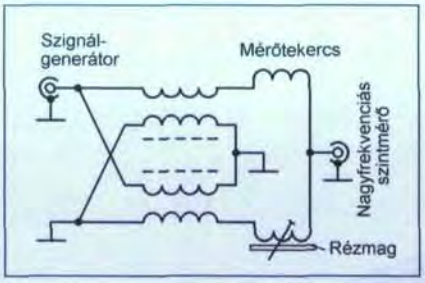
(pl. rádiótávvezérelt járműmodellek, garázsajtó-nyitók stb.). Térerőmérőként a GDO ezen berendezések frekvenciáját, relatív térerejét is képes meghatározni. Ha a műszerünk rendelkezik hangkimenettel, akkor a modulációs tartalom is ellenőrizhető.

3.9. Egyéb alkalmazások

A számtalan „fantáziadús" felhasználás közül az alábbiakban egy lehetőséget említünk. A GDO egy műsorvevővel kiegészítve alkalmas rejtett vezetékek, vagy fémcsövek „nyomkövetésére". Ez esetben a dipper modulált RF-áramot indukál a fémben, amelyet a műsorvevő (zsebrádió) monitoroz. A betáplálás a vezeték egyik hozzáférési pontján



26. ábra



27. ábra

történik. Ez esetben azonban olyan gyenge jelet használjunk, amelyik még adekvát választ ad egyrészt a minél pontosabb helymeghatározás érdekében, másrészt elkerülendő a mérőszemély közelségéből adódó interferencia jelenséget a műsorvevőben. Amikor ilyen kis jelekkel dolgozunk, a legjobb egy szemmel látható „nyomvonalon" kísérleteket végezni kitapasztalandó műsorvevőnk AGC-fokozatának viselkedését, mert könnyen hamis eredményre juthatunk (**26. ábra**).

4. Egy alternatív megoldás

Az eddigiekből is látható, hogy a GDO egy amatőrműszer, komolyabb laboratóriumokban nem használják, mivel ott rendelkezésre állnak a nagyfrekvenciás mérésekhez szükséges speciális műszerek. A mai modern kommunikációs eszközök azonban már sokkal komplikáltabbak és megkövetelik a számos pontosabb eszköz használatát a konstrukciós munka közben. Az alábbiakban az érdeklődés felkeltése céljából bemutatunk egy új RF mérési eljárást, amely hasonlít címbéli műszerünk kínálta lehetőségéhez, de az „elődjénél" sokkal többre képes. Szignálgenerátorral, nagyfrekvenciás szintmérővel és egy hídáramkörös kapcsolással (**27. ábra**) összeállítható egy rezonanciafrekvencia mérésre használható egyszerű mérőegység. A [12] alapján, kissé módosítva elkészítettük, az ott közölt összeállítást. A mérőhidat meghajtó szignálgenerátor kimenőjelét egy, a régebbi tévékészülékek bemenetén levő baluntrafóval két, egymáshoz képest ellenfázisú komponensre bontjuk.

Ez a két jel két, azonos induktivitású, sorba kapcsolt tekercsre kerül, melyek közös pontjában a kimenőjel közel nulla. Ha a mérőtekercs közelébe egy rezgőkör kerül, akkor a rezonanciafrekvencián felborul a hídegyensúly, és a kimeneten az eltéréssel arányos feszültség jelenik meg. Az egyik tekercset rézmaggal hangolva, a híd kiegyenlíthető. A módszer 500 MHz frekvenciáig jól működik, és kedvező tulajdonsága, hogy a mérendő kör nem tudja elhúzni a generátor frekvenciáját. A mérési elv önálló készülékké is fejleszthető, ami már nem a jelen közleményünk témája.

*

Ezzel cikkünk végére értünk. Megállapíthatjuk, hogy a GDO olyan, mint például a tévé-távirányító: nem tudod, hogy szükséged van rá, míg nem rendelkezel vele, aztán csodálkozol, hogyan tudtál létezni nélküle. Egy egyszerű amatőr mérőműszer, amely számtalan drága RF-teszter funkcióját, korlátokkal ugyan, de képes ellátni. Felhasználásának lehetőségei közül jelen közleményünkben csak a legismertebbeket vettük számba, és a szerzők maguk is szívesen vennék az olvasók további kiegészítéseit, tapasztalatait.



Irodalom:

1. Chrenkó F. – Nagymáté Cs.: Akusztikus kijelzésű GDO; RT ÉK 2007
2. Mednyánszky L.: GDO 200...500 MHz frekvenciatartományra; Rádiótechnika 1992/12.
3. Rókavevő 80 m-re; Rádiótechnika 2000/10.
4. Solid-state Dip Meter (Model HD-1250), Heathkit Manual; RT ÉK 1993
5. Pálinkás L. – Szabó Z.: GDO digitális frekvencia-kijelzéssel; Rádiótechnika 2003/11.
6. Martin Šenfeld: Saci měřič 150 MHz; Prakticka elektronika 2005/11.
7. Chrenko F. – Nagymáté Cs.: Moduláris felépítésű 8 digites frekvenciamérő 2.; RT ÉK 2007
8. Drew Diamond: A „Kalitron" Gate Dip Oscillator/Crystal checker; Amateur Radio 2003/március
9. A.L. Bailey: A fet dip oscillator for 1,6-215 MHz; Radio Communication 1981/november
10. Tony Bailey: Fet Dip oscillator MK2; Radio Communication 1987/április
11. A. Bloom: A modern GDO- the „Gate" Dip Oscillator; QST 2003/május
12. Wes Hayward: Beyond the Dipper; QST 1986/május

HUBER+SUHNER
RF termékek nagykereskedelmi képviselete

Forgalmazott termékek:

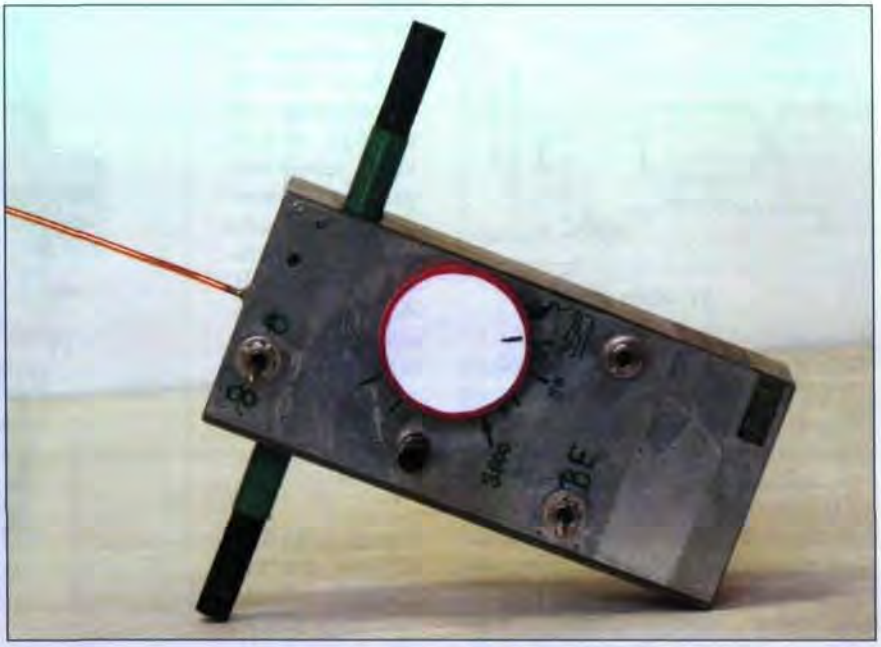
RF-csatlakozók
RF-kábelek
RF-kiegészítők (csillapítók, adapterek...)
RF-villámvédelmi eszközök
RF-mérőkábelek
RF-szerelőkészletek, szerszámok stb.

MODAMO KFT.
www.modamo.hu

H-9700 Szombathely, Zanati u.7.
Tel.: (06) 94 / 501 771, fax: (06) 94 / 501 772
Mobil: (06) 30 / 588 7841, mail: mail@modamo.hu

RH rókavevő kezdőknek – és haladóknak

Schulcz Gábor HA7SG
(MEE Kandó Kálmán díjas)
ha7sg@lightronic.hu



Néhány évvel ezelőtt gondoltam, hogy megmutatom kamaszodó fiaimnak a „rókavadászatot" (hivatalosan a „rádiós tájékozódási futást", de most maradunk e sport autentikus megnevezésénél). Szaladgálni az erdőben, közben keresni egy dobozt, aminek jelei a vevőben egyre erősödnek. Izgalmas dolognak hangzik egy tizenéves számára. Már csak adót és vevőket kellett szerezni. 7XK Lacitól az egész készletet (1-1 db-ot) sikerült kölcsön kérni. Némi javítás után jöhetett a próba. A házi készítésű kis adó jól bírta a terepet. A régebben bizonyára jobban működő REKI vevő már kevésbé. A gyerekek lelkesedését látva elhatároztam, tervezek és el is készítek pár könnyen kivitelezhető, de a kor kívánalmainak mégis jobban megfelelő rókavevőt.

A készülék tervezésekor a következő célokat tűztem ki:

- elegendően nagy érzékenység,
- jó szelektivitás, zavarmentes működés,
- a lehető legnagyobb dinamikatartomány,
- egyszerű mechanikai felépítés.

A kedves olvasó esetleg megkérdezhetné, hogy minek egy rókavevőnek nagy dinamikatartomány? Nos, egy ilyen vevőknek megfelelően kell működnie az adótól néhány méterre, valamint néhány km-re is. Ha feltételezzük, hogy még a rókaadó jelei is követik az elektromágneses terekre vonatkozó törvényszerűségeket, akkor ez a kb. ezerszeres távolság, 10^6-szoros térerősségarány, ami 10^{12}-szeres teljesítményarányt, azaz 120 dB-es tartományt jelent! Eléggé meglepő adat! Túlzottan egyszerű kapcsolástechnikával (pl. a szakirodalomban gyakran felbukkanó, néhány tranzisztoros szinkrodinokkal) nem kezelhető. Mivel legfontosabb, hogy a gyerekek célba érjenek, a rókák megtalálásával sikerélményük legyen, úgy döntöttem, hogy nem a minimális alkatrészszámra törekszem, hanem a minőségre. Mivel kedvező tapasztalataim voltak a J310 FET- tel, az MC1350 KF IC-vel, az NE612 keverővel és az LM386 HF végerősítő IC-vel, ezt az alkatrészkészletet választottam alapul. A vevő áramköri felépítése szerint egyszeres keverésű szuperheterodin, 450 kHz-es középfrekvenciával. Az irányérzékenységet ferritantenna biztosítja, a kardioid iránykarakterisztika kialakítását egy szükség esetén beiktatható rövid botantenna segíti.

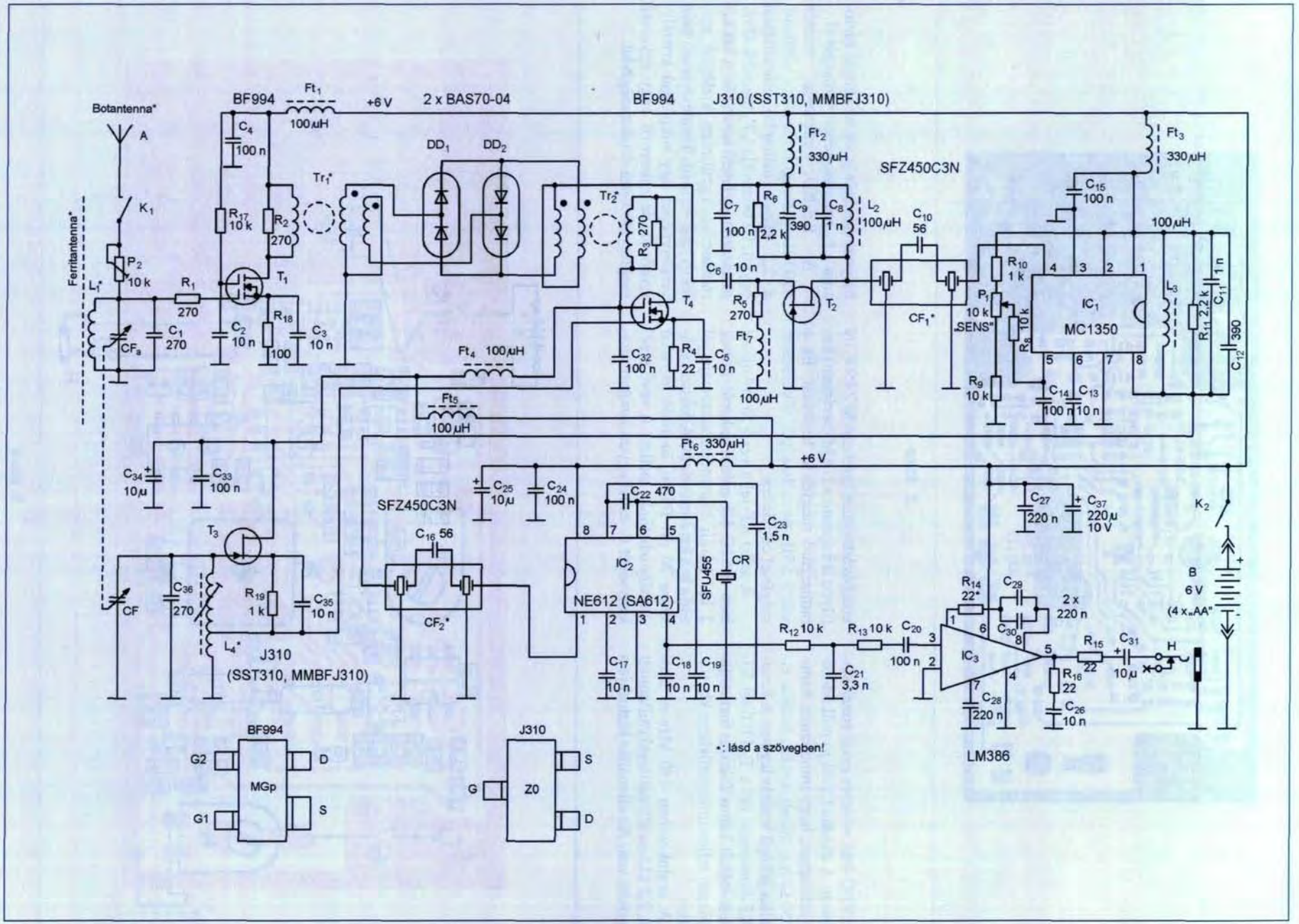
Működés

Az **1. ábra** kapcsolási rajza alapján az adó elektromágneses mezőjének mágneses komponense a forgókondenzátorral hangolt ferritantennás rezgőkörben feszültséget hoz létre. Ez a rezgőkör biztosítja a vevő tükörszelektivitását. A rezgőkör melegpontjára kapcsolón és trimmer-potenciométeren át csatlakozik a szív (más elnevezés szerint vese) alakú iránykarakterisztikát biztosító huzalantenna. A vevő éles iránykarakterisztikáját e rezgőkör magas terhelt Q-ja biztosítja. A bemenőkör 0,1 μV…0,1 V közötti feszültségét a T_1 kétkapus MOSFET kismértékben felerősíti. A fokozat tényleges feladata illeszteni a bemenőkör nagy impedanciáját a keverő alacsony impedanciájához. Drainkörében szélessávú, ellenállással terhelt transzformátor található. Ez az áramköri kialakítás hatásosan csökkenti a gerjedési hajlamot.

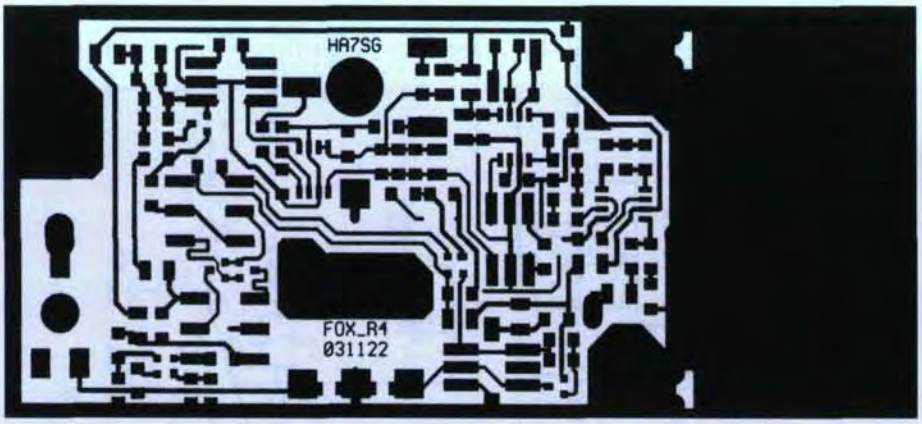
A fölerősített jel Schottky-diódás ellenütemű keverőre kerül. Keverőként jobb eredményt adna egy gyári DBM, mint a diszkrét alkatrészekből, házilag felépített hasonló kapcsolás, azonban az ezer forint körüli ára riasztóan hat. Ráadásul a Tr_1 és a Tr_2 transzformátorra az illesztések miatt úgyis szükség lenne, tehát a keverőnél kompromisszumos megoldásként nem gyári DBM-et választottam. A BAS70-04 kettős Schottky-diódák megfelelően működnek ebben a kapcsolásban.

A kereséshez szükséges jelet T_3-mal felépített Hartley oszcillátor állítja elő. Többszörösen bevált, kedvezően kis zajú, stabil, nagy szintet előállító kapcsolás. Hangolása URH-s zsebrádió forgókondenzátorának egyik 20 pF-os szektorával történik. A forgó másik URH-s szektora a ferritantennás rezgőkört hangolja. A VFO a vételi tartomány alatt rezeg 450 kHz-cel, így a legkisebb frekvenciája 3045, a legnagyobb 3175 kHz. Ezzel a vételi tartományra 3495…3625 kHz-et kapunk, ami biztonsággal lefedi a kívánt frekvenciasávot. A VFO rezgőköri tekercse NEOSID 7,5 × 7,5 mm-es 7A1K tekercstestre készült (a HAM-bazárból szereztem be), 0,22 mm-es zománchuzalból.

A VFO jelét T_4 kétkapus MOSFET-tel felépített erősítő fokozat illeszti a diódás keverőhöz. A kétkapus MOSFET nagyon jó elválasztást biztó-


Botantenna*
A
K1
Ferritantenna*
L1*
P2 10 k
R1 270
CFa
C1 270
BF994
Ft1 100 µH
+6 V
2 x BAS70-04
BF994
J310 (SST310, MMBFJ310)
C4 100 n
R17 10 k
R2 270
Tr1*
DD1
DD2
Tr2*
R3 270
T1
R18 100
C2 10 n
C3 10 n
Ft2 330 µH
Ft3 330 µH
SFZ450C3N
C7 100 n
R6 2,2 k
C9 390
C8 1 n
L2 100 µH
C10 56
C15 100 n
100 µH
C6 10 n
R5 270
Ft7 100 µH
T2
T4
C32 100 n
R4 22
C5 10 n
Ft4 100 µH
Ft5 100 µH
CF1*
R10 1 k
P1 10 k "SENS"
R8 10 k
IC1 MC1350
L3
R11 2,2 k
C11 1 n
C12 390
R9 10 k
C14 100 n
C13 10 n
Ft6 330 µH
+6 V
C34 10 µ
C33 100 n
C25 10 µ
C24 100 n
SFZ450C3N
C22 470
C23 1,5 n
T3
C16 56
IC2
NE612 (SA612)
SFU455
CR
CF
C36 270
R19 1 k
C35 10 n
CF2*
L4*
J310
(SST310, MMBFJ310)
C17 10 n
C18 10 n
C19 10 n
R12 10 k
R13 10 k
C20 100 n
C21 3,3 n
C27 220 n
C37 220 µ 10 V
K2
R14 22*
C29 2 x 220 n
C30
IC3
R15 22
C31 10 µ
H
R16 22
C28 220 n
C26 10 n
B 6 V (4 x „AA")
LM386
BF994
G2
G1
MGp
D
S
J310
G
Z0
D
S
*: lásd a szövegben!

1. ábra



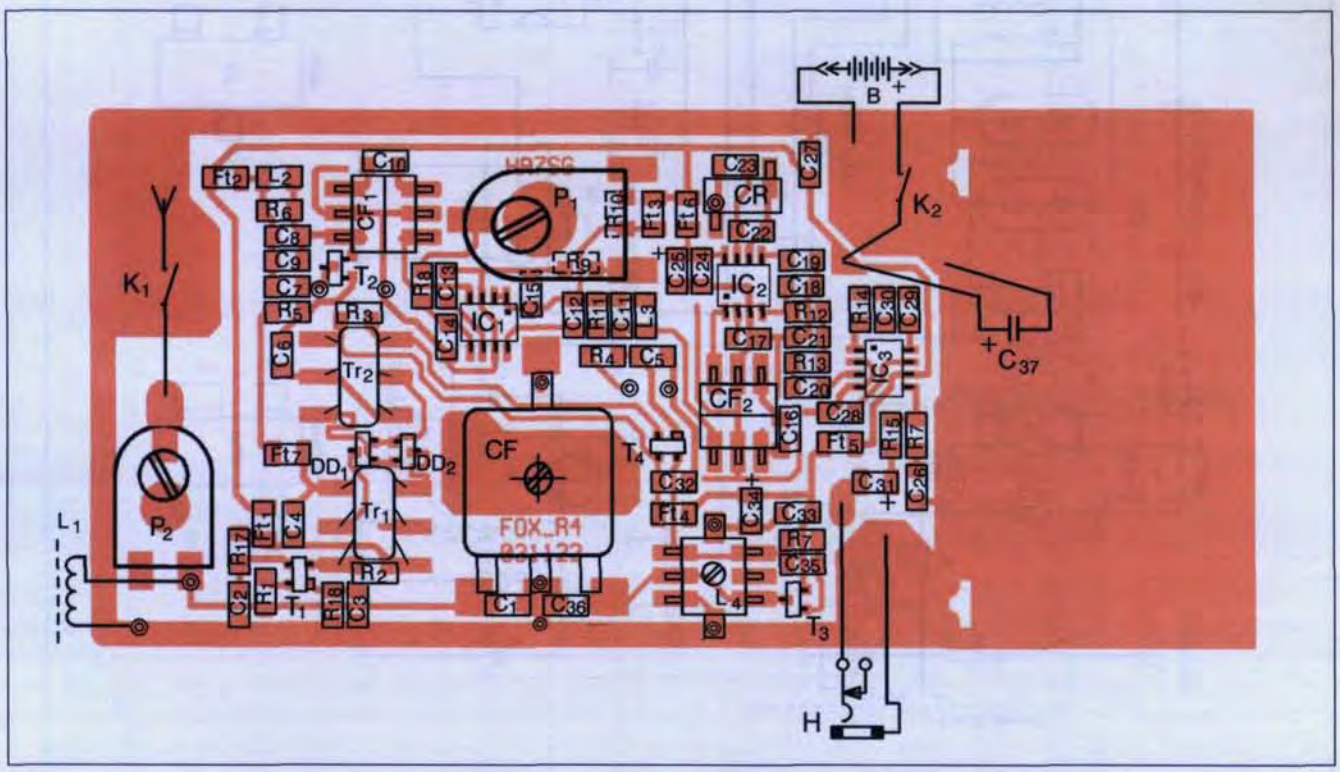
2. ábra

sít a VFO felé, növelve ezzel annak stabilitását. A diódás DBM jó működéséhez szükséges, hogy mindhárom kapuján 50 Ω-hoz közeli, tisztán hatásos ellenállás jellegű lezárás legyen. A keverő KF-kimenetén ezt a T_2 FET-tel felépített földelt kapus fokozat biztosítja. E fokozat teljesítményerősítése kb. tízszeres.

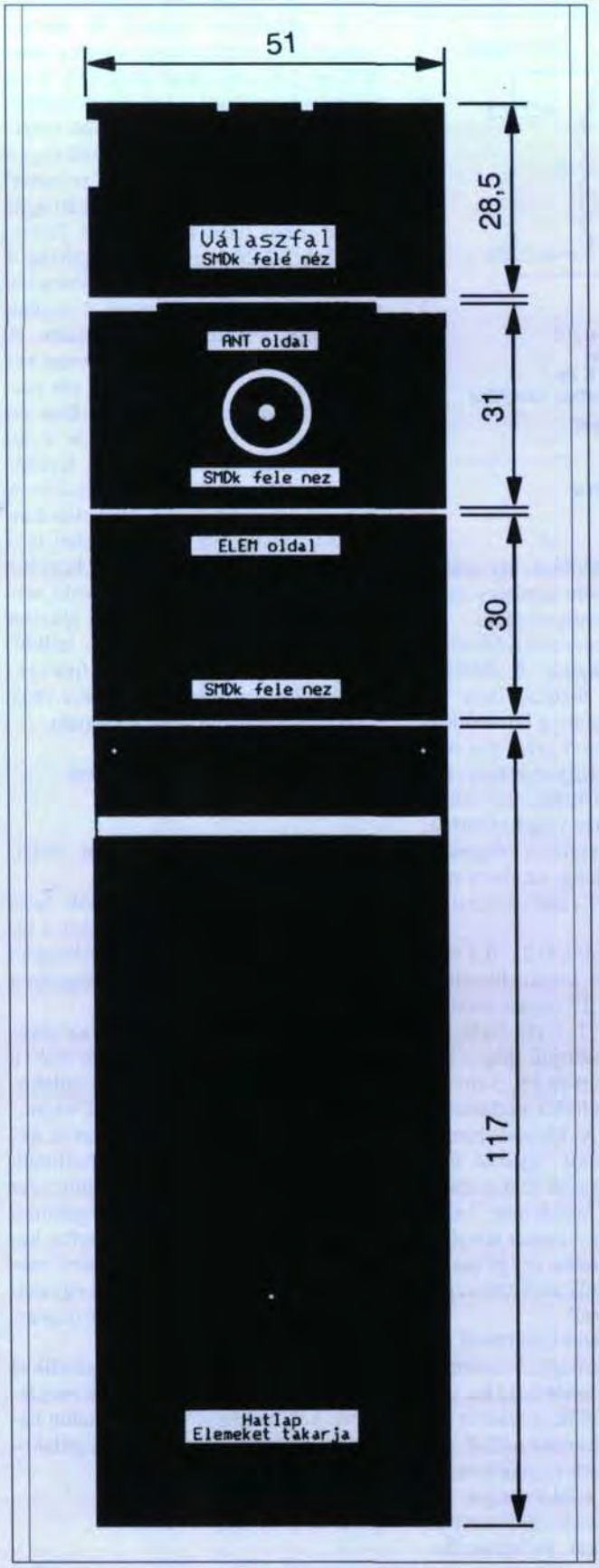
A drainkörében 450 kHz-re hangolt, 2,2 kΩ-os ellenállással csillapított rezgőkör van. Az ellenállás biztosítja a közelszelektivitást létrehozó SFZ450C3N (ilyen is kapható a HAM-bazárban) kerámiaszűrő megfelelő lezárását. Ez a szűrő SSB sávszélességű, tökéletesen megfelel céljainkra.

A szűrt KF-jel a vevő fő erősítését biztosító IC_1 KF-erősítőre kerül. Ennek 2 kΩ körüli bemenőimpedanciája jól zárja le a kerámiaszűrőt. A fokozat erősítése 70 dB fölötti, hasonló mértékű szabályozhatóság mellett. A vevő érzékenységét és ezzel együtt hangerő szabályozhatóságát is ez a fokozat biztosítja a P_1 potenciométer segítségével.

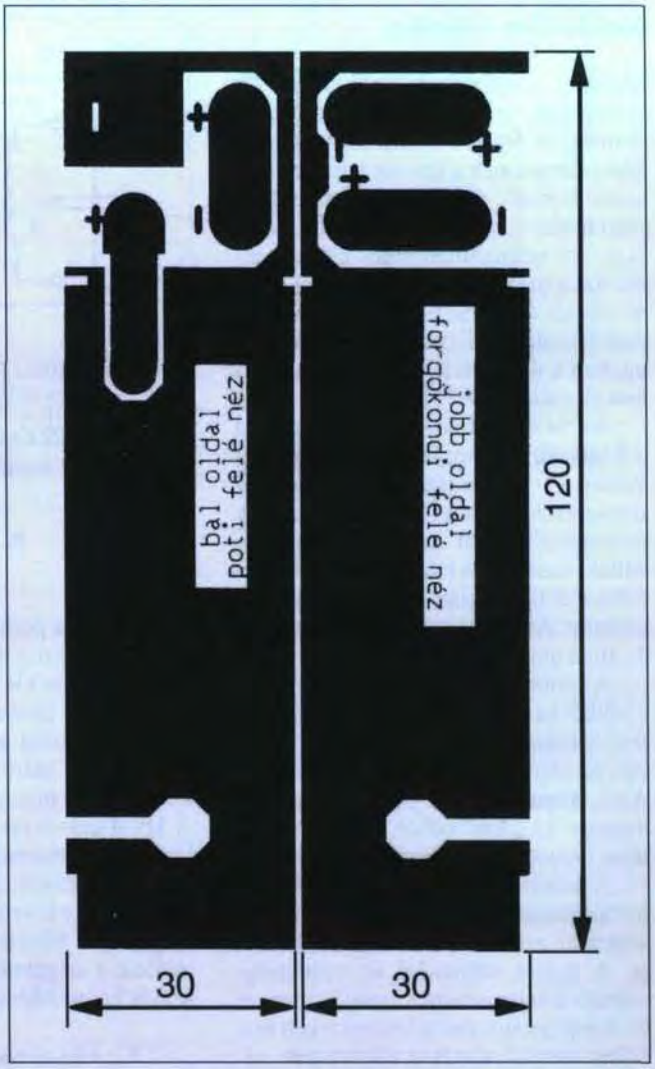
A KF-IC kimenetén szintén 450 kHz-re hangolt rezgőkör található, a 2,2 kΩ-os csillapító ellenállással együtt. Ez biztosítja CF_2 második kerámiaszűrő megfelelő lezárását. A két kerámiaszűrő együttesen kielégítő szelektivitást biztosít. Természetesen nem versenyképes egy sokpólusú kristályszűrővel, de rókavevő vagy egyszerű megfigyelő vevő céljára megfelel.



3. ábra



4. ábra



5. ábra

A már kellőképpen felerősített, szintszabályozott, szűrt középfrekvenciás jel az IC_2-n alapuló BFO-produktdetektorra kerül. Az IC bemenőimpedanciája szintén illeszkedik a kerámiaszőhöz, erősítése 15 dB körüli. Belső oszcillátortranzisztorát két kondenzátorral, egy SFU455 kerámiarezonátorral (HAM-bazár) kiegészítve, a beat-jel előállítható. A megadott kondenzátorértékekkel a beat-jel frekvenciája nagyobb, mint a középfrekvencia, így az alsó oldalsáv vehető. A kisszintű hangfrekvenciás jel aluláteresztőn áthaladva IC_3-mal felépített hangrekvenciás erősítőre kerül. E fokozat erősítése az R_{14} ellenállás növelésével csökkenthető; a meglevő fejhallgatóhoz kell igazítani. Az R_{15} ellenállás dinamikus v. mágneses hallgató vagy dinamikus hangszóró használatakor csökkenthető, ill. rövidzárral helyettesíthető.

A vevő jóval egyszerűbben is elkészíthető lenne, ha a ferritantennától CF_1-ig terjedő részt egy db NE612-vel helyettesítenénk. A jFET-en alapuló oszcillátort ekkor is célszerű meghagyni, mert az NE612 belső oszcillátorát elhúzzák a nagyszintű bejövő jelek. Az egyszerűsítésnek a dinamikatartomány jelentős csökkenése volna az ára!

Az áramkör teljes erősítése 100 dB fölötti, ezért átgondolt nyáktervet, a tápfeszültségek megfelelő szűrését igényli. A tápellátást 4 db ceruzaelem („AA" cella) fedezi.

Mechanikai felépítés

Modern világunkban az otthoni fúrás-faragás, lemezmunka egyre inkább „kimegy a divatból" (sajnos?). Megoldást jelenthetnek a készen kapható műszerdobozok. Ezek méretválasztéka nem feltétlen igazodik az adott feladathoz. Az utánépíthetőséget elősegítendő, azt a megoldást választottam, hogy az összes alkatrészt egy db kétoldalas panel hordozza. Ennek telefóliás oldala egyben a doboz teteje, ez esetben egyben az előlapja is.

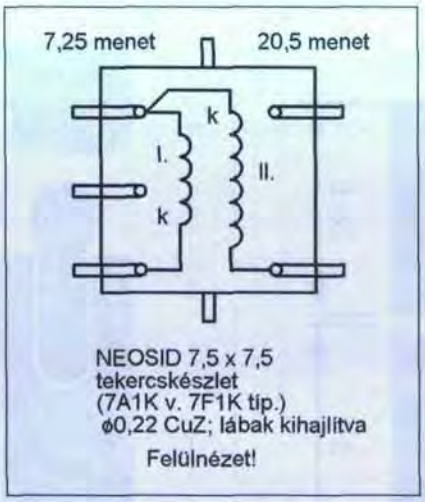
Az 54×120 mm-es nyák mintázata a **2. ábrán** látható. Bár a főpanel alapvetően felületszerelt, néhány forrszemet és furatot is találunk rajta. A mintakészülékben ezek furatgalvanizáltak, amelyek a telefóliás külső földfelülettel biztosítják a galvanikus kapcsolatot. Az alkatrészek felforrasztása a **3. ábra** alapján történik.

A doboz többi eleme egyoldalas nyákból készült. A **4. ábrán** felülről lefelé a válaszfal, az antenna felőli véglap, az alsó véglap és a hátlap látható. Az **5. ábra** a bal, ill. jobb dobozoldalt mutatja, az „AA" cellák sorba kapcsolását biztosító belső nyákmintázattal.

A méretek így pontosan tarthatók, forrasztással tetszetős dobozt lehet kialakítani otthoni körülmények között is. A doboz szélességi és vastagsági méretét a ceruzaelemek szabják meg. A hosszirányú méretet a felületszerelt és a felületszerelté alakított alkatrészek adták. A készülékdoboz mérete így 31,5×54×120 mm-re adódott. (Profi iránymérők szerint túlságosan széles, főleg a kisebb kezű gyerekeknek. Ha egyszer áttervezem, ezt az észrevételt figyelembe fogom venni.) A ferrit mintegy 40–40 mm-re lóg ki a doboz oldalain túlra. A törékeny antennarúd mechanikai védelmét valamilyen merev műanyag csővel célszerű megoldani.

A tekercsek elkészítése

A ferritrúdra kb. 15 mm széles csúsztatható gyűrűt kell papírból készíteni. (15×80 mm-es papírcsík a ferritre tekerve, celluxszal leragasztva a ferrithez is.) Forraszthető, selymezett 15×0,1 litzehuzalból 10 menetet kell a papírgyűrűre tekercselni menet-menet mellé, nem túl szorosan. A papírgyűrű a művelet közben legyen a ferriten, így nem nyomódik össze. A tekercset a papírgyűrűn méhviasszal, FBS-sel, színtelen körömlakkal, Celluxszal stb. rögzíthetjük. A Ferrobond gyorsan szárad, de túl nagy a permittivitása, így csak a tekercsvégek rögzítésére ajánlatos használni, egészen kis mennyiségben.



6. ábra

Száradás után a tekercset a ferrithez rögzítő celluxot elvágjuk. A fölösleg eltávolítása után a tekercs nem túl könnyen, de húzogatható a ferritrúdon. A kb. 4 cm-es tekercsvégeket pár mm hosszan leónozzuk. Kapargatásra, denaturált szeszes „spiritizmusra" nincs szükség. A pákát a litze végéhez tartva, folyamatos friss forrasztóón adagolása mellett, a szigetelés leég, az elemi rézszálak beónozódnak. L_1 értéke: 6,6 μH.

TR_1; TR_2 toroidtrafó: 0,2…0,3 mm átmérőjű forraszthető zománchuzalból vágjunk le 11, 13 és 25 cm-es darabokat. Egyik végüknél 1–1 cm-t eltolva fogjuk össze. Úgy sodorjuk meg a három huzalt, hogy 1 cm-re kb. 3 menet essen. Az 1–1 cm-es eltolás a tekercsek azonosítását segíti. A hármas huzalsodratot fűzzük át 5-ször a gyűrűn, menet menet mellé. Sodorjuk szét a szálakat, és a leghosszabb huzalt még 7-szer fűzzük át a gyűrűn az 5 menet tetejére, körben visszafelé haladva. Így jó csatolást érünk el. Rendezzük a tekercsvégeket szemben egymással!

Igen tetszetős tekercs készíthető, ha 2–2 db 1–2 mm hosszúságú, bekötőhuzalról lehúzott, piros-fehér-zöld kis szigetelőcsővel megjelöljük a tekercsvégeket. A huzalok előónozás nélkül beforraszthatók, ha késsel végigkaparjuk – megsértve ezzel – a lakkréteget. Az előónozás természetesen segít szépen elkészíteni a készüléket. Beforrasztáskor figyelni kell, hogy a 12 menetes tekercsek a 270 Ω-os ellenállások felé legyenek!

L_4 oszcillátor tekercs (**6. ábra**): azonosítsuk a rajz alapján a cséve lábait! Kaparjuk meg a lakkréteget kb. 3 cm hosszan a huzalon! A bal alsó csévelábra menet-menet mellé szorosan tekerjünk fel 3 menetet. Ezzel a huzalt rögzítettük. Tekercseljünk fel 7,25 menetet! 2 menettel rögzítsük a huzalt szétvágás nélkül a bal felső láb tövénél! Tekercseljünk fel 20,5 menetet, rögzítsük a huzalt a jobb alsó lábon! A tekercselés menet-menet mellé legyen! 2 sorban fog elférni a szükséges menetszám. A leágazás és tekercs végnél óvatosan kapargassuk meg a lakkréteget a pár menetes rögzítésnél! Folyamatos friss ón adagolása mellett forrasszuk le a tekercsvégződéseket. Ha az ón lecsöppen, lehetőleg ne a lábunkra! Hajlítsuk el oldalirányban a csévelábakat, SMD-vé átalakítva azt. Színtelen lakkal v. méhviasszal rögzítsük a huzalt a tekercstesthez. A ferrit árnyékoló serleg felhelyezése után feltétlen ajánlott annak leragasztása! Rögzítés nélkül, mozgatás hatására „ugrál" a frekvencia. Az első áramkör beméréskor vagy 10 percig kerestem a jelenség okát.

A „lábas" alkatrészek SMD-vé alakítása

Kerámiaszűrők: a 2×3 lábat oldalirányban hajlítsuk ki.

Kerámiarezonátor: A lábak felől nézve a hozzánk közelebbit balra, a távolabbit jobbra hajlítsuk el. (Ahogyan a nyákmintázat kívánja, ill. ahogyan a beültetési rajzon látható.)

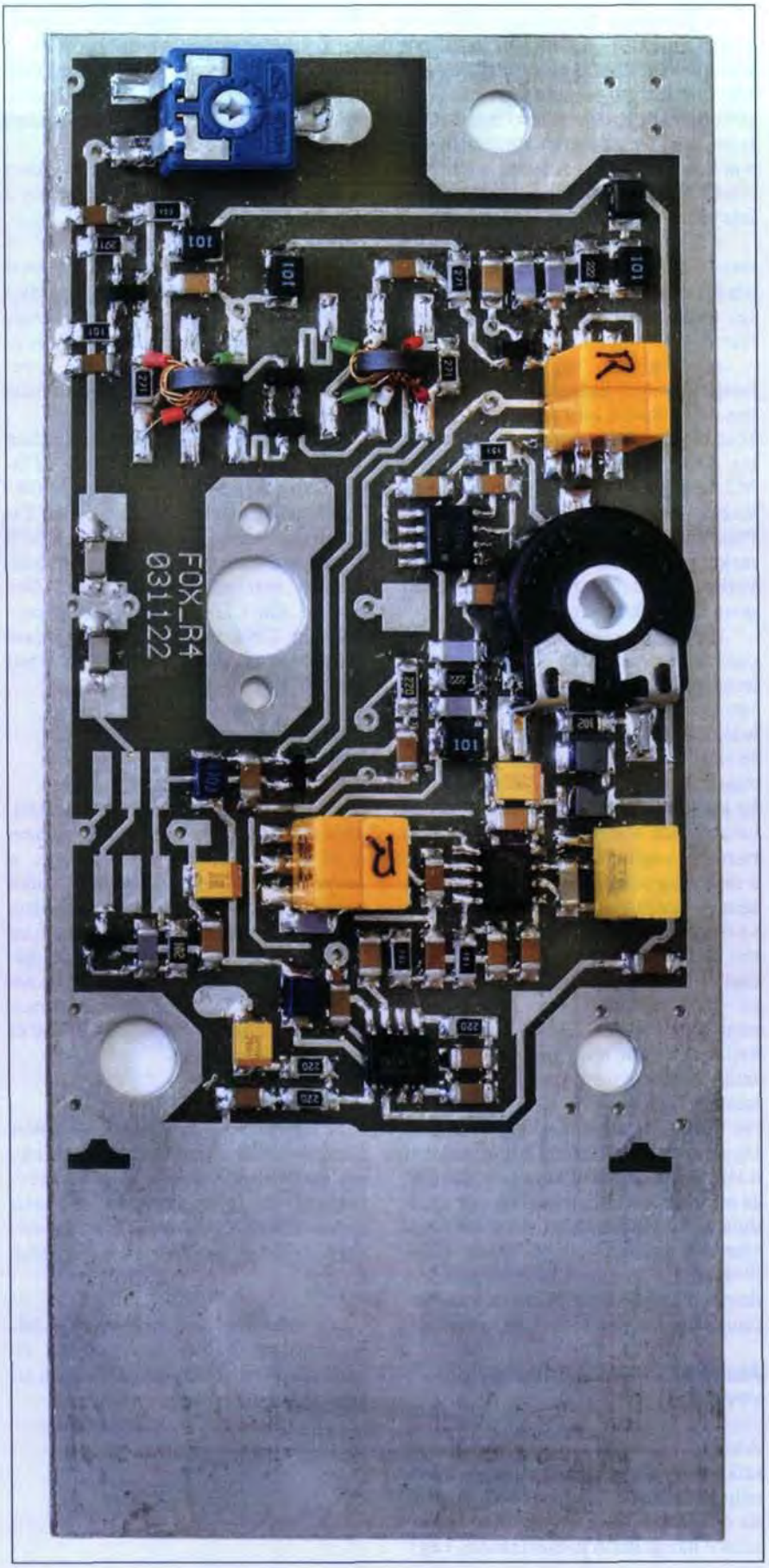
Trimmerpotenciométerek: az elvékonyodó résznél hajlítsuk „szét felé" a lábakat. Az ellenállás pályára csatlakozó lábakból kb. 1–1 mm-t le kell vágni.

Forgókondenzátor: a lemezből készült kivezetéseket úgy kell elhajlítani, hogy a nyákra helyezve a hajlított rész fölfeküdjön a fóliára. A forgókondi alatt két fólia átmegy. Ez zárlatba kerülhet egyes típusoknál az átmenő csavarral. Ennek elkerülése végett egy cellux csíkkal ragasszuk le a forgó csavarjait!

CE_1 elkó: ez fektetve helyezkedik el az LM386 fölött, a lábait ennek megfelelően kell meghajlítani. A panelon háromszög alakú fóliafoltokra csatlakozik a kondenzátor.

Az áramkör bemérése

A kerámiaszűrőket célszerű párba válogatni. A rendelkezésemre álló 21 db-os széria kb. 300 Hz-et szórt. Válogatás



hiányában kissé csökkent sávszélesség lesz az eredmény. Amennyiben csak rókavevő célra használjuk az áramkört, ez nem igazán hátrányos. Összeválogatott kerámiaszűrőkkel megfigyelő vevő célra is elfogadható SSB átvitelt kapunk.

Ha a beállításra szignálgenerátor és oszcilloszkóp is rendelkezésre áll, akkor gyorsan, pontosan bemérhető a vevő. Műszerek hiányában áramkorlátozós tápegységre (vagy a 6 V-os teleppel soros, néhány wattos autóizzóra) kapcsolt vevőben, a jel haladásának fordított irányban, a fokozatokat csipesszel megérintve, ellenőrizhetjük azok működését. Pontos beállítást az oszcillátor igényel. Az említett alsó frekvencián (tehát 3495 kHz-en) kis szintű jelet sugározva, a forgó bal oldali végállásában az L_4 vasmagjával meg kell keresni a jelet. A felső vételi frekvenciát ezután ellenőrizni kell. A megfelelő átfogást a forgóval párhuzamos C_{38} kondenzátorral lehet beállítani. Pl. túl nagy átfogás esetén C_{36} növelendő. Természetesen a frekvencia is lejjebb csúszik, ezt az L_4 vasmagjának kifelé csavarásával kell kompenzálni.

A ferritantennás bemenőkört sávközépen maximális jelre kell hangolni a tekercs elcsúsztatásával. Ha az oszcillátorkörben az átfogást a C_{36}-tal állítani kellett, akkor a C_1-en is hasonló módosítást kell végezni. (Pontosabban: a magasabb frekvencia miatt kisebb arányú módosítás kell). Elképzelhető, hogy a tekercs meneteit kissé szét kell húzni, menetszámot korrigálni kell, ui. célszerű, ha a behangolt rezgőkör tekercse a ferritrúd közepe táján helyezkedik el. Két fajta forgókondival módosításra nem volt szükség, egy harmadik típusnál 330 pF-os kondenzátorok kerültek a C_1 és a C_{36} helyére.

Beállítást igényelhet még a beat-oszcillátor frekvenciája. Erős jel hallgatása közben a forgót finoman hangolva, a jel egyre mélyül, eltűnik, majd alig hallhatóan ismét magasodik. Ez a tükörfrekvenciás vétel. Az olcsó kerámiaszűrők miatt a tükörelnyomás csupán kb. 40 dB. Még így is sokkal jobb minőségű vételt kapunk, mint egy egyszerű szinkrodin vevővel. (A mostanában divatos SDR (Software Defined Radio) rendszerű készülékeknél a bejövő jelet – a szinkrodin elvhez hasonlóan – egyből a hangfrekvenciás sávba keverik. A keverőfokozat a tükörjelet 40...50 dB-lel csillapítja. A professzionális vételtechnikában is alkalmazzák ezt a megoldást, pl. az

Analog Devices „Othello" fantázianevű GSM-telefon csipszetjében. (Erről a témáról bővebben a *Rádiótechnika 2006/8. számában* olvashatunk. – *A szerk.*) Ha a tükörelnyomás nem megfelelő, akkor a C_{23} értékét csökkenteni kell. Ezzel a beat-frekvencia fölfelé csúszik el, SSB-jel hallgatásakor a hangszínezet a magasabb hangok felé tolódik. A hangfrekvenciás erősítést a használt hallgatóhoz kell illeszteni. Jel nélküli zavaróan nagy alapzaj esetén – az R_{14} értékének növelésével – az LM386 erősítése csökkenthető. Tapasztalat szerint elég nagy eltérés lehet a különböző típusú fejhallgatók érzékenysége között.

A vevő dobozának összeállítása

Az áramkört hordozó panelhoz pár helyen forrasszuk hozzá az oldallapokat! Az áramköri lap takarja az oldallapok és a véglapok éleit. Némi türelemre szükség van. Nem árt még egy segítőtárs, valamint egy derékszögű vonalzó. A lapokon levő felirat segít a tájolásban. A véglapok valamint az elemeket tartó rekeszfal beillesztése a célszerű sorrend. Ha nem sikerült az oldallapokat merőlegesen forrasztani, akkor az ón megolvasztása után még némi korrekciót lehet végezni. Az elemek rekeszfalát tájolja a fólián levő jel. Pontos munka esetén a hátfal szorosan illeszkedik a dobozba. A hátfalon csiszolóvászonnal igazíthatunk, ha szükséges. Amennyiben elégedettek vagyunk a doboz illeszkedésével, véglegesítsük a darabok egymáshoz forrasztását. A forgókondi mellett eléggé kicsi a hely, de az elektronikai munkákhoz egyébként nem javasolt forrasztópisztollyal éppen be lehet férni. A hátfal beesését a dobozba egyszerűen úgy akadályozhatjuk meg, hogy a véglap és oldallap összeforrasztásához nyáklapnyi mélységben pár mm-es ónt teszünk.

Az elemtartó rekesz megtámasztja a hátlapot a másik oldalon. „Full exrtrás" megoldásként M3 anyákat is forraszthatunk a sarkokba, így csavarral rögzíthető a hátlap. (Ami egyszerű megoldásként a dobozon körbetekert szigetelőszalaggal is rögzíthető.) Két hajlékony huzaldarabbal a földelést át kell vinni az egyik oldallapról a hátlapra. Az oldallapokon és a hátlapon látható a rövidre zárt menetet megszakító csík. Az elemek rugalmas érintkezőit 4,5 V-os lapostelep kivezetéseiből lehet kialakítani. Az oldallapokon található fóliák mutatják a helyet.

A kisméretű billenőkapcsolókat és az ∅3,5 mm-es jack-aljzatot rövid bekötőhuzallal csatlakoztassuk a megfelelő forrasztási pontokra. Az oldallapokon át tegyük be a ferritrudat a helyére, majd ragasszuk szimmetrikusan a doboz oldalaihoz! A tekercset ne rögzítsük még, csak toljuk kissé a trimmer irányába!

Az érzékenységszabályozó 15 mm-es PIHER trimmerhez forgatópálcát is adnak, ami bepattan a trimmerbe. Így lesz a trimmerből „rendes", tengelyes potenciométer.

A forgóhoz vagy a zsebrádió hangolóombját használjuk, vagy némi ügyeskedéssel 6 mm átmérőjű toldatot készítünk, erre szerelünk egy tetszetős kis forgatógombot. A tengelybe M2,5-ös (vagy M2,6-os) csavar illeszkedik, az M3-ast ne erőltessük! Polaritáshelyesen tegyünk ceruzaelemeket a helyükre! Figyelem! Az áramkörben nincs polaritásvédelem, ezért némi körültekintésre szükség van.

Hallgatót csatlakoztatva, bekapcsolhatjuk a vevőt. Sávközépen egy állomást hallgatva hangoljuk legerősebb vételre a ferritantenna tekercsét óvatos tologatással! Rögzítsük a tekercset a ferriten! Próbáljuk ki az irányérzékenységet! A vese alakú iránykarakterisztika kialakításához szükséges, 30 cm-es botantennát 4 mm^2-es villanyszerelési huzalból vághatjuk le. Mindegy, hogy a műanyag szigetelést leszedjük, vagy sem. A huzalt a doboz véglapján átdugva forrasztással rögzítsük! A már említett full extrás kivitelnél itt csőszegecset is alkalmazhatunk. Merev huzalt, pl. kerékpárküllőt, ne használjunk, mert balesetveszélyes! A huzal végét hajlítsuk vissza, hogy ne szúrjon! (Ha a felügyelő hátra fordul, a gyerekek vívni kezdenek a rókavevővel. A nem túl merev huzal határozott előny ilyenkor. Ugye, még emlékszünk...) Egy esésnél a lágy vörösrézhuzal könnyen elhajlik, és miután sikerült talpra állni, pár mozdulattal kiegyenesíthető. Az előre-hátra viszonyt terepen kell beállítani. Kiindulásként a trimmert középállásba érdemes csavarni. Ez a 30 cm-es huzaldarabnál kb. megfelelő eredményt is ad.

Átalakítás kezdők megfigyelővevőjévé

A kis áramkör paraméterei lehetővé teszik, hogy megfigyelővevőként használjuk. Ehhez a T_1-gyet és környezetét el kell távolítani. A keverő bemenetére hangolható preszelektort, vagy 3,5…3,8 MHz-re méretezett szélessávú szűrőn át antennát kell kapcsolni. A sávszűrő egyszerű kétkörös esetben felső kapacitív vagy alsó induktív csatolású legyen, mert a tükörállomásra így nagyobb az elnyomás.

A bemenetét 50, kimenetét 250 Ω-ra kell méretezni. Amennyiben TR_1-en 3 egyforma menetszámú tekercs van, 50/50 Ω-os szűrőt kell használni. A forgókondenzátort áttételes, stabil kivitelű típusra kell cserélni. Jó választás a 330/380/2×30 pF-os táskarádió-forgó. Hangolásra a két 30 pF-os szektor megfelelő, párhuzamosan kapcsolva. A vevő ilyenkor kisméretű műszerdobozba építendő.

A működő rókavevők Debrecenben *Molnár Anti HA0HK* és *Hársfalvi Pista HA0DI* vezette nyári rádiós táborokban izgatják a gyerekek fantáziáját, Tatabányán *Apsitos Pistának (HA2NC)* hasznos eszközei a gyerekek jó értelemben vett szórakoztatásának. *Zarnóczay Klári HA0RZK* profiként próbálta ki 2004 májusában a Budapest Bajnokságon, ahol RH-n első helyezett lett.

Néhány vélemény

Klári, 0RZK tapasztalatai:

„A vevő érzékenysége és a dinamikája nagyon jó, az előre-hátra viszony is jó. Ergonómiailag nem tökéletes: a felépítésnél figyelembe kellett volna venni az eddigi készülékkialakításokat, mert a versenyzők ehhez szoktak. Pl. az „előre-hátra" ne kapcsoló legyen, hanem nyomógomb, a hangolás és az érzékenységállítás legyen egykezes. Összesítve nagyon jó a vevő. Könnyű és jól használható."

Pista, 2NC:

„Tanuláshoz kiválóan alkalmas. Versenyszerűen nem teszteltük. Ötletesen kivitelezett készülék. A vételi érzékenysége is nagyon jó, esténként a saját antennájával szinte egész Európa szól rajta. :) Az ár–érték aránya szerintem kiváló!"

A készülék megépítéséhez (vaddisznótól menekülés, veszett *igazi* rókától stb. mentes) használatához sok sikert kívánok!

A RÁDIÓTECHNIKA *Software Service ajánlata!*

EXOR V 1.0 digitálisáramkör-szimulátor program

Az áramkört a szimulátor kapcsolási rajz szerkesztőjével rajzolhatjuk meg. Kipróbált kapcsolásokat könnyen beültethetünk újakba. A rajz Epson mátrix-nyomtatón kirajzolható. Az interaktív szimuláció megjeleníti a logikai jelek időbeli lefolyását és kijelzi a zárlatokat, valamint az összetett logikai elemek hazárdjait. A program egyedülálló módon a felhasználó által is továbbfejleszthető, módosítható. Ezt a programhoz mellékelt, szabadon felhasználható, 32-bites objektum-orientált programfejlesztő környezet biztosítja. A szimulátor használatát kinyomtatható magyar nyelvű dokumentáció és angol nyelvű On Screen Help segíti. A használati utasítás a CD-n HTM formátumban megtalálható. Legalább 486-os processzort, 16 MB RAM-ot, SVGA kártyát, egeret és Windows 3.x-et vagy újabbat igényel.
Fogyasztói ára: 7500 Ft (1 db CD-n).

RTC elektronikai méretező programcsomag

Különböző rádiótechnikai/elektrotechnikai számításokra készített, táblázatkezelő keretei között megvalósított matematikai modellek gyűjteménye, egyszerű ábrákkal illusztrálva. 48 elektronikai jellegű számítási probléma oldható meg a segítségével, ez a felhasználó által is bővíthető. Tartalmaz gazdasági számításokat és információs fájlokat is. Részletes ismertetése a Rádiótechnika 1992/11. számában található meg.
Fogyasztói ára: 1200 Ft (1 db lemezen, tömörítve, öninstalláló).

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 I^2C EEPROM-okat is, soros adatátvitel (RS-232) és egyszerű megszakításkezelés 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 „PICinyek" (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 verziókhoz képest lényegesen átdolgozott, alaposan kibővített nyilvántartó program. A kapcsolási rajzokat ugyan nem, de azok jellemzőit, fontos elemeit tárolja. A Rádiótechnika, a Rádiótechnika Évkönyve, a Hobby Elektronika idáig megjelent számain, kiadásain kívül 200-nál több szakkönyv adatait vittük be az adatbázisba. Intelligens - akár többszintes - keresés logikai függvény alapján! Saját, tetszőleges (műszaki) tárgyú adatbázisok is létrehozhatók! Rövid ismertetése a Rádiótechnika 2001/7. számában megtalálható.
F. ára: 4500 Ft (2 db 3,5"-os lemezen, öninstalláló). Upgrade: 2000 Ft.

TTL, CMOS, MEMÓRIA, TRANZISZTOR, DIÓDA katalógusprogramok

Egyszerűen kezelhető programok, jelentős adatbázissal. A TTL- és CMOS katalógusok egyenként mintegy 400, a MEMÓRIA katalógus kb. 200 IC, a TRANZISZTOR katalógus 7500 tranzisztor, FET, MOSFET főbb paramétereit, a DIÓDA katalógus pedig közel 7000 típus adatait tartalmazza. Utóbbiban a diódákon kívül megtalálhatók a tirisztorok, triakok, optocsatolók, erősítőmodulok paraméterei is.
A katalógusok fogyasztói ára: egyenként 990 Ft (1-1 db lemezen).

Assembly_1 program

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

A programok a Rádiótechnika szerkesztőségében megvásárolhatók munkanapokon 9-14 óráig.
Címünk: 1138 Budapest, Dagály u. 11. I. em. 129. Telefon/fax: 239-4932, 239-4933.
Postán, utánvéttel is rendelhet; a posta- és csomagolási költséget felszámítjuk. (1374 Budapest, Pf. 603.)
E-mail: hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu

Közbiztonsági rádiófelderítés – anno...

Wlassits Nándor HA8QC

A szerző „Rövidhullámok 1924–1934" c., nagy sikert aratott rádiótörténeti könyve bizonyára ott található sok olvasónk könyvespolcán. (A kiadvány a HAM-bazárban még beszerezhető.) A 2007-es év nyarán elkészült a téma folytatásának tekinthető, az 1934–1945-ös évek történéseit feldolgozó könyv kézirata. A Reményi István Rádióamatőr Alapítvány *ezúton is támogatókat keres az újabb Wlassits-kötet megjelentetéséhez, bízva a szakmaszerető közönség, mind az egyének, mind a közösségek segítőkészségében. Minden támogató megkeresést köszönettel fogadunk* Tóth János *alapítványi képviselő telefonszámán: (36 1) 324-8500 (esti órákban) vagy drótpostán, a lapok@ radiovilag.hu címen.*

Az alábbiakban a kiadására váró újabb Wlassits-kötet egyik érdekes fejezetéből közlünk részletet. (A szerk.)

Amatőrhívójelekben az „X" és „W" betűk eddig homályban volt különleges tevékenységre, az államvédelmi központ hatáskörében végzett *közbiztonsági rádiófelderítésre* utalnak. Ez a szolgálat egyszerre állt a belügy- és hadügyminiszter irányításában, így az operatív munkát végző csendőrhatóság együttműködött a VKF2 rádiófigyelő szolgálatával is.



A csendőrség 1 kW-os központi adóállomása



Az Államvédelmi Központ létrejötte a háborús viszonyok következménye. A belbiztonságra veszélyesen feléélénkült a kémtevékenység, és aktívak lettek olyan politikai szerveződések, melyek kapcsolatot kerestek az ellenséges hatalmakhoz. Ilyenformán vált közbiztonsági tényezővé az éter, akár a határokon túlról érkező propagandaadásokkal kapcsolatban, akár a hírszerzést szolgáló rádió-összeköttetések likvidálása céljából.

Már írtunk róla korábban, hogy a külföldi adások hallgatását adminisztratív tiltással, s annak szigorításával fékezték. Illegális rádiókapcsolatot létesítőkkel szemben pedig a rádiófelderítő-szolgálatok vették fel a harcot, karöltve a csendőrséggel.

Mielőtt erre rátérünk, ismerjük meg a csendőrség híradó szolgálatát. Forrásként a „Csendőrségi Lapok" 1940–44-es számai szolgálnak; kiváltképpen az 1942-es évfolyam. Itt az operatív rádiónyomozók írtak munkájukról, amely konkrét hívójelekkel kapcsolódott a rádióamatőr-mozgalomhoz is.

A csendőrségi rádiófigyelő- és -felderítő-szolgálat két pilléren; a híradóőrsökön, valamint a különleges rendeltetésű rádióállomások hálózatán épült fel. A testület híradó szolgálatában a felvidék visszatérésével jelent meg a rádió, mert a cseh hadsereg a telefon és távíró vonalakat szétrombolta. A hírkapcsolatok kiépítésére az *Egyesületet* (a MRAOE-t) hívták segítségül, amelynek tagjai között több csendőrt találunk.

Figyelemre méltó dokumentum a révkomáromi híradóőrs rádióállomását ábrázoló fénykép; az adókészülékről felismerhető, hogy a 4.6 bekezdésben tárgyalt MRAOE típusadóról van szó.

A berendezést Sántha András (HA2W) őrmester kezelte; a készüléken 1938. november 8. és december 9. között 412 csendőrségi táviratot továbbítottak.

Ekkor indult meg a rádióhálózat kiépítése úgy, hogy megfeleljen a szolgálati levelezés gyors és üzembiztos lebonyolításának, valamint a titkos adóállomások felderítésének. Mindkét feladatban a rádióhálózatnak össze kellett kapcsolnia a csendőrkerületeket.

1. sz. csendőrkerület, központja: Budapest;
2. sz. csendőrkerület, központja: Székesfehérvár;
3. sz. csendőrkerület, központja: Szombathely;
4. sz. csendőrkerület, központja: Pécs;
5. sz. csendőrkerület, központja: Szeged;
6. sz. csendőrkerület, központja: Debrecen;
7. sz. csendőrkerület, központja: Miskolc;
8. sz. csendőrkerület, központja: Kassa;
9. sz. csendőrkerület, központja: Kolozsvár;
10. sz. csendőrkerület, központja: Marosvásárhely.



Adó-vevő rádióállomás, a Felvidék megszállásánál Révkomáromban volt telepítve

Az 1940-ben kiépült híradóhálózat lefedte a visszatért országrészeket, ahol fokozottan fennállt az ellenséges kémtevékenység veszélye. A központi, 1 kW-os teljesítményű adóállomásra épülve hármas tagoltságú forgalmi lépcsőt alakítottak ki. A központi adó kétoldali kapcsolatot tartott a második lépcső meghatározott rádióállomásaival, a többiek egymással és a kiemelt állomásokkal forgalmaztak. A tagoltság harmadik lépcsőjében nem volt kapcsolat a vezető állomással, csak a rádióháló kijelölt tagjaival. Itt, egyes állomások csak figyelő szerepet töltöttek be. A szisztéma a csendőrkerületek híradóőrseit (rádióállomásait) egységes láncolatba fűzte.

A rádiórendszer vázlatos áttekintése után következzék a közbiztonsági rádiófelderítés folyamata. Speciális tevékenységről van szó, amelynek célja az engedély nélkül működő adóállomások felkutatása és felszámolása volt. Az amatőrforgalmazásra kijelölt hullámterületek e téren különös jelentőséggel bírtak, mert *„amatőrfedésben"* gyakran „rejtőztek" titkos adók. Itt ugyanis nem kellett tartani a nagy teljesítményű műsorszóró és egyéb rendeltetésű rövidhullámú adók zavaró hatásától, ami teret nyitott a kis teljesítményű adókkal létesíthető rádiókapcsolatok számára.

A közbiztonsági rádiófelderítéssel kapcsolatos feladatokat a csendőrségi szabályzat 17. és 18. §-a írta elő. A fő cél, a titkos rádióadók felszámolása volt, majd tovább kellett nyomozni a személyi kapcsolatok feltárására és a működés rendeltetésének megállapítására. E munka a területi őrsökre és a nyomozó alosztályokra hárult. Hogyan történt a gyakorlatban? Két szisztéma szerint dolgoztak; az egyik módszer az ún. „B" egyének alkalmazására épült. Kik voltak ők? Mindenek előtt teljesen megbízható személyek, kik szerettek rádió mellett ülni, adásokat hallgatni, s így tudtak hasznos információkat adni. A *beszervezett egyéneket* megtanították arra, hogy az állomásáthallást meg tudják különböztetni a *behallástól*, amely a felületi hullámú terjedésre, a *közelben* működő adóállomásra utalt.

Ha a *„B" egyén"* furcsaságot, erős morzekopogást stb. észlelt, titoktartás mellett – a vételi időpont megadásával – jelentést tett a legközelebbi csendőrhatóságnak. Onnan pedig értesítették a körzeti híradó őrsöt, és kezdetét vette a módszeres megfigyelés.

Megállapították a hullámhosszt, az adási időperiódusokat, majd bemérésssel a működés helyét, és az adatokat országos nyilvántartásba vették. Szakkifejezéssel élve *„bemetszették"* az engedély nélkül működő rádióadót a hálózathoz tartozó bemérő állomások vagy külső szervek segítségével.

Ezután következett a helyszíni puhatolózás hordozható vevőkészülékkel, majd egyenruhában a nyílt fellépés. Az akciót a híradószárny parancsnoka irányította, a feladatot amatőrhívójellel rendelkező csendőrök hajtották végre, akik felszámolták a titkos adóállomást. Az 1940–44-es évekből az alábbi csendőr-rádiónyomozók hívójelei ismertek:

HA1W	vit. Filep Rezső, Budapest;
HA2W	Sántha András, Budapest;
HA3W	Bodolai Kálmán, Miskolc;
HA4W	Tassányi István, Pécs;
HA5W	Horváth Gyula, Békásmegyer;
HA6W	J. Kiss Sándor, Ungvár ('43-tól Tevesz Ferenc, Kispest);
HA7W	Deák Kálmán, Budapest;
HA8W	Hasszán Márton, Budapest.

Velük szemben magas szakmai követelményeket támasztottak. A morze adás-vételt 120-as tempóban kellett tudni, gyorsírással pedig percenként 150 szótagot lejegyezni. Ismerniük kellett a katonai, kereskedelmi és amatőrrádiózás forgalmi szabályait, a rövidhullámok természetét, valamint a rádió- és elektrotechnikát. További követelmény volt a rádió-iránymérés, valamint a környező országok egy idegen nyelvének ismerete.

A Magyar Rövidhullámú Amatőrök Országos Egyesületében mindent megtanulhattak, ismereteiket folyamatosan bővíthették. *Bartos Ödön* (HA8V) százados, a csendőrségi híradóközpont vezetője egyben az Egyesület alelnöke volt 1942–44 között.

A rádiófelderítés másik útján az információ a rádió-figyelőszolgálatokon keresztül érkezett a csendőrséghez. Ilyenkor már elvégezték a „bemetszést", s rendelkezve az adatokkal az illetékes csendőrhatóság mozgósította a „B egyéneket", akik intenzív figyelésbe kezdtek, majd a leírt módon következett a nyílt nyomozás.

Információk érkeztek amatőrfedésben dolgozó rádiófigyelőktől is. Hogy, ők melyik felderítő-szervezethez tartoztak, nem sikerült egyértelműen tisztázni. Mutatnak jelek a csendőrséghez és vezetnek szálak a KOFFA-hoz is. Ezeket, a HA?X típusú hívójeleket 1940-ben hozták nyilvánosságra és közülük egyiknek (HA2X) QTH-ja, a Bö-



Az egyik híradóőrs szolgálati helyiségének üzemi asztala: a 100 W-os adó bal oldalt, középen a vevőkészülék, mellette az anódpótló része



Csendőr, rádiós szolgálatban

szörményi úti csendőrlaktanyában volt. Az 1940–44 közötti évekből a **táblázatban** tekintsük át ezeket a speciális hívójeleket is.

Befejezéseként következzen egy közbiztonsági rádiófelderítés nyílt nyomozásának története, eredeti közlésben, amely *„Rádió-adókészülék az asztalfiókban"* címen jelent meg 1942-ben *Tassányi István* (HA4W) tollából:

1940	1942	1943	1944
HA1X, nincs kiadva	nincs kiadva	Hanák Kolos, Bp.	Hanák Kolos, Csikszereda
HA2X, Nyári Dezső, Bp.			
HA3X, Varga Ferenc, Sopron		Magyar Nándor[213], Bp.	nincs kiadva
HA4X, Kamarás Tibor, Bp.			
HA5X, Richly Sándor, Sopron			nincs kiadva
HA6X, Verebélyi Rezső, Újpest			
HA7X, nincs kiadva	nincs kiadva	Erdmann Jenő, Pestlőrinc	nincs kiadva
HA8X, nincs kiadva	nincs kiadva	Mészáros Sándor, Bp.	nincs kiadva

„Kiskunfélegyháza környékén kommunista szervezkedés felgöngyölítése volt folyamatban. A nyomozás során alapos gyanú merült fel, hogy az egyik tanyán lakó Pap János nevű volt tisztviselő a szervezkedés szolgálatában rádió adó-vevőkészüléket tart üzemben s annak felhasználásával külföldi kommunista szervekkel tart fenn összeköttetést. A nyílt fellépéshez engem is kirendeltek. Mielőtt a helyszínre érkeztünk volna, felhívtuk a két bizalmi egyén figyelmét feltevésünkre és a nem mindennapi tárgyak előkerítéséhez megkívánt tennivalóikra.

A tanyai házban csak gyanúsított és özvegy édesanyja lakott. Papot szerencsére otthon találtuk. Felmutattuk előtte a házkutatásra szóló hatósági felhívást és felszólítottuk, hogy az önmaga-készítette rádió adó-vevő készüléket adja elő.

Kissé meglepődve, de vonakodás nélkül kijelentette, hogy rádió adó-vevő készüléke nincs. – Ha szavamnak nem hisznek az urak, tessék, keressék meg.

Nem is kérettük magunkat, hanem azonnal hozzáfogtunk ahhoz az alapos és tervszerű munkához, mely a rádióval kapcsolatos házkutatásnál különösen fontos. Fáradozásunk csakhamar eredménnyel járt. A fiókokból különféle rádióalkatrészek kerültek elő. Ekkor már láttam, hogy feltevésünk helyes volt. Tárgyi bizonyítékokat kaptunk arra, hogy Pap valóban foglalkozott rádiókészülékek építésével.

A további kutatás során szerszámokat és félig kész állapotban 25×30 cm nagyságú szerelőlapot találtunk. Ez a fémlap arra szolgál, hogy a készülék egyes alkatrészeit – tekercseket, csöveket, kondenzátorokat stb. – rögzíteni lehessen rajta.

Pap, aki mindeddig szótlanul figyelte munkánkat, a szerelőlaphoz szükségesnek tartott egy kis magyarázatot. Vevőkészüléknek készült, de nem sikerült – mondotta s bizonyára meg volt győződve róla, hogy ezt elhittük neki. Az asztalfiókokból gondosan becsomagolt és bekapcsolásra előkészített további alkatrészek kerültek elő. Másutt félig használt anód- és fűtőtelepekre bukkantunk.

Mikor már minden helyiséget és bútordarabot átvizsgáltunk, hozzáfogtunk a különböző anyagok csoportosításához. Mivel Pap engedélyes rádió előfizető volt, vevőkészülékhez felhasználható alkatrészeket rádiórendelet értelmében jogosan tarthatott a lakásán.

Adókészülékhez szükséges tartozékokat azonban már nem. Ilyeneket kellett tehát a sok anyag közül kiválasztanunk. A szerelőlapot jobban megvizsgálva, észrevettem, hogy kivitelben eltér a vevőkészülékeknél szokásos szereléstől és adóalkatrészt is találtam rajta.

Közöltem Pappal, hogy a szerelék-lap teljesen kész s tartozékaival akár azonnal üzembe helyezhető, de nem mint vevő-, hanem adókészülék. Erre a kijelentésemre elsápadt és jó ideig nem tudott szóhoz jutni. Felszólítottam, hogy a készüléket előttünk szerelje össze és kapcsolja be. Ismét tagadni kezdett s megmaradt eredeti állítása mellett; a készülék félig kész állapotban van s csak vevőnek szánta.

Láttam, hogy így nem jutunk előre, tehát magam fogtam munkához. Pap megkönnyebbülten lélekzett fel s szinte olvastam a gondolataiban: »Mit mesterkedsz, te szegény csendőr, úgysem értesz ehhez.« Bizakodása nem tartott sokáig. Gyorsan előszedtem a külön csomagolt alkatrészeket. A szerelék-lapon 3 csőfoglalatot találtam. Az egyikbe a P4100-as jelzésű adócső pontosan beleillett. A másik két foglalatról azonnal megállapítottam, hogy egyrészt megtévesztésül vannak beépítve s másrészt nem elektroncsövek, hanem egyéb adóalkatrészek gyors ki- és behelyezésének elősegítésére szolgálnak.

Az anódtelepeket sorba kötöttem. A fűtőtelepet s végül a morse billentyűt is bekapcsoltam a megfelelő helyre. A billentyűt lenyomtam s az anódáram mérő műszer kilengett, annak jeléül, hogy az adókészülék üzemképes.

A bizalmi egyének minden másról elfeledkezve, tágra nyílt szemmel figyelték az eseményeket s a készülék működéséhez fűzött magyarázataimat.

Pap szorult helyzetéből ismét megtévesztő állításokkal próbált szabadulni. – Úgy látom, – mondotta –, az urak többet értenek a rádióhoz, mint jómagam. Eddig fogalmam sem volt arról, hogy ezt adókészüléknek is lehet használni. Ezt, a körülményekkel máris megcáfolt védekezését természetesen nem fogadhattuk el. Papot őrizetbe vettük és bűnjelekkel együtt Kiskunfélegyházára kísértük.

Itt a postától igénybe vett szakértő közreműködésével újból üzembe helyeztük az adókészülékét. Az adó morse jeleit a távolabb elhelyezett vevőkészüléken kifogástalanul fogtuk. Beigazolást nyert, hogy 30-40 méteres hullámhosszon működő titkos adóállomást lepleztünk le, mely a kommunista szervezkedés szolgálatában állt.

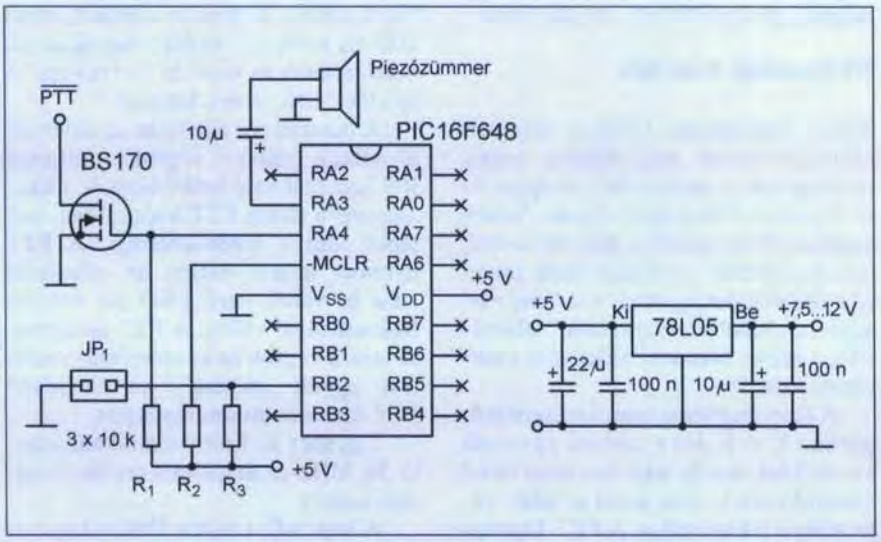
Erre vonatkozóan Pap lakásán feljegyzéseket, iratokat ugyan nem találtunk, a nyomozás során elhangzott tanu vallomások azonban bizonyították, hogy a kommunista szervezkedésben részt vett. A csendőri feljelentés alapján azután a bíróság is tényként állapította meg, hogy Pap rádió-adókészülékét kommunista célok szolgálatában használta s így elnyerte méltó büntetését.

Figyelemreméltó ennél az esetnél a gyanúsított óvatossága és ügyessége. Adókészülékét úgy építette meg, hogy percek alatt összerakható és szétszedhető legyen. A kivitelezésnek ez a módja felületes vizsgálatnál még a szakembert is könnyen tévútra vezetheti. Tanulság: rádióval kapcsolatos bűncselekményeknél csak a legnagyobb körültekintéssel és szakértelemmel érhetünk el eredményt."

„PIC – pakk" rádióamatőr áramkörök

Lakézi Miklós okl. villamosmérnök, ha7cr@freemail.hu

Az utóbbi évek, évtized eredménye a PIC mikrovezérlők széleskörű elterjedése. Az ezen okos IC-kel megvalósított kapcsolások jellemzője, hogy minimális hardver (alkatrész-felhasználás) mellett rendkívül intelligens áramkörökhöz jutunk a bevitt szoftver révén. A PIC-ek, a digitális technika felhasználása – vélhetően az eddig uralkodóan alkalmazott, majd' évszázados analóg áramköri struktúra miatt – eddigelé kevéssé volt jellemző a rádióamatőr gyakorlatban. Pedig, az rendkívül sokféle alkalmazási lehetőséget rejt magában! Ezek közül mutatunk be, – inkább csak figyelemfelkeltés céljából –, kettőt az alábbiakban. Az áramkörök kivitelezéséhez, az alkalmazott szoftver beégetésével, szívesen áll olvasóink rendelkezésére a szerző. (A szerk.)



1. ábra. A jeladóvezérlő áramkör kapcsolási rajza

Jeladóvezérlő-áramkör

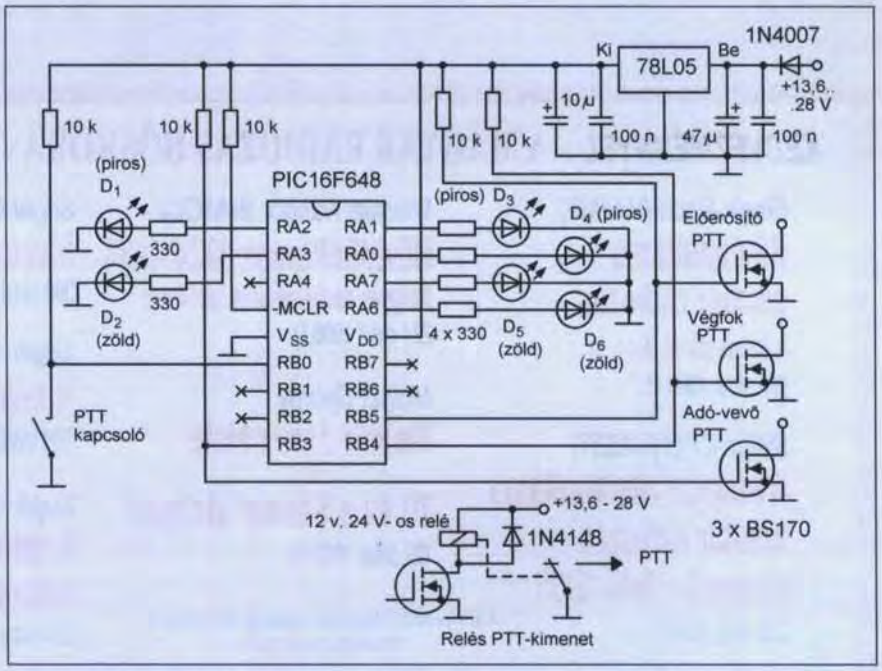
Az új amatőrsávok engedélyezése szükségszerűen vonja maga után az azokban megjelenő jeladók üzemeltetését. A beaconök hagyományos billentyűzési megoldásaival kapcsolatos problémák és kényelmetlenségek miatt (sok-sok TTL-IC, EPROM, diódamátrixok, bonyolult, nehezen utánépíthető hardver stb.) fejlesztettem ki a cikkben ismertetett, végletesen egyszerű áramköri megoldású vezérlőt. Az alapkivitel 9 db alkatrészből áll, a de-luxe kivitel tucatnyi alkatrészt, beleértve az ellenállásokat is, tartalmaz.

A jeladók jellemzően CW-üzemmódú, folyamatos működtetése maga után vonja egy olyan áramkör igényét, ami eleget tesz az alábbi követelményeknek:

- tetszőleges hosszúságú, tartalmú szöveg folyamatos adása;
- szöveg adása után vivő sugárzása programozható időtartamban;
- a szöveg és az azt követő vivő végtelen ciklusban történő adása;
- egyszerű felépítés, kis méret, kis fogyasztás, üzembiztos működés;
- programozható adási sebesség.

A fenti igényeknek megfelelő áramkört az **1. ábra** mutatja. A rajzon látható felépítésben a JP_1 jumper zárása esetén a beépített piezozümmer önhangot ad. Ha nincs szükség önhangra (üzemi működés esetén nincs), akkor elhagyható a 10 μF-os elkó, a passzív piezozümmer, az R_3 ellenállás és a JP_1 jumper.

A készülékben alkalmazott PIC16F648 típusú mikrovezérlő a ChipCAD Kft.-nél (http://www.chipcad.hu), a passzív piezozümmer a Lomex Kft.-nél (http://www.lomex.hu) szerezhető be.



2. ábra. A PTT-vezérlő áramkör kapcsolási rajza. Üzem-visszajelzések: D_2 – előerősítő vétel, D_6 – végfok vétel, D_5 – rádió vétel, D_4 – előerősítő adás, D_3 – végfok adás, D_1 rádió adás

Jelen leírás nem titkolt célja a bármely sávon működő jeladók számának növelése, és ehhez minden segítséget felajánlok a mikrovezérlő programozásában. A bemutatott áramkör jelenleg is több magyar jeladóban működik: HG1BVB, HG7BVA, HG8BVB, ill. lengyel, görög 50 MHz-es jeladókban.

PTT-vezérlő áramkör

Sokan használunk URH-n előerősítő–rádió–végfok összeállítást, amely rendszernek az adás-vételi átkapcsolása bizonyos időzítéseket kíván. Velem együtt nyilván mások is bosszankodtak már az elszállt vevő-előerősítő miatt. (Az előerősítő még vételen, a rádió már adáson, „hátulról megküldött" előerősítő, – szinte biztos az előerősítő tönkremenetele...)

A fenti probléma megelőzésére dolgoztam ki a **2. ábra** szerinti egyszerű kis eszközt, amely lehetővé teszi mind a korrekt vétel–adás, mind az adás–vétel irányú átkapcsolást. A PTT-kapcsoló (pld. lábkapcsoló) vezérli az eszköz működését.

A vétel–adás váltásának folyamata

PTT-kapcsoló lenyomása azonnal adási helyzetbe hozza az előerősítőt.

Beállított idő múlva (a programlistában szereplő értékekkel 100 ms) adásra kapcsol a végfok. A végfok adásra kapcsolását követően újabb késleltetéssel (a programlista adataival 100 ms) adásra kapcsol a rádió.

Az adás–vétel váltásának folyamata

A PTT-kapcsoló elengedése azonnal vételi állásra kapcsolja a rádiót, majd 100 ms múlva a végfok visszakapcsol vételi állásra, és további 100 ms múlva az előerősítő vételre kapcsol.

A berendezés alkalmas az előerősítő nélküli (rádió + végfok), tipikusan RH üzemnél való működésre is. Ekkor a nyomva tartott PTT-kapcsolóval kell tápot adni a berendezésnek. A PTT nyomva tartása idején az előerősítő adás és vételi jelző LED pár hertzes frekvenciával villog. A PTT elengedése után a végfok és az előerősítő vezérlése együtt „mozog", az előerősítő PTT-kimenet üresen maradhat.

Ugyanez az üzemmód alkalmazható 50 MHz-es munkánál (rádió + zajcsökkentő).

A kapcsolási rajzon látható kapcsoló FET-es PTT-vezérlő kimenetek általában elégségesek a rádió, végfok, előerősítő vezérléséhez. Amennyiben relével kell vezérelni bármelyik készüléket, ez a kapcsolási rajz alsó részén látható módon oldható meg. Az eszköz használható 13,6 ... 28 V tápfeszültségű berendezésekhez egyaránt.

A készülék mind a 4 időzítési értéke 10 ms ... 2,5 s között, egymástól függetlenül, szabadon programozható, de a programban beállított 4×100 ms általában mindenhez megfelelő. A berendezés nem figyeli a vezérelt készülékek reléinek tényleges állapotát. Erre a készülékek utólagos kiegészítése nyújtana csak lehetőséget, azonban hibátlan készülékek esetén erre nincs is szükség.

Talán „ágyúval verébre lövésnek" tűnik processzor alkalmazása egy ennyire egyszerű feladatra, de a befektetett munka (kb. fél óra programírás, 1 óra alatt megépíthető), a minimális anyagköltség (1000...1500 Ft) indokolja a mikrovezérlő használatát. A kapcsolásban egyaránt alkalmazható a 16F628A vagy a 16F648A típusú PIC. A http://ha7cr.homelinux.net/ptt oldalról a programlista letölthető, de igény esetén bárkinek szívesen felprogramozom a processzort az általa megadott időzítési és előerősítő–relé (ld. programlista) paraméterekkel.

A készülékben alkalmazott üzemvisszajelző LED-ek (D_1...D_6) és a velük sorba kapcsolt 330 Ω-os ellenállások természetesen kihagyhatók az áramkörből, ez esetben kb. fél gyufásdoboznyi méretben megépíthető a PTT-vezérlő. A processzor a ChipCAD Kft.-nél szerezhető be.

A berendezés számos egyéni- és versenyállomáson üzemel jelenleg is.

Az utánépítéshez sok sikert kívánok!

KEDVEZMÉNNYEL » A MAGYAR RÁDIÓZÁS HŐSKORA « c. könyvsorozat köteteit ajánljuk

Érsek János (HA2MP)
Rövidhullámú amatőr rádiózás
A kezdetektől 1944-ig
280 oldal, 1990 Ft

Stefanik Pál (HA5BT)
A magyar rövidhullámú amatőr rádiózás története 1945-1955
242 oldal, 1990 Ft

Wlassits Nándor (HA8QC)
Rövidhullámok 1924-1934
Magyar rádióamatőr történet
224 oldal, 1990 Ft

Molnár György
Molnár János élete
*
70 év a Sándor utcában
122 oldal, 1990 Ft

A könyvekről bővebben honlapunkon olvashat:
www.radiovilag.hu

Sugár Gusztáv
Megszólal a rádió
300 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

A könyvek megvásárolhatók, postai utánvéttel (csomagolás+postaköltség felszámításával) megrendelhetők a ***szerkesztőségnél***.
Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. 130. ● ✉ Budapest, Pf. 603. H-1374 ● ☎ 239-4932, 239-4933 ● hambazar@radiovilag.hu

5

Életmentő rádió 1928-ban

A Nobile expedíció és rádiósa, Biagi

Balás B. Dénes távközlési technikus

Az I. világháború után még nem dőlt el a verseny a léghajók és a repülőgépek között, nem lehetett tudni, hogy a kétféle légi járműnek milyen arányban lesz szerepe a közlekedésben vagy egy újabb légi háborúban. A győztes hatalmak, mint fegyverzetet, óvatosan kezelték a léghajókat, mindenesetre elkobozták a vesztes németektől, osztrákoktól és besorolták azokat a saját légiflottájukba. Néhány évig azonban, vesztes és győztes oldalon egyaránt, a léghajógyártást, egyáltalán a hadianyaggyártást, egy időre szüneteltették.

Az olaszok léghajógyártására a háború befejeződésével nem volt többé szükség, legfeljebb kísérleti példányok készülhettek. A közel 600 főből álló, jelentős tapasztalatot szerzett léghajógyártó intézet munka nélkül maradt. Az intézet parancsnoka és vezetője, *Umberto Nobile* mérnök-ezredes, miután specialitása volt a félmerev léghajók tervezése és gyártása, a huszas évek közepén kidolgozott egy közepes méretű, kb. 19 000 m^3-es, olcsó léghajót, amely hosszabb, több ezer kilométeres utazásokra is alkalmas volt. A németek Zeppelin-léghajói eleve nagyobb utakra készültek, azonban a merev konstrukció miatt jóval drágábbak voltak.



Zeppelin-féle léghajó

Európában verseny alakult ki a két ország, Németország és Olaszország, valamint a két léghajótípus, a merev és félmerev rendszer között. Mindkét típusú léghajóval nagytávolságú próbautakat tettek, igyekezvén reklámot csinálni gyártmányaiknak.

Erre az időszakra esett a sarkkutatások technikájának változása. A szánok



Kormányozható léghajó rádiós kabinja

és hajók helyett repülőgépekkel próbálták megközelíteni a pólusokat.

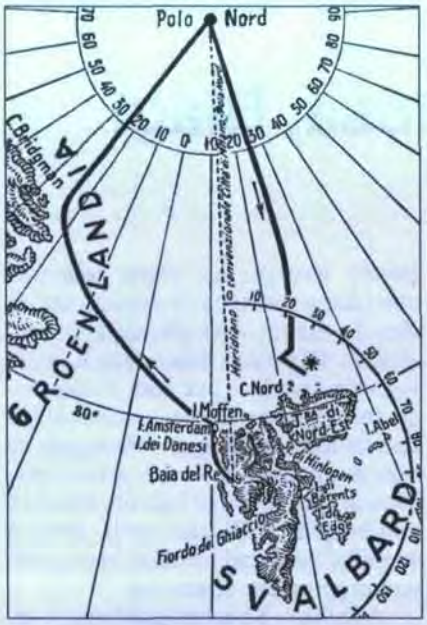
Roald Amundsen, aki előzőleg kutyaszán-expedícióval a Déli-sarkot fedezte fel, 1926-ban sikertelen németországi tárgyalásai után az olaszokkal kezdett megbeszéléseket, majd a norvég Aero-klubbal megvásároltatta az olasz haditengerészet egyik, Nobile által készített, 19 000 m^3-es (N-1) léghajóját. Ezt Norge névre keresztelte, és amerikai pénzből, olasz kezelőszemélyzettel, norvég expedíciót szervezett az Északi-sarkra. A léghajót Nobile tervezte, az általa irányított olasz üzem gyártotta és az egész utazás alatt ő vezette, olasz személyzet segítségével. Gépészek, műszerészek és navigációs tisztek –, összesen 5 olasz segítette Nobile munkáját. Az olasz állam kétszer akkora összeggel támogatta az expedíciót, mint amennyit a norvégok fizettek érte. A Norge léghajó, miután a Spitzbergákról (Svalbardról) indulva átrepülte az Északi-sarkot, szerencsésen megérkezett Alaszkába.

A léghajót Marconi-gyártmányú rádiókkal szerelték fel és a Spitzbergákig orosz távírász, *Olomkin* kezelte a rádiót. Ennek ellenére, amikor a léghajó Leningrád felé repült, nem talált kapcsolatot az orosz (szovjet) rádióállomásokkal. Érdekes, hogy ezt az epizódot a Marconi cég fő konkurense igyekezett kihasználni. Például a Magyar Rádió Újság 1926. május 29-i számában nyilatkozatot jelentettek meg, melynek lényege: a Norge azért tévedt el (!), mert rádióállomása nem Telefunken készülékekkel volt felszerelve!

Amundsen későbbi megnyilatkozásai, miszerint ez egy norvég expedíció volt, melyhez az olaszoknak alig van bármi közük, nem csak Nobilét ingerel-



Az Italia indulása



Az Italia utolsó útja

ték, de az olasz közvéleményt is. Olasz civilek (Milánó város) támogatásával Nobile felszerelt egy újabb, ugyancsak 19 000 m^3-es léghajót, az (N-4) Italia-t és ismét megcélozta az Északi-sarkot.

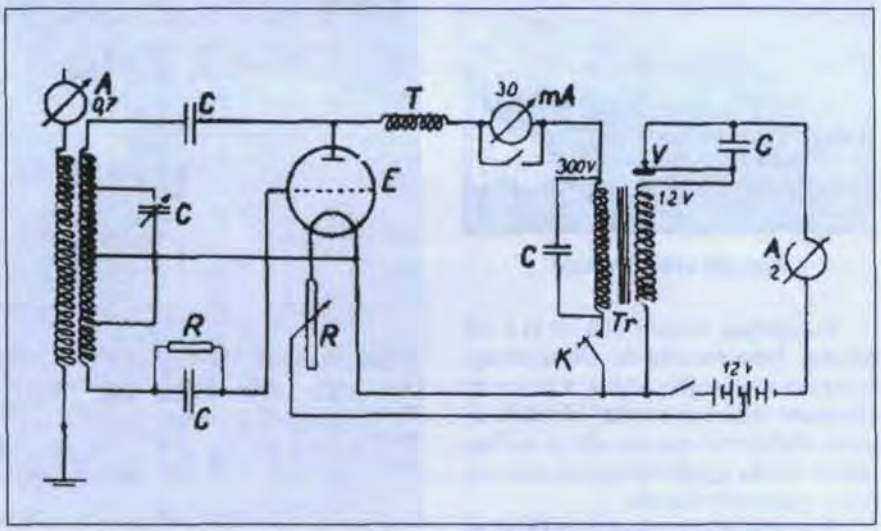
A léghajóval három kutatóutat tettek a sarkvidéken, a harmadik útjukon elérték a Sarkot, de a visszaúton ködbe kerültek, a pára ráfagyott a burkolatra, elnehezedett a léghajó, és lezuhantak a jégre. De erről majd később...

Az Italia üzemi rádió-berendezéséről nem sokat tudunk. Ezek hosszúhullámú készülékek voltak, valószínű, hogy volt köztük tartalék is. A Sarkra vezető harmadik útjukra azonban magukkal vittek egy olasz (Allochino Bacchini gyártmányú), 5 W-os, rövidhullámú rádióadót abból a célból, hogy az Északi-sarkon jégre szálló kutatók és a léghajó között legyen kapcsolat. Ezt egyébként nem tudjuk, hogyan gondolták, mert rádiótávírász ugyan kettő ment az expedícióval – *Pedretti* és *Biagi* –, de RH-készlet csak egy volt. Egy adó- és egy vevőkészülék. Két variáció képzelhető el: az egyik, hogy a jégen levők csak adni tudnak és a léghajón veszik az adásukat, a másik lehetőségnél a „Citta di Milano" hajó közvetített volna a jégre szállók és a léghajó között. Az expedíció bázishajója ugyanis rendelkezett RH-készülékekkel.

A léghajó harmadik (közvetlenül az Északi-sarkra vezető) útja előtt, a jégre szállásról lemondtak és Pedretti távírászt, mint felesleges személyt, kihagyták a létszámból. (Állandó tolongás volt a lehetséges 16 helyért, mert a költségeket viselő Milano város vezetősége ragaszkodott ahhoz, hogy a léghajó minden útjára újságírókat is vigyenek.)

Giuseppe Biagi tizedes cipelte a léghajóhoz a rövidhullámú adókészüléket, és az egyik tiszt, *Mariano* kapitány tiltása ellenére berakta a rádiósfülkébe. Ennek történetét *Frantisek Béhounek* Az Északi-sark Robinsonjai című könyvében mesélte el: *„...amikor Béhouneket 1929-ben Rómába hívták, hogy tanúskodjék a Nobile-léghajót ért katasztrófa ügyében, találkozott Trojanival, a mérnökkel, aki társa volt a jéghegyen töltött időben. Tőle tudta meg az RH adóállomás érdekes történetét. Biagi, mint mindig, vidáman és elégedetten vitte magával Kingsbayben a hangárba és éppen betette volna a léghajóba, amikor megjelent Mariano. – Hát ez meg minek? – mutatott az adóállomásra. – Hát azok számára, akiket a Sarkon leteszünk. Hátha el kell repülnie a léghajónak... – Badarság – felelte erre Mariano. – A léghajó nem repül el, ott marad lehorgonyozva. Hagyd ezt itt, csak fölösleges súlytöbbletet jelent! Ezzel Mariano elmegy, Biagi csak néz utána, néz és zavartan vakargatja a füle tövét. No tessék, tehát hiába vesződött ezzel a holmival! Vagy harminc kilót nyom, félórát is eltartott, míg idevonszolta, nehéz, mint a csuda. És mindezt hiába. Egyszer csak elmosolyodik, gyorsan körülnéz, aztán sebesen parányi kabinjába rejti a kis szekrényt. Ott egyedül ő az úr, még csak be sem lép rajta kívül senki, igaz be sem férne, ha ő is bent tartózkodik. És így az adóállomás velük tette meg az északi-sarki repülőutat..."*

Az adókészülék 30–50 m közötti hullámhosszon hangolható, egycsöves, (Béhounek szerint 25 W-os) készülék volt, működtető feszültségeit két 6 V-os akkumulátor szolgáltatta oly módon, hogy a csövet 3 celláról, 6 V-tal fűtötték, a 300 V-os anódfeszültséget pedig a 12 V-ról működő rezgő-átalakító, ún. vibrátor biztosította. Három műszer szolgálta a kezelést, ezek az antenna-, az anód- és a telepáramot mérték. A Béhounek-féle könyvben közreadott rajzon egy árammérő a telepből fogyasztott áramerősséget mérte, egy másik rajzon (*Pera* szerint) voltmérő a harmadik műszer és a cső fűtőfeszültségét mérte. Mindkét megoldás elképzelhető, de Béhounek ott volt, látta és a rajzot is közvetlenül szerezte be az expedíció valamelyik részvevőjétől. A Béhounek-féle rajzon a mért adatok is rajta vannak: eszerint 30 mA-es anódáram és 0,7 A-es antennaáram volt a maximális beállítás lehetősége. A 30 mA × 300 V = 9 W-os teljesítményt jelent, azonban az áramérték a transzformátor szekunder oldalán váltakozó áramként jelentkezett, melyből a Philips TB-4 típusú adócső csak a pozitív félhullámokat hasznosította. Az effektív hasznos teljesítmény a valóságban csak a 9 W fele volt, R. Pera szerint helyesen; mindössze 5 W! (Tehát a készüléknek nem az antennateljesítménye 25 W, hanem esetleg a fogyasztása; fűtés- és anódteljesítmény együtt. Béhounek onnan gondolhatta a 25 W-os teljesítményt, hogy a telepáramot, 12 V-os feszültség mellett, 2 A nagyságúnak tüntették fel a rajzon. (2 A × 12 V = 24 W, de ez túlzottnak tűnik. Egyetlen cső fűtése és anódárama,



Az RH-adó kapcsolási rajza (Béhounek könyvéből)



Az Italia vevője (Technikai Múzeum, Milánó)

valamint az átalakító veszteségei aligha adják ki a 25 W-ot. Talán kb. a fele, 12...15 W körüli érték a reális... Modulált [telefónia] üzemnél érvényes az a szorzó, hogy a teljes fogyasztás az antennateljesítmény 4–5-szöröse!)

A morzebillentyű a transzformátor szekunder oldalának negatív ágát szaggatta meg. Az adó a vibrátor frekvenciájának megfelelő számú 10 MHz-es rezgéscsomagokat állított elő, amelyeket a billentyűvel még tovább szaggattak. A vevőben a megszakító hangjának megfelelő zúgás mindenképpen hallható volt. Az adást–vételt előzőleg kipróbálták Róma és a Rodosz-sziget között, 400 mérföldes (kb. 700 km-es) távolságon, azonban az összeköttetést éjszaka hozták létre, a Sarkon pedig állandóan sütött a nap.

Kevesebb utalás van a vevőkészülékre, bár Béhounek leírta, hogy Biagi elsőnek a vevőkészüléket találta meg, ugyanis a jégmező egy helyén ott feküdt szétszórva az egész rádióskabin. Karjelzésekkel hívta oda Marianot és Béhouneket segíteni. A vevőkészülék működtetése szárazelemekkel történt. Szerencséjükre Biagi, Béhounek és Mariano egész halom használható fűtő- és anódtelepet szedett össze. Hogy a léghajó üzemi vevőjét találták-e meg, vagy volt külön RH-vevőjük, arra nincs utalás, de annyi bizonyos, hogy a megtalált vevővel 32 m-es hullámhosszon vették a San Paolo-i (olasz rádió) adását.

Nobile másként emlékezik a segélykérő rádióról: *„Az Északi-sarkon kedvező időjárási viszonyok esetén lehorgonyoztunk volna, hogy 2–3 ember leszállhasson óceanográfiai és mágneses mérések végzésére. Mindent nagy gondosan előkészítettünk. A rövidhullámú kis rádió-adóvevőn kívül két, vízhatlan vászonból készült zsákot csináltattam, amelyekbe a jelenlétemkor tették be mindazt, amire a jégen való háromhetes tartózkodáshoz szükség lehetett. (Megmenekülésünket annak köszönhettük, hogy az egyik zsák, benne egy adó-vevővel, velünk együtt esett le az úszó jégtáblára.) A segélykérésre szolgáló rádióvevő körülbelül 32 m-es hullámhosszra volt beállítva, s az antennával együtt, de az akkumulátorokat nem számítva, 25 kg-ot nyomott. Miután többször kipróbáltam az indulás előtt, a távírófülkébe helyeztettem, hogy elérhető legyen."*

Nobile leírása a rádiókészülékről fordítási tévedést vagy más elírást tartalmaz, mert segélykérésre mindig az adókészülék és nem a vevő szolgál. Az RH adó és vevő két különálló készülék volt. A zsákban legfeljebb a vevőkészülék lehetett. A jégtáborban felállított antenna alatt szerelték fel az adót és a sátorban helyezték el a vevőt.

A rendkívül precíz Béhounek például azt írja, hogy Biagi a fülkéjébe rejtette az RH-adót és nem szól arról, hogy a zsákba tette volna, ami nem is fért el a szűk rádiósfülkében. Természetesen számításba kell venni a fordítási hibák lehetőségét is. A fordító könnyen eltévedhetett az adó- és vevőkészülék vagy adó-vevő között. Olaszul az adó Trasmettitore, az adó-vevő Trasmettitore-ricevitore, de a morze adó-vevőt Ricevittore Morse-nak mondják... Béhounek könyvének fordításában utolérhető egy ilyen tévedés: Biagi zászló helyett a kezével ad (zászló-)kódjeleket társainak arról, hogy vevőkészüléket talált. A fordító ezt nem értette és úgy fordította, hogy Biagi zászlós a kezével integetett társai felé. Biagi rendfokozata nem zászlós, hanem tizedes volt, a másik távírász, Pedretti, szintén.

A léghajó katasztrófája 1928. május 25-én 10 óra 33 perckor következett be, az elnehezült léghajó mintegy 40...50 km-es sebességgel súrolta a jeget és a jégtáblák felmagasodó szélei letépték a léghajó fülkéjét, valamint a középső motor gondoláját. A 16 főnyi személyzetből *Nobile*, *Trojani*, *Cecioni* és *Malmgreen* a kormányfülke elején tartózkodott, és a jégre zuhanva valamennyien megsérültek. *Mariano*, *Viglieri*, *Zappi* és *Béhounek* sértetlenül került ki a balesetből, és ugyancsak sérülés nélkül úszta meg a jégre zuhanást *Biagi*, aki a gondola hátsó részén, a rádiósfülkében dolgozott. A fülke súlyától megszabadult léghajó hirtelen felemelkedett és irányíthatatlanul továbbrepült. Akik rajta maradtak, mind elpusztultak.



A szélgenerátor

Az első döbbenet után az expedíciónak a jégmezőre került tagjai felfogták, hogy a sérült léghajó elment, s ők felszerelés nélkül ott maradtak a sarki jégmezőn, több sebesülttel. Biagi azonnal arra gondolt, hogy értesíteni kell a bázishajójukat, a Citta di Milanot. Nem várt semmilyen utasítást, hanem öntevékenyen keresgélni kezdte a roncsok között a rádiókat és a használható alkatrészeket. Elsőnek a rövidhullámú vevőkészüléket találta meg, de látott több használható dolgot is szétszórva a jégen, ezért integetéssel hívta társait, hogy jöjjenek segíteni. Mariano és Béhounek ment oda. Hamarosan egész rakomány alkatrészt szedtek össze: elemeket, akkumulátorokat, tartalék csöveket, sőt, felfedezték a legfontosabbat, az RH adókészüléket is.

A rádiókabin szinte teljes tartalma megtalálható volt a jégmezőn, azonban csak az RH-készülékeket tudták később működtetni, mert csak 2 db feltöltött, 6 V-os, 100 Ah-ás akkumulátor és néhány szárazelem (fűtő- és anódtelep) állt a jégen táborozók rendelkezésére. Kérdéses volt a telepek állapota, de ezt Biagi a zsebében levő kis voltmérővel ellenőrizte. Abban az időben még a legtöbb rádiós ilyen zsebvoltmérőt hordott magánál, hogy a telepek állapotát vizsgálni tudja. Ha egy rádió elhallgatott, a feszültségeket ellenőrizték először.

Béhounek csehszlovák fizikus – az említett könyvében – több kisebb részletet említ a rádió-felszerelésről. A 900 m-es hullámhosszon működő üzemi adókészülék táplálása repülés közben egy szélkerekes generátorral történt, amelyet a léghajó gondolájára erősítettek és a rotorját a léghajó menetszele forgatta. Az adót megtalálták a jégen, de a szélgenerátort nem. Ha megtalálják azt is, még mindig probléma lett volna a hajtása; legalább 40 km sebességű szél kellett a forgatásához. Ugyancsak nem találták meg a léghajó álló helyzetében használt benzinmotoros áramfejlesztőt sem, pedig Nobile

féltve őrizte a talált 40 l benzint, hátha előkerül ez a gép.

Az expedíció tagjai hamarosan berendezkedtek a jégen. Egy kisméretű sátorba zsúfolódtak össze és ide vitték be az akkumulátorokat, az adót, meg a vevőkészüléket. A roncsok között talált 2 m-es korlátdarabot beállították a jégbe, ez tartotta az antennát. Három órával a jégre zuhanás után Biagi már leadta az első *„SOS, SOS, Italia, Nobile"* jelzést, azonban válasz nem érkezett. A vevőkészülék működött, a Róma melletti San Paolo RH-adóját venni tudták.

Az adót másnap újból átvizsgálták és Biagi az elindulásuk előtti megbeszéléseknek megfelelően minden óra 55. és 60. perce között leadta SOS-jelzését. Senki sem válaszolt. Később Biagi vette a Citta di Milano rádióadását, amelyet a biztatásukra küldtek anélkül, hogy tudták volna, mi történt velük: *„Úgy gondoljuk, a Spitzbergák északi partjainak közelében vannak, a 15. és 20. délkör között Greenwichtől keletre. Bízzanak bennünk! Segélyexpedíciót szervezünk."* Rossz hír volt ez, mert a tisztek mérései szerint a 25. délkörtől keletre voltak...

Nobile utasította Biagit, hogy óránként ismételje a vészadást, amit a távírász engedelmesen végrehajtott, de az volt a véleménye, hogy sikeres vételre csak az esti órákban lehet számítani. Alacsonynak tartotta az antennát, ezért az adások szünetében alkalmas csöveket keresgélt és megmagasította az antennatartó árbocot 4 m-esre.

Antennaként, a nem túl magas árbocra, 8 m hosszúságú huzalt feszített ki, földelést viszont a jégen nem lehetett készíteni, helyette ugyancsak huzalból ellensúlyt fektetett le. Az antenna és az ellensúly iránya dél-délnyugati volt, amerre a Citta di Milano állomáshelyét sejtették.

A Citta di Milanon Pedretti távírász minden nap hosszan keresgélte a vevőkészüléken Biagi adását és 28-án vagy 29-én három szót vett, melyekben Biaginak, a neki oly ismerős billentyűzését vélte felismerni: *„Transmettete via IDO"*. (Továbbítsák IDO-n át.) Ez tényleg Biagi adása volt, aki kérte az SOS-jelzés végén, hogy a választ az IDO hívójelű San Paolo-i adón küldjék, melyet a jégmezőn igen jól hallottak. De ez a hullámhossz zsúfolt volt, a San Paolo Mogadisco-val tartotta a kapcsolatot, a két nagyadó elnyomta Biagi adójának a hangját. Pedrettit távírász társai meggyőzték arról, hogy nem hallhatta Biagit!



Biagi az adóval, az antenna mellett

A sátor szűk helyén nehezen viselték az akkumulátorok szagát és a zsúfoltságot, ezért az akkumulátorokat és az adót kivitték a sátorból és pár méterrel távolabb, az antenna alatt, egy jégtömbön helyezték el.

Biagi napokon át adta a segélykérő SOS-jeleket, minden válasz ellenére. Bár alapvetően vidám, segítőkész természetű ember volt, pár nap után csüggedés fogta el. A vevőből jól hallották, hogy róluk szóló táviratok és közlemények cikáznak az éterben, de őket nem hallják, annál is inkább, mert a Citta Di Milano távírászai a személyzet és az újságírók táviratainak leadásával voltak elfoglalva.

A tétlen várakozás feszültsége és a rádiókapcsolat sikertelensége miatt a két olasz kapitány, Zappi és Mariano elhatározta, hogy gyalog megpróbálják elérni a közeli szigeteket. Malmgrent, a svéd tudóst hívták magukkal, aki a jégvilág jó ismerője volt. A fiatal Biagi, aki nagyon jó fizikai állapotban volt, szintén menni szeretett volna, ha viszont senki nem működteti a rádiót, nincs szükség Viglierire sem, aki a helymeghatározásokat végezte. A két sebesülttel csak Béhounek és Trojani mérnök szándékozott maradni. Malmgren tudta, mi a becsület, és úgy határozott, hogy ha a legjobb fizikumúak elmennek, akkor inkább a sebesültekkel marad.

Végül Marian, mint Nobile helyettese, beszélt Biagival, hogy maradjon a rádiónál. (Ez a beszélgetés később Zappi és Mariano életét is megmentette.) Biagi maradt és vele Viglieri is, Malmgren pedig Zappival és Marianoval elindult.

Nobile biztatta Biagit, hogy ne adja fel a reményt, előbb-utóbb valaki meghallja őket. Végül ez is bekövetkezett, kilenc nappal a léghajó balesete és rengeteg hiábavaló próbálkozás után, végre meghallották Biagi adását. SOS-jeleit a Szovjetunióban, „az isten háta mögötti" Voznyeszenszkaja Vohma nevű településen, egy Nyikolaj Smidt nevű fiatal orosz tanító, kezdő rádióamatőr hallotta meg, akinek morzetudása nem volt professzionális, de szerencsére a ritmikus SOS-en kívül a Nobile és Italia szavakat is határozottan felismerte. Ezeken kívül az időpont és a hullámhossz volt fontos ahhoz, hogy a hivatásos állomások is kapcsolatba léphessenek az expedícióval. A korabeli szovjet rádióamatőr-újság, a Ragyio Vszem 1928. november 7-i száma, így tudósított az eseményről:

„Elsőként a világon

Beszéltünk N. R. Smidt elvtárssal; rövidhullámú rádióamatőr, aki a távoli észak-dvinai kormányzóság mélyén vette ezeket az SOS-jeleket. Az eset a következőképpen történt.

Június 3-án este 20 és 21 óra között Smidt elvtárs leült a rövidhullámú vevőkészülékéhez és a 30–35 m-es hullámsávban barangolt az éterben, keresgélve távoli állomásokat. Erős atmoszferikus zaj és fading zavarta a vételt. Az érthetőség változott R3 és R5 között. A hullámsáv egész időben ingadozott 2 m-es határok között. Egyszerre csak fülébe hatoltak valamilyen bizonytalan hangok, amelyek egyes részei leszakadtak az atmoszferikus zavarok következtében. Azonban mégis ki lehetett venni a következő szavakat: Italia... Nobile... SOS... SOS... SOS... Tu.r és Usofterr. Ezek a szavak folytonosan ismétlődtek, ideiglenesen elvesztek és újra hallatszottak a fülében. Folytatta a figyelést mintegy 3 percig.

Smidt elvtárs nem tudta addig, hogy a Nobile-expedíció eltűnt, és ezek a vészjelek kapcsolatban lehetnek ezzel az expedícióval. Azonban, mint minden rádióamatőr, ő is értelmes ember, tudta, hogy a vészjeleket tudatni kell valakivel. De kivel és hová? Természetesen, mint tagja az ODR-nek, elhatározta, hogy a táviratot a Rádió Barátainak Egyesületébe irányítja. Szólt és cselekedett. Észlelését azonnal elküldte egy táviraton. És Moszkvában, a Rádió Barátainak Egyesületébe megérkezett a távirat a vett segélykérő jelekről. Ezt azonnal közölték az „Italia-segítő bi-

zottság"-gal, mely ekkor még egy kezdeti állapotban lévő, felszerelés alatt álló expedíciót intézett.

Június 4-én, 5-én és 6-án Smidt elvtárs semmit sem vett. Június 7-én a vétel helyreállt. 21 és 22 óra között, állandóan változó hullámoknál, Smidt elvtárs távolról vette az Italia hívását:

Italia 2... Nobile... 36 (?) 42 (?) és valamilyen jeleket érthetetlenül. Ballon... Fo...n... Terrda... SOS... SOS... Június 8-án folytatódott a vétel, de nem lehetetett hallani, csak R2-R1-gyel. Az adások vétele 18 és 23 óra között este történt. Úgymint: Italia... Nobile... Expedi... Nord (W-r) St... Sto... m... Aisbella... 200 kil... m... 3... 4... Petr... a... n... A rákövetkező napokban újból tett erőfeszítéseket a vételre, de a hallhatóság végérvényesen elveszett. Smidt elvtárs egész idő alatt folytatta közléseit az ODR Elnökségéhez. A vétel szuperregeneratív vevővel történt, 2 hálózati lámpával, 4 V-os anódfeszültséggel.

Senkiben ne legyen kétséges, hogy a mi szovjet rövidhullámú amatőrünk, Smidt elvtársunk érdeme az expedíció vészjeleinek első vétele és a központ értesítése. Az ODR elnöksége tekintettel érdemeire, Smidt elvtársat egy aranyóra kitüntetésben részesítette és ugyancsak kapott egy speciális oklevelet is, melyben feljegyzésre került az érdeme és teljesítménye a Nobile-expedíció segítésében." (Fordítás: Balás Dénes. Találkoztunk nagyon alacsony, 5–10 V-os anódfeszültséggel működő vevőkészülékkel, – Marconi cég, V-24-es csővel –, de a 4 V-os anódfeszültség általában nem elegendő egy elektroncső részére. Elképzelhető, hogy az orosz szövegben közreadott értéket sajtóhibának kell minősíteni: 40 V helyett írtak 4 V-ot. B. D.)

Béhounek említett könyve szerint: az *„Italia – Nobile – Franc Jozef – SOS – SOS – terra tengo – EHH"* szavakat továbbította Moszkvába az orosz rádióamatőr. A szöveg végül is lényegtelen, de Nyikolaj Smidt észlelése hozta a fordulatot a jégre került emberek (a fél expedíció) sorsában és tette lehetővé megmentésüket.

Miután elsőként meghallotta az expedíció segélykérését, Smidt neve is világszerte ismert lett. Béhounek azt írta, hogy tanító volt és rádióamatőr, Otto Katz német író, aki ebben az időben éppen a Szovjetunióban tartózkodott, földművelő parasztnak vélte, aki a Vjatka kormányzóság Boznejenszkoje falujában élt. Más helyen mozigépész foglalkozást tulajdonítottak Smidtnek. Egyik sem zárja ki a másikat, hiszen tanítóként is lehetett egy kis földje és kezelhette a falu mozigépét.

A Sao Paolo-i adóállomás június 6-án adott hírt arról, hogy egy szovjet amatőr vette az expedíció adását. Nobilét rendkívül felvillanyozta a hír és külön csokoládéadagot ígért Biaginak, ha sikerül felvennie a kapcsolatot a Citta Di Milanoval. A különcsokoládé, a szűkös élelmiszeradagok miatt, nagy kincsnek számított. A Citta di Milano kapitánya alig akarta elhinni, hogy valóban Biagi jelentkezett rádión, rossz tréfától tartott és ellenőrzésül Biagi katonai azonosító számát kérte leadni. A közösen megszövegezett és Biagi által leadott választávirat így szólt:

„Megerősítjük a 28° hosszúságot és 80°30' szélességet északra. Giuseppe Biagi 86891. Csak rövidhullámon veszünk. A jéghegyen vagyunk, szán nélkül, két sebesülttel. A léghajó valamerre kelet felé elveszett."

A jégmező állandóan változott, a tábort költöztetni kellett, mert a sátor alatti jégtábla szétrepedt, elvizesedett. Biagi, mint a legfiatalabb és legalacsonyabb rendfokozatú tagja az expedíciónak, mindenhol ott volt, segített felállítani a sátrat és áthordta saját felszerelését. Béhounek ezt írta róla: *„Biagi saját kezűleg átszállította teljes rádiós-felszerelését. A kistermetű, tömzsi vasgyúró látszólag minden különösebb fáradtság nélkül, félvállon átszállította a harminc kilós akkumulátorokat."*

A kapcsolat a Citta di Milanoval még ezután is egyoldalú volt, mert a hajó rádióállomása mindennap rövid táviratban közölte, hogy nincs közleménye és kikapcsolt. Az, hogy a jégtábornak mi a helyzete és milyen közlendője van, nem érdekelte. Végre június 17-én sikerült kölcsönös kapcsolatot létesíteni a hajó, továbbá az expedíció között és Nobile egy hosszú, felháborodott szövegezésű táviratot adatott le a hajó részére: *„... Ha hívnak bennünket, utána hallgassák meg adásainkat is... Helyes lenne, ha kihasználnák a jó időt és ledobnák nekünk a legszükségesebbet, amit kértünk. Elsősorban gumicsónakokat, élelmiszert, cipőt és fegyvert. Helyzetünk továbbra is veszélyes. Nobile."*

Az olasz kormány még június 11-én hivatalosan felkérte a Szovjetuniót, hogy küldjön nagy jégtörő hajót a nyugati úton, vagyis a nyugati és északi Spitzbergák mentén, a léghajótöröttek megmentésére. A legnagyobb szovjet jégtörő, a Kraszin kapta a feladatot és rekordgyorsaságú – háromnapos – felkészülés után, június 16-án reggel kifutott a kronstadti kikötőből. Az expedíció megsegítésére a Kraszinon kívül sokan mások, a sarkvidéken soha nem látott létszámban sorakoztak fel:

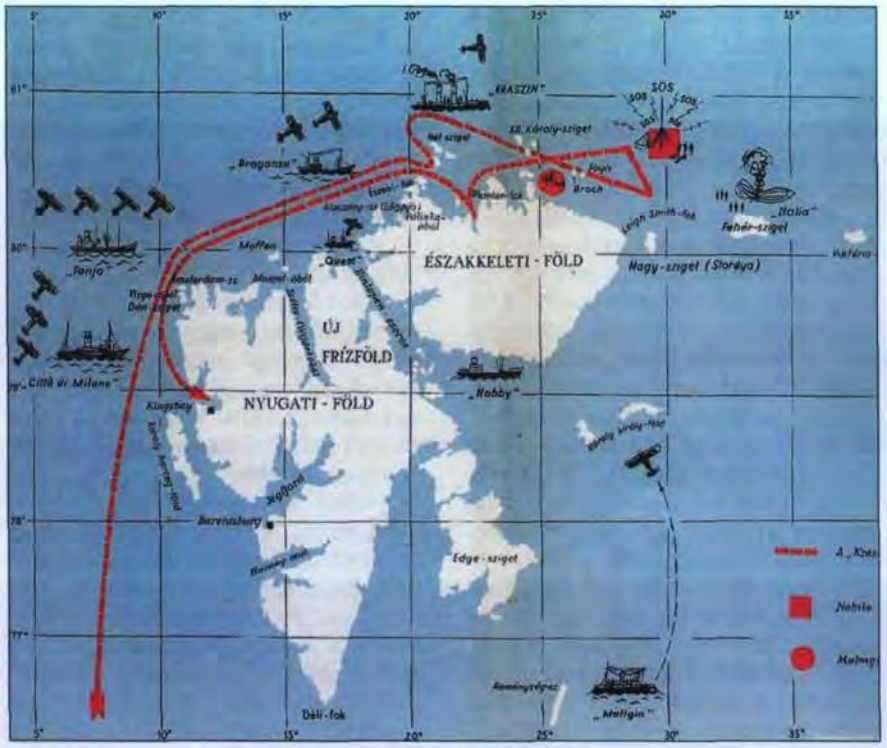
A Szovjetunió felderítésül előre küldte a Maligin jégtörőt, készenlétben állt a finnek Turku nevű repülőgépe, elindult egy kis svéd flotta, a Qest és a Tanja nevű hajókkal és több repülőgéppel. Az Uppland svéd hidroplán Vadsoban, a legészakibb norvég kikötőben



A Kraszin jégtörő hajó



Nyikolaj Smidt



Az expedíció mentése, a Kraszin útja

állt útra készen. Roald Amundsen, egy francia pilóta – *Guilbau* őrnagy – vezette Latham 47-es hidroplánnal készült elindulni Tromsöből. Az olasz *Umberto Maddalena*, egy nagy Savoia S-55 hidroplánnal Kingsbayba érkezett, a norvég *Riisen–Larsen* és *Lützow–Holm* pilóták is az elsők között jelentek meg a sarkkörön Sirály-típusú gépeikkel. Egyidőben 1400 ember dolgozott a sarkvidéken, az expedíció megmentésén. A legnagyobb problémát az jelentette, hogy a legtöbb repülőgép még nem volt felszerelve rádióval, ezért a parányi sátrat nem tudták megtalálni a hatalmas jégmezőn.

Június 20-án a hatalmas Savoia repülőgép Maddalena vezetésével másodszori próbálkozásra megtalálta a sátrat és csomagokat dobott le a tábor részére. Ezt csak az tette lehetővé, hogy a gépen volt rádió és Biagi felvette a kapcsolatot a géppel. Mindaddig adta megbeszélt utasító jelzéseit, míg a gép egészen a sátor fölé nem ért. Június 30-án a tábor rádiója váratlanul elnémult. Sem az adó, sem a vevőkészülék nem működött. Július 1-jén ismét átköltöztették a tábort, majd Biagi és Cecioni átvizsgálta a két készüléket. Kiderült, hogy az adóból kivezető vékony antennahuzal szakadt el, ezt Cecioni megjavította, de a vevőkészülékben nem találták meg a hibát. Biagi adója működött, a műszerek mutatták a működés jeleit, de a vevőn négy napig nem hallották a válaszokat. Július 11-én Biagi vevője ismét működni kezdett, az expedíció tagjai múló légköri zavarral magyarázták a rejtélyes eseményt.

A Kraszin jégtörő július 12-én a jégtábor közelébe ért és Biagi a Citta Di Milano rádióállomásán keresztül pontosította a helyzetüket, ugyanis a Kraszinon még nem volt RH-készülék. A kicsiny sátrat nagyon nehéz volt felfedezni a jégmezőn, ezért Biagi jelezte rádión, hogy milyen irányban látják a hajó füstjét. A jégtörő kormányosa ezen irányadatok alapján navigálta a hajót egészen a sátort hordozó jégtábla széléig.

21 óra 15 perckor a Kraszin megállt a jégtábla szélénél és Biagi az utolsó táviratot küldte a Citta di Milano-nak; köszönetüket megmentésükért és a hírt, hogy hajóra szállnak. A megmentetteket a Kraszin a Király-öbölbe vitte, ahol átszállhattak a Citta di Milano fedélzetére.

Az expedíció még sokáig foglalkoztatta az olasz hatóságokat és a közvéleményt, de egy dologban megegyezett mindenki: az expedíció hősei kétségkívül Biagi és a rádió lettek –, jóval többet írtak róluk, mint a többiekről. Még a történet évében, 1928-ban megjelentek az első könyvek az expedíció részvevőinek tollából. Könyvet írt Nobile, Béhounek és később maga Biagi is. Biagiról kivétel nélkül mindenki pozitívan nyilatkozott. Érdemes említeni Nobile és Béhounek könyveit, ahol szinte meghatottan emlékeztek meg a mindig vidám és szolgálatkész távírászról.

Nobile a La Tenda Rossa című könyvében így írt: *„A legvidámabb közülünk – ha egyáltalán vidámságnak lehet nevezni azt az élénkséget, amellyel a sivár környezet lehangoló hatása ellen védekezni próbáltunk – Biagi volt. Bár a hiábavaló rádiózás kétségbe ejtette, bizakodott. Talán azért, mert tudta, ha gyalog kell a part felé indulni, neki van a legtöbb esélye a megmenekülésre –, ugyanis csak az ő lábán volt egy olyan kitűnő bőrcipő, amellyel Norvégiában a legénység minden egyes tagját elláttam. ...Egy reggel – igaz, ekkor még láttuk a szigeteket és a légkör is nyugodt volt –, fülemet egy népszerű dal hangjai ütötték meg: Gina, la mia bella Gina. Milyen gyönyörűség volt ezt hallani! Biagi jó kedve a többiekre is átragadt, úgyhogy még Trojani is énekelni kezdett –, nem is sejtettem, milyen kitűnő hangja van!"*

Nobile könyve szerint Biagi 1965-ben halt meg.

Az Italia-expedíció 75. évfordulójára egy írás jelent meg az olasz nosztalgia-rádiósok folyóiratában, amelyben a távírászról mint hősről emlékeztek meg, sőt, az expedíciót egyenesen Nobile–Biagi expedíciónak nevezték. Bár ez kedves túlzás, Biagiról a visszaemlékezők annyit beszéltek, hogy az expedíció egyre jelentősebb személyévé vált.

Felhasznált irodalom:

1. Frantisek Béhounek: Az Északi-sark Robinsonjai. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest, 1961.
2. Umberto Nobile: A Pólus, életem kalandja. Gondolat Kiadó, Budapest, 1982.
3. Magyar Rádió Újság: Miért tévedt el a Norge? Budapest, 1926. május 29.
4. E. T. Krenkel: Hívójelem RAEM. Gondolat Kiadó, Budapest, 1977., Kárpáti Könyvkiadó, Uzsgorod.
5. R. Pera: Il TX di Biagi (da „l'antenna" 1932). A.I.R.E., 1/2001
6. Szerkesztő: Giuseppe Biagi e Medicina: 75. Anniversario della spedizione del dirigibile Italia al Polo Nord. A.I.R.E., 1/2004
7. Ragyio Vszem: A világon elsőként. Moszkva, 1928. november 7.
8. Füvesi Gyula: Rádió nélkül elpusztultak volna. Rádiótechnika Évkönyv 1969. Ifjúsági Lapkiadó Vállalat, Budapest, 1968.

LOMEX KFT

ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZKERESKEDELEM

1134 Budapest Lehel u. 17.

Honlapunkról online rendelhet és letöltheti naponta frissített árlistánkat, mely több mint 15.000 alkatrészt tartalmaz.

Tel. nagykereskedelem: 06-1/349-5906 **e-mail:** info@lomex.hu
Tel. kisker (szaküzlet): 06-1/320-2610 **e-mail:** kisker@lomex.hu
Fax: 06-1/320-3292 **nyitva tartás:** hétköznap 9:00 - 17:00
Honlap: www.lomex.hu

TÜV ISO 9001:2000

AMD · Arcolectric · Atmel · Avago Technologies · Bourns · Comus · Displaytech Ltd · ELNA · Fairchild Semiconductor · Freescale Semiconductor · Fujitsu · Honeywell · Infineon Technologies · International Rectifier · Intersil · Kingbright · KOA · Lattice · G-Luxon · Makrai · National Semiconductor · NSK · NXP · Omron · ON Semiconductor · OSRAM Opto Semiconductors · Panjit Semiconductor · Philips · preci-dip · Samsung Electronics · ST · Syfer · Taiwan Semiconductor · Texas Instruments · Toshiba · tyco Electronics · Vishay · WIMA · Yageo · ZMD The Analog Mixed Signal Company

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, '07 kötetek közül

1 db csak 990 Ft-ért,
2 db most összesen
1900 Ft-ért kapható.

A fenti 17 darab együtt csak 13 333 Ft!

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

Tel./fax: 239-4932

5

Katonai rádiók amatőrkézben 6.
* Az R-1250 és az R-1251 vevőkészülék *

Mednyánszky László HA7VC

Ezen cikksorozatunk első részében, a Rádiótechnika Évkönyve 2000-ben jeleztem, hogy a terveim között szerepel a címben jelzett készülékek ismertetése is. Mindkét készülék az R-1251-es típuson alapul. A különbség annyi, hogy az R-1250-est „megtoldották" egy frekvenciastabilizátor-egységgel, amely a vevő felett, azzal egy dobozban kapott helyet. Ettől jelentősen javultak a paraméterei, de kezelése – rádióamatőr szempontból – nehézkessé vált. Nem is beszélve a készülék tekintélyes méreteiről és tömegéről.

Rádióamatőr-berkekben a valamivel kisebb és könnyebb R-1251-es típus terjedt el, s a korabeli BC-348, Lambda-9, ML-213 stb. mellett igazi „álomvevő" volt, az 1960-as évek csúcstechnikája. Tetszetős kivitele, csapágyazott finomhajtású fotoskálája, egyszerű kezelhetősége, viszonylag nagy frekvenciastabilitása, érzékenysége, szelektivitása, kellemes, meleg hangszíne a legjobb vevők közé emelték a hajdani Mechanika Laboratórium (Budapest) gyártmányát.

Figyelem! A készülék kapcsolási rajzai, a **3.**, **5.** és **7. ábrák**, nagy terjedelmük miatt e helyt, nyomtatásban nem közölhetők. Azok a **www.radiovilag.hu** honlapunkról, ezen évkönyvünk tartalomjegyzékénél **letölthetők**. *– A szerk.*

Mindkét vevőkészülék alapja az R-1251, egyfiókos berendezés. Ebből a frekvenciastabilizátor hozzákapcsolásával jön létre az R-1250-es típus. Cikkemben az R-1250-es, azaz a frekvenciastabilizátorral ellátott készülékkel foglalkozom. Ahol eltérés mutatkozik a két alapvevő között, ott kitérek a különbségekre.

Az R-1250 a közös dobozban elhelyezett vevőegységből és frekvenciastabilizátor-egységből, továbbá a külön dobozban elhelyezett hálózati tápegységből áll.

Akinek szerencséje volt, az eredeti állapotban találta a tartalék- és tartozékanyagok szekrényét is, amely szintén a készlethez tartozik. Az R-1251 vevő esetén a készülékdobozban természetesen csak a vevőegység foglal helyet.



A járműben történő telepítéshez szükséges oldható, rugalmas felfüggesztő keretet eltávolíthatjuk, a helyére rugalmas készüléklábakat szerelhetünk. Egyes készülékek eleve gumilábakon állnak. A vevőegység, a frekvenciastabilizátor szerelvénykerete, valamint a fontosabb szerelési egységek nagy mechanikai szilárdságú (szilumin) öntvényből készültek. A vevőkeretben foglal helyet a nagyfrekvenciás részegység a dobhullámváltóval és a középfrekvenciás, demodulátor és hangfrekvenciás áramköröket tartalmazó öntvényház.

Az ellenőrző műszert, a skálaszerkezet egy részét és néhány átkapcsolót hordozó előlap könnyen oldhatóan van a keretre szerelve. Az előlapon van elhelyezve a különböző kapcsolókkal és hangoló elemekkel együtt a forgódobrendszerű durva tájékozódóskála és az optikai vetítésű finomskála. A vevőkeret hátoldalán találhatók a különböző bemeneti- és kimeneti csatlakozók.

A készülék az előlapon elhelyezett, eredetileg vörös körrel jelzett, 8 db csavar oldásával dobozolható ki. Ezek úgynevezett „elveszíthetetlen" csavarok. Szétszereléskor nyugodtan a teljes meglazulásig kicsavarhatók, nem fognak kiesni. Egy-egy rugó tartja ezeket az előlap síkjából kiemelve. A keret görgőkön csúszik ki a dobozból, ütközők biztosítják a kiesés ellen. Az előlap szélein és a doboz hátoldalán levő nyílásoknál gumi tömítés védi a berendezés belső részét a portól és csökkenti a párabehatolást. A keretben elhelyezett szerelési egységek szilumin öntvényből készültek. Az egyes fokozatok az öntvényekből képzett bordákkal vannak egymástól elválasztva.

A vevőt a bal fogantyútól jobbra levő két billenőkapcsoló közül a felsővel kapcsolhatjuk be, az alsó az R-1251-es típus hitelesítő oszcillátor kapcsolója. A vevőegység skálahitelesítését az R-1251 beépített hitelesítő oszcillátorával 500 kHz-enként, míg az R-1250-nél a frekvenciastabilizátorral bármely frekvencián végre lehet hajtani. A vevő optikai skálájának hitelesítése a skálamutató elmozdításával történik.

A bal felső sort a mérőműszer nyitja, amellyel az alatta levő kapcsoló szerinti áramkörökben uralkodó feszültség és áramviszonyokról győződhetünk meg. Ettől jobbra találjuk a vevőkészülék két szekcióra osztott skáláját. A felső egy durva, tájékoztató jellegű, míg az alsó egy mechanikailag igen stabil, preciziós fotoskála. Közvetlen a skála alatt van a skálamutató mozgatócsavarja és a skálarögzítő csavar. Az előlap közepén a skála alatt kapott helyet a durva- és az 1:80 áttételű finomhangoló gomb. A skálától jobbra találjuk az induktív hangolású távíróoszcillátor (bitoszcillátor) kezelőszervét és skáláját, mellette pedig az üzemmódkapcsolót.

Az alsó sor bal szélére a fejhallgató 600 Ω-os páros hüvelyét szerelték fel. A kimenőjel teljesítménye max. 0,5 W. A mellette levő csavarral a mérőműszert hitelesíthetjük. Ettől jobbra találjuk a körzetváltó kapcsolóját. Mindig teljes fordulatot írunk le vele a kívánt frekvenciasávot a durva skálán ellenőrizve, majd a forgatógombon levő nyíl függőleges állásánál tengelyirányú benyomással kapcsoljuk a kívánt sávot. Erőteljes kattanást kell hallanunk amikor a dobváltó mechanika reteszelődik. Körzetváltáskor egy mechanikus szerkezet leemeli a dobváltóról az aranyozott érintkezőket, hogy ne surlódjanak, ne kopjanak. Reteszeléskor létrejön az érintkezés. A dobváltó felett, jobbra

1. táblázat. Az R-1250 és az R-1251 vevőkészülék technikai adatai

Kis- és nagyfrekvenciás jellemzők			
Üzemi frekvencia	1,5...30,0 MHz		
Vételi frekvenciakörzetek	I. II. III. IV. V. VI.	1,5...3,0 MHz 3,0...6,0 MHz 6,0...12,0 MHz 12,0...18,0 MHz 18,0...24,0 MHz 24,0...30,0 MHz	
Modulációs módok	A1A, A2A, A3E, J3E, A3C, F1A, F7A, F3C, B3E (B9W)		
Érzékenység 10:1 jel–zaj viszony mellett	<1,0 μV (A1A) <5,0 μV (A3E)		
Zajtényező	max. 5 kT_0		
Középfrekvenciás sávszélesség			
Kapcsolóállás	3 dB/60 dB	Viszonyszám	
I. II. III. IV. V.	200 Hz/1,2 kHz 650 Hz/1,95 kHz 1,5 kHz/3,7 kHz 3,4 kHz/6,8 kHz 6,0 kHz/12,0 kHz	1:6 1:3 1:2,5 1:2 1:2	
Hangfrekvenciás sávszélesség			
KF kapcsolóállás	HF kapcsolóállás	HF sávszélesség	
12 kHz	6 kHz	200...5500 Hz	
12 kHz	2,5 kHz	200...2500 Hz	
1,2 kHz	III.	0...120 Hz	
Tükörszelektivitás	>80 dB		
Középfrekvenciás csillapítás a vevőbemeneten	>100 dB		
Kombinációs zavaró jelszint az antennakapcson	<0,05 μV		
Helyi oszcillátorok jelszintje az antennakapcson	<50 μV		
Hálózati adatok			
Hálózati feszültség	110 V, 127 V, 220 V, 45...60 Hz		
Áramfelvétel	R-1250	220 VA	
	R-1251	130 VA	
Egyéb adatok			
Környezeti hőmérséklethatárok	–10...+50 °C		
Relatív páratartalom	65...70%		
Méretek, tömeg			
Típus	R-1250	R-1251	Tápegység
Szélesség	618 mm	618 mm	280 mm
Magasság	500 mm	338 mm	225 mm
Mélység	515 mm	515 mm	410 mm
Tömeg	75 kg	54 kg	22 kg
Elektroncsövek és félvezetők			
Alkalmazás helye	Típus		
Vevő	EF85 (2 db), E81H (1 db), ECC82 (5 db), ECH81 (1 db), EBF89 (2 db), E83F (1 db), ECL82 (1 db)		
Stabilizátor	E83F (8 db), E81H (3 db), E88CC (2 db), ECC82 (1 db), EM80 (1 db)		
Tápegység	VR150/30 (3 db), EW8-24 vas-hidrogén áramszabályzó (2 db), SiEK7 (8 db), SiEK1 (3 db), OA1161 (4 db)		

van az érzékenységszabályzó potméter forgatógombja. A hangológomb alatt balra egy csavarhúzóval állítható trimmerpotmétert találunk, amellyel oszcillátor csőcsere esetén korrigálhatjuk a frekvenciát.

Balra látjuk a skálarögzítő kart, mellette egy csavarhúzóval átkapcsolható tengelyt találunk, amellyel a fotoskála vetítőizzójának kiégése esetén, annak azonnali cseréje nélkül átkapcsolhatunk a szintén beépített tartalékizzóra. A következő 5 kezelőszerv sorrendben: KF-sávszélesség-kapcsoló, hangerőszabályozó, zajvágókapcsoló, AVC-kapcsoló, HF-sávszélesség-kapcsoló.

A frekvenciastabilizátor-egység keretében az alaplemezre rögzítették a berendezés frekvenciapontosságát meghatározó alaposzcillátor kvarckristályának nagy hőfokállandóságú, különleges termosztátját és a folyamatos hangolást biztosító interpoláló oszcillátor termosztátját. A keretre szerelt előlapon vannak a stabilizátor frekvenciabeállító elemei. 10, 1 és 0,1 MHz-enként dekadikusan állítjuk be az üzemi frekvenciát, a 100 kHz alatti értékeket pedig folyamatos hangolással. Ugyanitt található a beállítás ellenőrző műszere és indikátora, valamint a vevőegységet a stabilizátorral összekötő kapcsoló. A stabilizátorkeret hátlapján található a csatlakozó a tápegység és vevőegység felé.

Vessünk egy pillantást a stabilizátor előlapjára is! A változatosság kedvéért ezt az egységet a jobb fogantyú melletti billenőkapcsolóval kapcsolhatjuk be, azaz kapcsolhatjuk a vevőegységhez. A bal felső sarokban találjuk a mérőműszerrel ellenőrizendő áramkörök kapcsolóját, mellette a műszert, az alatt a hangolásjelző varázsszemet. A jobb oldalon van az 1 kHz-es folyamatos hangolású interpoláló oszcillátor skálája. Az alsó sorban, balról jobbra: a 10 MHz-es, az 1 MHz-es és a 100 kHz-es dekádkapcsolók kezelőszervei találhatók.

A tápegység előlapján, felül találjuk a hálózati biztosítókat a hibajelző glimmlámpákkal, valamint a hálózati tápfeszültségérték-átkapcsolót. (Természetesen a 220 V-os állást kell választanunk, függetlenül a hazánkban már bevezetett 230 V-os hálózati feszültségértéktől.) Középen találjuk a termosztátok (T1, T2) és a hálózati feszültség ellenőrzőlámpáit, alattuk a frekvenciastabilizátor és a hálózati feszültség kapcsolóját. Az alsó sorban

helyezték el a frekvenciastabilizátor, a vevőkészülék és a hálózat csatlakozó aljzatait, illetve a földelő csavart. A tápegység egy nagyobb és egy kisebb, egymással csavarokkal összefogott, négyzetes hasáb alakú szekrényben van elhelyezve. Az első dobozrészben jobb oldalon foglalnak helyet a transzformátorok, középen az anód- és fűtőfeszültség szabályozó csövek, míg a bal oldali részben találhatók a fojtótekercsek, illetve ezek között a különböző jelfogók.

A dobozon belül egy húszáramkörös hüvely-dugasz szerelvényen keresztül csatlakozik a hátsó doboz az elől levőhöz. Ebben a kisebb dobozban vannak elhelyezve a tápegység szűrőkondenzátorai. A nagy dobozban elhelyezett szerelvényt az előlapon levő csavarok leszerelése után előre lehet kihúzni, míg a kisebb dobozban elhelyezett elemekhez a hátlap leszerelésével lehet hozzáférni. Ugyancsak innen lehet a négy csavar oldása után a kis dobozt a nagyról leszerelni. Mindkét készülék tápegysége azonos kivitelű azonban az R-1251 esetében a stabilizátor tápegységrésze nincs beépítve.

A kétszertranszponált, folyamatos hangolású rövidhullámú elektroncsöves vevőkészülék legfontosabb műszaki adatait az **1. táblázat** közli. Akinek rendelkezésére áll a készülék, annak minden egyértelmű az előlapon elhelyezett kezelőszervek funkcióját illetően, bár nemcsak magyar, hanem orosz nyelvű feliratok is előfordulnak. Kis gyakorlattal azonban a klasszikus funkciók felismerhetők.

A két nagyfrekvenciás előerősítő és a sávszűrők biztosítják a nagyfokú érzékenység mellett a jó jel–zaj viszonyt és keresztmoduláció elleni védettséget, míg a viszonylag magas 1378 kHz frekvenciájú első középfrekvenciás fokozat a jó tükörszelektivitást segíti elő. Az alacsony 78 kHz frekvenciájú második középfrekvenciás erősítő meredek szűrőkkel biztosítja a zavaró jelek kiszűrését. Produktdetektor szolgál a távírójelek és az egyoldalsávos fóniaadások jeleinek demodulálására. Kétfokozatú hangfrekvenciás erősítő gondoskodik a szükséges hangfrekvenciás kimenő jelről. A hangfrekvenciás erősítők között elhelyezett átkapcsolható szűrővel csökkenthető a zaj, illetve tovább szűkíthető a vételi sáv. Külön erősítő és egyenirányító gondoskodik az átkapcsolható időállandójú automatikus érzékenységszabályozásról.

Időzzünk el egy kicsit a hátoldalon található csatlakozók tanulmányozásával! Az R-1250 vevőkeret közepén találjuk a frekvenciastabilizátor tápegység-csatlakozóját. A keret alján levő csatlakozók mindkét típusnál megegyeznek. Balról jobbra a következőket találjuk:

- tápegység-csatlakozó,
- pároshüvely; rövidre zárásával a vevőt süketítjük adó melletti üzem esetén,
- hangszórócsatlakozó, 5 Ω, 0,5 W,
- 600 Ω-os szimmetrikus hangfrekvenciás távbeszélővonal-kivezetés, 1 V-os feszültségszinttel,
- a II. KF-erősítőfokozat 50 mV-os, 78 kHz-es kivezetése frekvenciamanipulációs, két független oldalsávos, vagy egyéb vételi segédberendezés csatlakoztatásához,
- az I. KF fokozatban felerősített 1378 kHz-es, 50 μV-os jelének hátoldali csatlakozója, amelyen keresztül pl. panorámaberendezéshez csatlakozhatunk,
- az AVC kivezetése,
- földelőcsavar,
- kéthüvelyű koaxiális antennacsatlakozó, amely átkapcsolható 200 Ω ±20% szimmetrikus vagy aszimmetrikus, illetve 50 Ω ±20% aszimmetrikus bemenetre.

Az R-1251 frekvenciastabilitását az első, a második heterodin és a harmadik (távíró) oszcillátor hőkompenzálása biztosítja és értéke – a készülék teljes bemelegedése, kb. 30 perc után – jobb, mint $2 \cdot 10^{-5}$ Hz/°C. Az R-1250 stabilitását úgy érjük el, hogy a vevő első helyi oszcillátorát (úgynevezett főoszcillátorát) a frekvenciastabilizátorral tartjuk pontos értéken. Ugyancsak a stabilizátor biztosítja a vevő II. heterodin oszcillátorának kiváló jellemzőit is.

A vevő első helyi oszcillátorának stabilizálása a frekvenciaanalízis elvén történik. Az oszcillátorból vett jel csatlakozókon és koaxiális kábelen keresztül a stabilizátor bemenetére jut. A stabilizátorban több fokozatban történő átkeverés és szűrés után a vevőoszcillátor jele az 1378 és 1478 kHz közötti sávra transzponálódik, majd ezen jel fázisösszehasonlító áramkörben a nagystabilitású interpoláló oszcillátor jelével kerül összehasonlításra. A két frekvenciaérték egyezése esetén hibajel nem keletkezik, míg a vevőoszcillátor elhangolódásakor egyenfeszültségű hibajel jön létre. Ez a hibajel visszajut a vevő első oszcillátorának hangolt eleméhez csatolt mágneses variométerre és induktivitásának változtatásával 1 Hz-en belüli pontossággal a stabilizátoron beállított frekvenciára hangolja a vevőoszcillátor frekvenciáját.

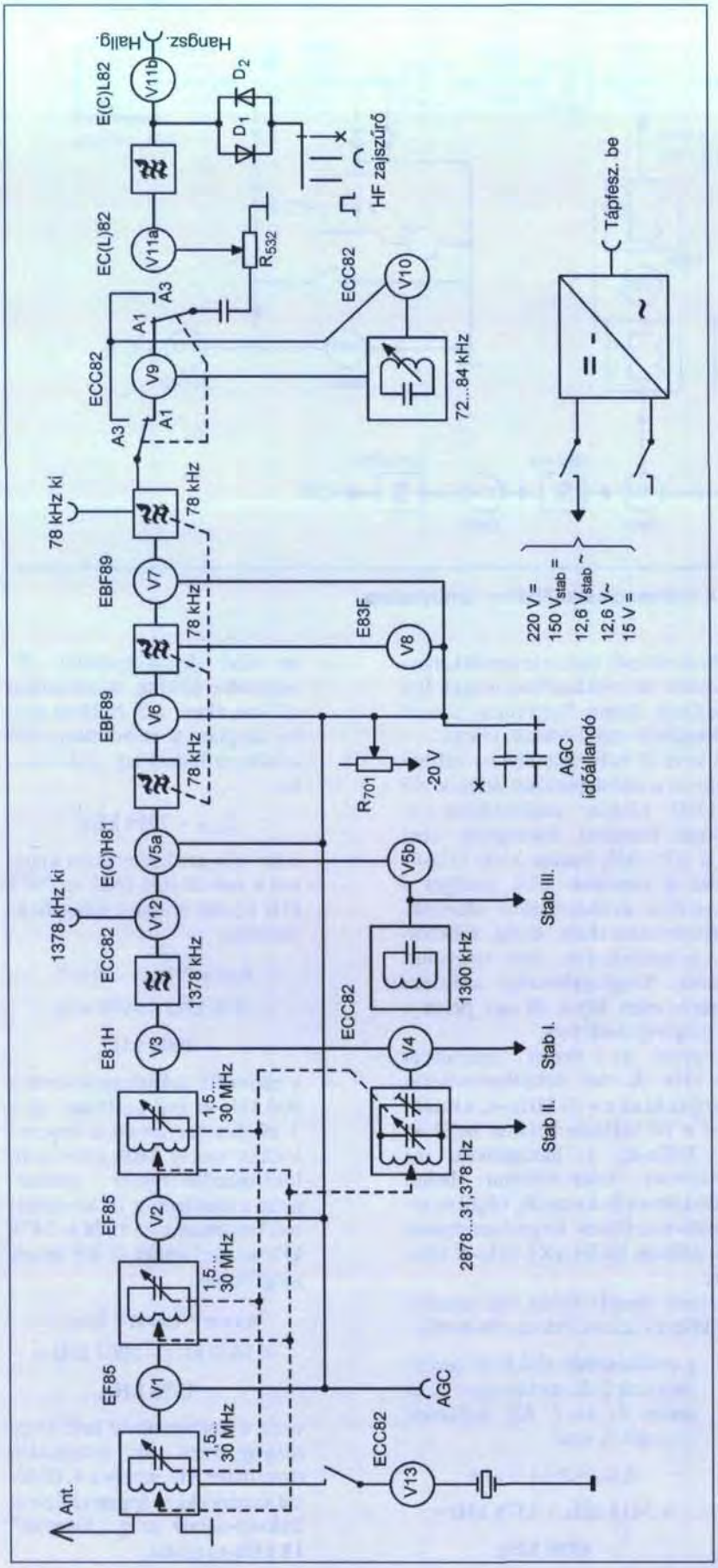
A vevő működése

A működés (a tömbvázlat, majd a kapcsolási rajz szerinti) leírásánál az eredeti rajzok jelöléseit alkalmaztam, bár ezek nagy része – csakúgy mint maga a kapcsolási rajz – a szabványtól lényegesen eltér. Ez a módszer azonban megkönnyíti az egyes alkatrészek azonosítását a készüléken belül a rájuk bélyegzett pozíciószámok alapján. Az R-1250 28 db, az R-1251 13 db, a tápegység 5 db elektroncsövet tartalmaz. A készülék felépítése, működési elve megfelel a klasszikus elektroncsöves kétszertranszponált szuperheterodin rendszerű vevőkészülékekének. A vevő tömbvázlatát az **1. ábrán** tanulmányozhatjuk.

Az antennáról érkező rádiófrekvenciás jel a bemeneti sávszűrőn keresztül kétfokozatú (V1, V2) erősítőre kerül. A két fokozat között és a második erősítő kimenetén is LC-elemekből felépített, az 1,5...30,0 MHz-es sávban folyamatosan hangolható sávszűrő gondoskodik az igen jó tükörszelektivitásról. Fenti elemeken áthaladva a jel az V3 keverőcső vezérlőrácsára kerül. A heptóda harmadik rácsára vezetjük a 2878 és 31 378 kHz között folyamatosan hangolható helyi oszcillátor (V4) jelét.

A keverőcső kimenetén 1378 kHz-es középfrekvencia jelenik meg, amely négyfokozatú induktív csatolású sávszűrőn át a V12 kettőstrióda mindkét vezérlőrácsára jut. A jel a katódkövető fokozatból egyrészt a készülék hátlapján található 1378 kHz-es csatlakozóra, másrészt a V5 elektroncsővel felépített második keverő heptódájának – V5a – vezérlőrácsára kerül. A második helyi oszcillátor 1300 kHz-es jelét a V5b trióda állítja elő és a V5a g3 elektródájára kerül. Az R-1250-es vevő esetében az 1300 kHz-es jel a frekvenciastabilizátorból érkezik. A második keverő kimenetén 78 kHz-es II. KF jelet kapunk.

A keverőt a V6 és a V7 elektroncsövekkel megvalósított kétfokozatú, 6 hangolt körös változtatható sávszélességű középfrekvenciás erősítő követi. Az automatikus erősítésszabályzó V8



1. ábra. A vevőkészülék tömbvázlata

elektroncső a V6 kimenetéről kapja a bemenőjelet. Az AGC a bemeneti és KF erősítőfokozatokat egyaránt szabályozza és előállítja az S-mérő feszültségét is. Ezen az áramkörön át működik a kézi erősítésszabályozás is. A jel a második KF II. erősítőfokozatának kimenetéről egyrészt a készülék hátlapján levő 78 kHz-es csatlakozóra, másrészt a demodulátor fokozatokba jut.

A V9 produktdetektort képez. A keveréshez szükséges 72...84 kHz tartományú, folyamatosan hangolható távíróoszcillátor-jelet a V10 egyik triódája biztosítja. A V10 második triódája demodulálja a távbeszélőjeleket.

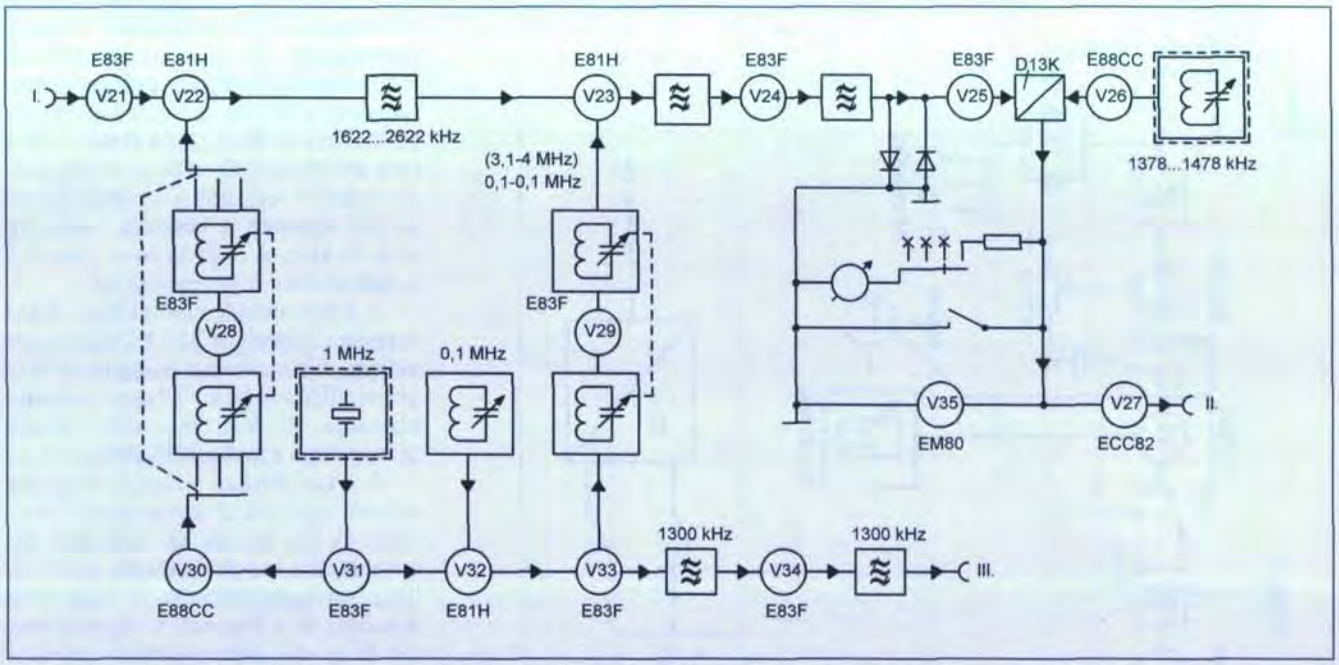
A kétfokozatú hangfrekvenciás erősítőt egyetlen elektroncsővel készítették (V11). Az elő- és végerősítő fokozat között hangfrekvenciás szűrőt illetve zajvágót találunk. A végerősítő felerősíti és a kimeneti transzformátoron át az elő-, illetve hátlapi csatlakozókra juttatja a hangfrekvenciás jelet.

A skála kalibrálását 500 kHz-es (egyes esetekben 1 MHz-es), kvarcpontosságú jellel végezzük, amelyet a V13 elektroncső állít elő. Ez a fokozat csak az R-1251-ben működik. Az R-1250-et a frekvenciastabilizátorról kalibráljuk. Ebben sem az elektroncső, sem a kvarckristály nincs beépítve.

A frekvenciastabilizátor működése

A frekvenciastabilizátor (**2. ábra**) I. bemenetére érkezik a vevő I. oszcillátorának 2878 és 31 378 kHz között folyamatosan hangolható jele, amelyet elválasztó fokozaton (V21) keresztül a stabilizátor első keverőjébe (V22) vezetünk. Szintén ide vezetjük a V31, 1 MHz-es kvarcoszcillátor által a V30 harmonikusgenerátorban előállított, széles spektrumú jelből a V28 elektroncsővel felépített fokozatban dekádkapcsolókkal kiválasztott, 5000 és 33 000 kHz közötti lokáljelet. Ez a bemenő jelet 1 MHz-en belül megközelíti úgy, hogy az I. keverő 1 MHz sávszélességű szűrőjén 1622 és 2622 kHz közötti feszültség jelenjen meg. Az I. lokáloszcillátor dekádkapcsolóinak állásaihoz tartozó frekvenciákat a **2. táblázat** ismerteti.

A második keverésnél (V23) a már 1 MHz szélességű tartományban megjelenő vevőoszcillátor jelet 100 kHz-enként közelítjük meg a dekádkapcsolóval. Az 1 MHz-es kvarcoszcillátor jelét szinkronizált frekvenciaosztóban (V32) 100 kHz-re osztjuk, majd a V33 harmonikusgenerátorban széles spekt-



2. ábra. A frekvenciastabilizátor tömbvázlata

rumú jellé alakítjuk. Ezután a V29 elektroncsővel felépített fokozatban dekádkapcsolóval a 3100 és 4000 kHz közötti sávban kiválasztjuk a szükséges 100 kHz-es harmonikust.

A V23 keverőben a két bemenő feszültségből 1378...1478 kHz közötti, 0,1 MHz sávszélességű szűrővel kiválasztjuk a megfelelő jelet. A **3. táblázatban** a II. lokáloszcillátor dekádkapcsolójához tartozó frekvenciákat tüntettem fel.

A V26 kettőstriódával felépített interpoláló-oszcillátor 1378 és 1478 kHz közötti, stabil jeleket állít elő a V25 fázisdiszkriminátor számára. Amikor a II. keverőből és az interpoláló-oszcillátorból a diszkriminátorba beérkező jelek egymást 1 Hz-en belül megközelítik, akkor a V35 varázsszem ernyője kinyílik, jelezve, hogy a stabilizátor kapcsoló bekapcsolásával a két rendszer összekapcsolható és áttérhetünk a stabilizált üzemre. Az interpoláló-oszcillátor frekvenciamenetét a **4. táblázat** szemlélteti.

A szabályozás úgy jön létre, hogy amikor a vevőoszcillátor átkevert jelének értéke 1 Hz-nél jobban eltér az interpoláló oszcillátor frekvenciájától, akkor a diszkriminátorban hibafeszültség keletkezik, amelyet a V27 kettőstriódán át a vevő vezéroszcillátor rezgőkörével csatolásban levő mágneses variométer előmágnesező tekercsére vezetünk. A rendszer úgy van beállítva, hogy frekvencianövekedésre induktivitásnövekedéssel, frekvenciacsökkenésre induktivitáscsökkenéssel reagál. Így a beállított üzemi frekvencia hosszú időállandóval stabil értéken marad.

A vevő II. helyi oszcillátora számára szintén a stabilizátorban állítjuk elő az 1300 kHz-es szinkronjelet. A V33-mal felépített fokozatból nem csak a V29 felé, hanem 1300 kHz-es szűrőre is vezetünk jelet, amelyet a V34-en át a vevőkészülékbe juttatunk. A frekvenciaanalízis elvén működő frekvenciastabilizálás nem bonyolult folyamat. Megfogalmazása mégsem egyszerű, ezért álljon itt egy példa a jobb megértés kedvéért.

Legyen az üzemi frekvencia 3618 kHz. A első dekádkapcsolóval választjuk ki az n×10 MHz-et, a másodikkal a 10 MHz-es határon belül az n×1 MHz-et, a harmadikkal az 1 MHz-es intervallumon belüli n×100 kHz-es frekvenciát, végül az interpoláló-oszcillátor forgatógombjával a 100 kHz-en belüli n×1 kHz-et állítjuk be.

Ennek megfelelően az eredeti 3618 kHz-es üzemi frekvencia esetén:

- a vevőkészülék első helyi oszcillátorának frekvenciája egyenlő az üzemi és az I. KF értékének összegével, azaz

$$f_{I.HO} = f_{0z} + f_{I.KF} =$$

$$= 3618\ \text{kHz} + 1378\ \text{kHz} =$$

$$= \mathbf{4996\ kHz},$$

- az első dekádkapcsolót „0" helyzetbe állítjuk, a másodikat „3"-ba; ekkor a 2. táblázat adatai alapján a stabilizátor első lokáloszcillátorának frekvenciája

$$f_{I.LO} = \mathbf{7000\ kHz},$$

- a keverés eredményeként kialakul a stabilizátor 1622 és 2672 kHz közötti értékű I. középfrekvenciája,

$$f_{I.KF\ St} = f_{I.LO} - f_{I.HO} =$$

$$= 7000\ \text{kHz} - 4996\ \text{kHz} =$$

$$= \mathbf{2004\ kHz},$$

- a harmadik dekádkapcsolóval a 600 kHz-et kell beállítani, ez a 3. táblázat szerint a 6-os kapcsolóállás, amely 3400 kHz-es II. lokáloszcillátor-jelet eredményez a stabilizátor II. keverőjének bemenetén; az 1378 és 1478 kHz közötti értékű II. KF ennek megfelelően

$$f_{II.KF\ St} = f_{I.KF\ St} - f_{II.LO} =$$

$$= 3400\ \text{kHz} - 2004\ \text{kHz} =$$

$$= \mathbf{1396\ kHz},$$

- ezzel a frekvenciával kell, hogy megegyezzen az interpoláló oszcillátor jele, amely a 4. táblázat szerint ekkor éppen az üzemi frekvenciához még „hiányzó" **18 kHz**-re mutat.

2. táblázat. Az I. lokáloszcillátor üzemi frekvenciái

Kapcsoló állás	Lokál frekvencia [kHz]
01	5 000
02	6 000
03	**7 000**
04	8 000
05	9 000
06	10 000
07	11 000
08	12 000
09	13 000
10	14 000
11	15 000
12	16 000
13	17 000
14	18 000
15	19 000
16	20 000
17	21 000
18	22 000
19	23 000
20	24 000
21	25 000
22	26 000
23	27 000
24	28 000
25	29 000
26	30 000
27	31 000
28	32 000
29	33 000

A vevő elvi rajza

A nagyfrekvenciás előerősítő, a keverő és az I. KF-fokozat

A vevőkészülék elvi rajzát a **3. ábra** mutatja. (Lásd a www.radiovilag.hu honlapon!) Az antennáról érkező jel a 140 tételszámú kettős hüvelyű nagyfrekvenciás csatlakozón keresztül, a 684 antennaátkapcsoló jelfogó kontaktusain, valamint a 110 és a 130 csatlakozókon keresztül a nagyfrekvenciás egységbe jut. Az antennaátkapcsoló jelfogó két kontaktusa meghúzáskor bontja az antennaágat és a vevő mindkét nagyfrekvenciás bemenetét testre zárja. Közös adó-vevő antenna alkalmazásakor ezzel az áramkörrel védjük a vevőbemenetet a túlfeszültségtől. A jelfogót működtető feszültség a vevőben jön létre, míg az áramkör zárására szolgáló kapcsolót az adóban célszerű elhelyezni és a hátlapi 147 páros hüvelyhez csatlakoztatni.

Az antennáról érkező jel a nagyfrekvenciás egységben a dobhullámváltó első szaktorában elhelyezett 150 antennacsatoló tekercsre jut. A tekercs középpontja a 348 rövidzárcsavarral földelhető. Így a vevő antennabemenetére a következő impedanciájú tápvonalakat kapcsolhatjuk:

- a földelőcsavar kicsavarásával 200 Ω-os, aszimmetrikust, a páros antennahüvely egyik ágának földelésével,
- a földelőcsavar kicsavarásával 200 Ω-os, földeletlen szimmetrikust, a páros antennahüvelyhez,
- a földelőcsavar becsavarásával 200 Ω-os, földelt szimmetrikust, a páros antennahüvelyhez,
- a földelőcsavar becsavarásával 50 Ω-os, aszimmetrikus tápvonalat csatlakoztathatunk, a páros antennahüvely egyikéhez és a testhez.

Az antennacsatoló-tekercs induktív csatolást hoz létre az első nagyfrekvenciás előerősítő (V1) 151 rácsköri rezgőkörével. A rezgőköri induktivitással párhuzamosan kapcsolt 153 kondenzátor és a 152 trimmer a tekercs mellett, a dobváltóban található. (A tekercsekre vonatkozó számok az első körzetre

3. táblázat. A II. lokáloszcillátor üzemi frekvenciái

Kapcsolóállás	Lokálfrekvencia [kHz]
0	4 000
1	3 900
2	3 800
3	3 700
4	3 600
5	3 500
6	**3 400**
7	3 300
8	3 200
9	3 100

4. táblázat. Az interpoláló-oszcillátor frekvenciamenete

Skálaosztás	Lokálfrekvencia [kHz]
0	1378
1	1379
2	1380
3	1381
:	
17	1395
18	**1396**
19	1397
:	:
:	:
98	1476
99	1477
100	1478

utalnak.) A rezgőköri induktivitás a dobváltó aranyérintkezős kontaktusain keresztül csatlakozik a négyes forgókondenzátor első szektorához, valamint csatoló kondenzátoron keresztül a V1 (EF85) első rácsára. Az első erősítőcső áramköri elemeihez csatolóhurkon keresztül kapcsolódik a V13 (ECC82) skálakalibráló-oszcillátor n×0,5 MHz-es nagyfrekvenciás spektruma.

A kalibráló-oszcillátor csak az R-1251 típ. vevőben működtethető, s az előlap bal oldalán elhelyezett, „hitelesítés" nevű kapcsolóval indítható. A V1 rácsa a 156 ellenálláson és a 157 átvezető kondenzátoron keresztül kap érzékenységszabályozó feszültséget.

A felerősített jel az első erősítő cső kimenetén levő rezgőkörről a 175 csatolókondenzátoron keresztül a V2 második nagyfrekvenciás előerősítő (EF85) vezérlőrácsára jut. A V1 a 169, 170, 172 szűrőn, az anódköri rezgőkörön és a 165 ellenálláson át kap anódfeszültséget.

A második fokozat a 174, 175 szűrőn keresztül kap szabályzó feszültséget. A felerősített nagyfrekvenciás jel a V2 anódjáról a 195 kondenzátoron keresztül jut a V3 első keverő (E81H) első rácsára.

Az előerősítő csövek segédrácsai a 163, 164, illetve a 182, 183 RC-szűrőtagokon keresztül a dobváltóról működtetett 192 érintkezőpáron keresztül kapcsolódnak a tápfeszültséghez.

Körzetváltáskor a V1, V2 anód- és segédrácsköre megszakad. A 192 érint-

kezővel együtt működő 197 érintkezőpár az átkapcsolás időtartamára, az erős zajok elkerülése érdekében, rövidre zárja a vevő hangfrekvenciás kimeneti áramköreit. A 192-es bontó kontaktust a 193, 194 szikraoltó komplexum védi.

Az előző két fokozatban felerősített rádiófrekvenciás jel a 195 csatolókondenzátoron keresztül a keverőcső vezérlőrácsára jut. A V4 (ECC82) első heterodin oszcillátor jele a keverő cső harmadik rácsára jut. A keverés eredményeként a cső anódkörében elhelyezett 205, 206 rezgőkörön létrejön a 1378 kHz-es első középfrekvenciás jel, amely a rezgőkörről a 204 csatolótekercsen és a 112, 132, 135, 115 csatlakozási pontokon koaxiális kábelen keresztül jut az I. középfrekvenciás szűrő – a középfrekvenciás szerelési egységben elhelyezett – további három fokozatához.

A V4 első triódája alkotja a vevőkészülék első oszcillátorát. Rezgőköre ugyancsak a dobváltóban van elhelyezve a hőkiegyenlítő kondenzátorok egy részével. A 221 induktivitás végpontjai csatlakoznak a hangoló forgókondenzátorra, míg a rezgőkör a tekercsmegcsapolásokon keresztül csatlakozik a cső rácsára, illetve katódjára. Ugyancsak a tekercs megcsapolásához kapcsolódik a mágneses variométer 230 tekercse.

A mágneses variométer 231, 232 gerjesztő tekercse a 122, 102, 109, 129 csatlakozókon keresztül a frekvenciastabilizátorból kap szabályozó feszültséget. (A 129 pozíciószámú csatlakozó a vevőkereten belül helyezkedik el. Itt jegyzem meg, hogy a kapcsolási rajzon 101-től 139-ig találunk számozott csatlakozókat. A 101-es csatlakozó a 121-hez csatlakozik, a 102 a 122-hez, a 103 a 123-hoz stb.) Az R-1251 típ. berendezésnél, aholis nincs frekvenciastabilizátor-egység, a variométer állandó értékű, stabilizált feszültséget kap.

A V4 második trióda része katódkövető elválasztófokozatként működik. Vezérlőrácsa a 346, 347 RC-tagon keresztül az oszcillátor rezgőköréről kap nagyfrekvenciás jelet. A katódköri 237 munkaellenálláson létrejött kimenőjel a 240 kondenzátoron, továbbá a 113, 133, 109 csatlakozókon keresztül a frekvenciastabilizátorba jut.

A keverő- és oszcillátorcső az anódfeszültségét a 208, 210, illetve a 238, 239 LC-szűrőkön keresztül kapja.

Az I. keverőből a 115 csatlakozón keresztül érkezik az 1378 kHz-es I. KF-jel a sávszűrő 365 csatolótekercsére. A három, egymással induktív csatolásban levő rezgőkör mindegyike 1378 kHz-es. Az I. KF-jel a sávszűrő kimenetéről a 366 és a 386 csatolókondenzátoron keresztül eljut a V12 (ECC82) kettőstrióda mindkét rácsára. A bal oldali csőfél katódkövetőként biztosítja az I. középfrekvenciás jel visszahatásmentes kicsatolását a 114, 134 csatlakozókon keresztül a vevőkeret hátoldalán elhelyezett 142 pozíciószámú I. KF-csatlakozóhoz. A jobb csőfél szintén katódkövető kapcsolásban működik. Az első középfrekvenciás jelet a V5 (ECH81) keverőcső heptódájának (V5a) első rácsára juttatja a 396 csatolókondenzátoron át.

A V5a heptóda vezérlőrácsára jutó 1378 kHz-es I. KF-jel a V5b triódával felépített II. heterodin oszcillátor 1300 kHz-es jelével keverve a heptóda anódjában elhelyezett sávszűrőn előállítja a 78 kHz-es II. középfrekvenciás jelet. A II. helyi oszcillátor 411...415 elemekből képzett hőkompenzált rezgőköre fix hangolású. Frekvenciastabilitását a rezgőköri elemek hőkompenzálása biztosítja. Az R-1250 vevőben az oszcillátor trióda rácsára a 136, 116 csatlakozókon, valamint a 398, 400 RC-tagon keresztül a frekvenciastabilizátor egységből nagy pontosságú 1300 kHz-es jel érkezik, amely a fenti oszcillátor rezgéseit szinkronizálva, megnöveli a frekvenciastabilitást.

A II. KF-fokozat

A vevőkészülék elvi rajzán (3. ábra) nyomon követhetjük, hogy a második középfrekvenciás erősítő az I., a II. és a III. 78 kHz-es átkapcsolható sávszélességű sávszűrőkből, valamint az ezek között elhelyezett V6, V7 (EBF89) elektroncsöves erősítőkből áll.

A speciális felépítésű sávszűrők kapcsolástechnikailag közel azonosak mindhárom fokozatban. A sávszűrő be- és kimeneti oldali párhuzamos rezgőkörei között a csatolás és ezzel együtt a sávszélesség változtatása a soros csatoló rezgőkör különböző impedanciájú pontokra való átkapcsolásával történik. Mivel a csatolás változtatásával változik a sávszűrő beiktatási impedanciája, ezért a sávszélesség átkapcsolásakor a szűrőt lezáró állandó értékű ellenállások ugyancsak a párhuzamos rezgőkörök különböző megcsapolási pontjaira kapcsolódnak át. A szűrő kimenetén egy további kapcsoló biztosítja, hogy sávszélességváltáskor a kimeneti jelszint közel állandó legyen. A csatoló párhuzamos rezgőkör egyrészt növeli a szűrőkarakterisztika oldalmeredekségét, másrészt javítja a szűrő átvitelisávi egyenletességét.

A V5a heptóda anódjáról az 584 kapcsolón keresztül jut a 78 kHz-es II. KF-jel a II. KF első sávszűrőjének 589...592 elemekből felépített párhuzamos rezgőkörére. A kör csatolását a 603...605 párhuzamos rezgőkörhöz az 585 és az 586 kapcsoló között elhelyezett 598...600 soros rezgőkör biztosítja. Az 595...597 elemekből álló párhuzamos rezgőkör szolgál a sávszűrő oldalmeredekségének növelésére. (Az eredeti kapcsolási rajzon szerepel ez a rezgőkör, a készülékbe be is építették. Az áramkör azonban – a rajzon látható módon – inaktív.)

A második párhuzamos rezgőkörből a 587, 588 kapcsolókon keresztül jut a középfrekvenciás jel a V6 vezérlőrácsára. Az 587 kapcsoló biztosítja a 606 lezáróellenállásnak a sávszélességtől függő illesztését a sávszűrőhöz, míg az ezzel együtt kapcsolódó 588 a közel állandó kimenő szintet biztosítja. A V6 vezérlőrácsa a 425 rácslevezető ellenálláson és a 426, 427 szűrőkomplexumon keresztül kapja meg a szabályozó feszültséget. A V6 anódkörében üzemel az előbbiekben ismertetetthez hasonló sávszűrő, amelynek kimenő jele a V7 (EBF89) elektroncsővel felépített II. KF második erősítőjének vezérlőrácsára, illetve a 438 csatolókondenzátoron keresztül a V8 (E83F) automatikus erősítésszabályzó-rendszer aktív elemének vezérlőrácsára jut.

A V7 vezérlőrácsa a 440...442 elemeken keresztül kap szabályzó feszültséget. A 443 rácslevezető ellenállás. A V7 anódkörében láthatjuk a harmadik sávszűrőt; az előbbiektől annyiban tér el, hogy nem csak a kimenőoldali párhuzamos rezgőkörről, hanem az ahhoz induktívan csatolt 651 tekercsről is tovább vezetjük a jelet. A jel a 651-ről a 633 kapcsolón és a 655 ellenálláson át a 117, 137 csatlakozókon keresztül a vevő hátoldalán elhelyezett 143 pozíciószámú, koaxiális csatlakozóra jut (KF, 78 kHz). A sávszélesség-átkapcsolóval szinkronban működő 633 kapcsoló biztosítja, hogy a 78 kHz-es KF-kimeneten a különböző sávszélességi állások mellett is közel állandó szintű kimenőjel jelenjen meg.

A II. KF harmadik sávszűrőjének kimenetéről a középfrekvenciás jel a vevőelőlap jobb felső részén található, a kapcsolási rajzon 497...500-zal jelölt üzemmódkapcsolóra jut.

A demodulátor és a hangfrekvenciás fokozatok

A jel a II. KF harmadik sávszűrőjének kimenetéről az üzemmódkapcsoló 497 érintkezőjére jut. A kapcsoló rajz szerinti jobb oldali állásában távbeszélőjelek, míg bal oldali állásában távíró-, illetve egyoldalsávos távbeszélőjelek demodulálását biztosítja.

A3E (A3, távbeszélő) modulációs mód esetén a középfrekvenciás jel a 497 kapcsolón és a 657 csatolókondenzátoron keresztül a V10b (ECC82) vezérlőrácsának és anódjának összekötésével képzett dióda-anódra jut. A dióda párhuzamos detektorként működik. Az anódról a testre kötött 526 ellenállás képezi a dióda egyenáramú munkaellenállását. Az 500 kapcsoló a dióda-anódra köti az 529, 530, illetve az 527, 528 elemekből felépített rádiófrekvenciás szűrőtagot, amelynek kimenetéről az 531 csatolókondenzátoron keresztül, árnyékolt kábelen át jut a demodulált hangjel az előlapon elhelyezett 532 hangerőszabályzó potenciométerre.

A1A (A1, távíró) és J3E (SSB, egyoldalsávos távbeszélő) modulációs módban a II. középfrekvenciás jel a 497 kapcsoló bal oldali állásában a V9a (ECC82) trióda vezérlőrácsára jut. A távíró-, illetve az egyoldalsávos demodulátor két triódából álló produktdetektorként működik.

Mindkét csőfél anódja rádiófrekvenciás szempontból földpotenciálon van, összekötött katódjuk a közös 489 katód-munkaellenállással a testre kötve. A V9b vezérlőrácsa a 491 ellenálláson keresztül kapja a távíróoszcillátor jelét, amelyet a közös katódellenálláson fellépő középfrekvenciás jel modulál. A produktdetektorban demodulált jel a V9 munkaellenállásáról az 501 csatolókondenzátoron és az 500 kapcsolón keresztül az 527...530 aluláteresztő szűrőbe, majd a hangerőszabályzó potenciométerre jut.

A V10 (ECC82) kettőstrióda bal oldali eleme ún. hárompontkapcsolású oszcillátorként működik. A frekvenciája induktív hangolással változtatható: 78 ±6 kHz. A távíróoszcillátor frekvenciája a vevő előlapjáról állítható. A közepes frekvenciától való eltérés 0,1 kHz-enként kalibrált skálán olvasható le, a vevő előlapjának jobb felső részén.

Távbeszélő modulációs módban a 498 és a 499 kapcsoló megszakíta a V9 és a V10a anódfeszültségét. A V10a stabilizált anódfeszültséget kap, hogy jele az időben minél állandóbb legyen. LRC-szűrőtagok gondoskodnak arról, hogy a távíróoszcillátor jele ne juthasson el az anód és a fűtőfeszültségek vezetékein át a tápegység felé.

A demodulált jel az 532 hangerőszabályzón és az 533 csatolókondenzátoron át a hangfrekvenciás erősítőt képező V11 (ECL82) trióda-pentóda V11a triódájának vezérlőrácsára jut. A felerősített jel a trióda anódköréből az 546 csatolókondenzátoron keresztül az 550 hangfrekvenciás sávszélesség-kapcsolóra jut. A hangfrekvenciás előerősítő és a V11b pentódával felépített végerősítő közé a sávszélesség-kapcsoló állásától függően, beiktatható a hangfrekvenciás sávszűrő, illetve zajvágó. A kapcsolók helyzetének függvényében az 547...549, 556...558, 565...570 elemekből 150 Hz-es sávszűrőt, 2,5 kHz-es vagy 6 kHz-es aluláteresztő szűrőt választhatunk ki.

Az 562...564 zajvágó kapcsoló bal oldali és középső állásában az 560 és az 561 dióda segítségével 10 mW, ill. 250 mW kimenőszintnél nagyobb jelek esetében vágja a hangfrekvenciás jelet. A kapcsoló jobb oldali állásakor a zajvágó nem üzemel. A hangfrekvenciás jel a zajvágókapcsoló 564 kimenetéről az 572 csatolókondenzátoron keresztül a V11b hangfrekvenciás végerősítő fokozat vezérlőrácsára kerül. A hangfrekvenciás teljesítményerősítést követően a jel a végpentóda anódkörében levő 582 kimenőtranszformátorról egyrészt a 104, 124, 106, 126 csatlakozókon át a vevő előlap két oldalán elhelyezett 148, 149 hüvelypárra jut, ahol 600 Ω-os fejhallgatót csatlakoztathatunk. Másrészt a vevő hátoldalán a 146 hüvelypárra kerül, ahová 5 Ω-os hangszórót kapcsolhatunk, illetve a 145 hüvelypáron aszimmetrikus 500 Ω-os fejhallgató, míg a 144 hüvelypáron 600 Ω-os szimmetrikus hangfrekvenciás vonal csatlakoztatható.

A végpentóda anódjáról az 573, 575 és 576 RC-komplexum, mint negatív visszacsatoló áramkör csökkenti a magasabb frekvenciák erősítését, így megakadályozza, hogy a maradék középfrekvenciás jel, a végfokon keresztül felerősödve az előző fokozatokba visszajutva gerjedést okozzon.

Erősítésszabályozás

Mind a kézi, mind az automatikus érzékenységszabályozás a V1, V2 rádiófrekvenciás előerősítő, továbbá a V6, V7 második középfrekvenciás erősítő fokozatok aktív elemeinek vezérlőrács-feszültségét változtatja. A kézi érzékenységszabályozás önmagában és az automatikus szabályozással együtt is működik. Az utóbbi esetben az automatikus szabályozás kezdeti szintjét is befolyásolja.

Kézi szabályozáskor a tápegységben előállított –20 V előfeszültség, a 121, 101, 106, 126 csatlakozón keresztül az előlapon elhelyezett 701 érzékenységszabályzó potenciométerre jut. A feszültségküszöböt a 702 ellenállás állítja be, biztosítja a szabályozott csövek minimális előfeszültségét. Az előfeszültség a potenciométer csúszkájáról a 126, 106, 123, 103 csatlakozókon keresztül az AVC (automatikus erősítésszabályozás) kapcsolójának 383 érintkezőire jut. A kapcsoló Ki állásában az előfeszültség árnyékolt kábelen és RC-szűrőtagokon keresztül jut a szabályozott csövek vezérlőrácsaira.

Automatikus szabályozáskor a jel a II. KF második 78 kHz-es sávszűrőjének kimenetéről a 438 csatolókondenzátoron keresztül a V8 (E83F) első rácsára jut. A cső felerősíti a középfrekvenciás jelet, amely az anódkörből a 459 csatolókondenzátoron keresztül jut a V7 (EBF89) dióda anódjára.

A 452 ellenálláson átfolyó egyenirányított középfrekvenciás jel a 451, 453 szűrőtagon, valamint a 123, 103, 107, 127 csatlakozókon keresztül a műszerátkapcsolóra jut, amelynek relatív térerő állásában a 703 műszer az antennáról érkező nagyfrekvenciás jel szintjével arányos kitérést mutat. A műszer az előlapon keresztül csavarhúzóval állítható 709 potenciométerrel kalibrálható.

Az egyenirányító dióda anódjáról a detektált jel RC-szűrőn keresztül árnyékolt kábelen át jut az AVC kapcsoló 382 szektorára. A kapcsoló segítségével az automatikus szabályozás számára háromféle időállandó, 10 s, 2 s és 0,1 s állítható be.

A szabályozó feszültség a 383 kapcsolón keresztül jut tovább a szabályozott csövek vezérlőrácsára. A kézi érzékenységszabályozóról érkező negatív feszültséget e kapcsoló ez esetben megszakítja a szabályozott csövek felé, ugyanakkor ez a feszültség a 460 ellenálláson keresztül az automatikus érzékenységszabályozó dióda anódjára jut, s azt záró irányban előfeszítve, a szabályozás küszöbfeszültségét változtatja.

Az automatikus erősítésszabályozó feszültségét a vevőkeret hátoldalán el-

helyezett 141 koaxiális csatlakozóra is kivezették, így a vevőkészülék az ún. diversity-rendszerben is alkalmazható.

A frekvenciakalibrátor

A vevőegység keretében alul külön egységként van beépítve a V13 (ECC82) kvarcvezérlésű harmonikusgenerátor. Természetesen ez az áramkör csak az R-1251 vevőbe van beépítve, mivel az R-1250 a frekvenciastabilizátorról kalibrálható. A generátor az alkalmazott kvarckristálytól függően 0,5 MHz-es, illetve 1 MHz-es harmonikus spektrumot állít elő a vevő előlapján bal oldalon elhelyezett hitelesítés kapcsoló Be állásában. A felerősített oszcillátorjel a jobb oldali trióda anódjáról a 678 csatolókondenzátoron valamint a 131, 111 csatlakozókon keresztül csatoló hurok segítségével jut el a vevőbemenet környezetébe, ahol kisugárzásra, majd a vevőtraktuson feldolgozásra kerül.

A hitelesítés kapcsoló bekapcsolásával egyidejűleg a 684 antennaátkapcsoló-jelfogó is áramot kap. Munkaérintkezője rövidre zárja a vevő antennabemenetét és megakadályozza, hogy az antennáról beérkező külső zavaró jel téves kalibrálást eredményezzen.

A vevő egyéb áramkörei

Az előlapon található 703 műszer az alatta elhelyezett 704, 705 kapcsoló segítségével a hálózati feszültség, az anódfeszültség, a relatív térerősség, a hangfrekvenciás szint, valamint az egyes csövek anódáramának ellenőrzésére szolgál. A váltóáramú hálózati feszültség ellenőrzése a fűtőfeszültségnek a 707 diódával történő egyenirányítása útján történik. A műszerkapcsoló ellenőrzési állásaiban a 687...700 söntök segítségével az áramok úgy vannak beállítva, hogy az áramkörök megfelelő működése esetén a műszermutató mindenkor a skála pirossal jelölt szakaszára tér ki.

A tápegység (lásd később) 12,6 V stabilizált, illetve stabilizálatlan váltófeszültséget biztosít a fűtőáramkörök számára. Az alkalmazott elektroncsövek – a V13 (ECC82) kivételével – 6,3 V fűtőfeszültségűek. A fűtési rendszer a **4. ábrán** tanulmányozható. Az elektroncsövek páronként sorba vannak kapcsolva, kivéve a V13-at, melyet önmagában 12,6 V-ról táplálunk. A kényesebb áramkörök; oszcillátorok, keverők aktív elemeinek (V3, V4, V5, V10) stabilizált fűtőfeszültséget biztosítunk. A csövek fűtőkörében a rádiófrekvencia tápegységbe jutásának megakadályozása érdekében átvezető kondenzátorokból és fojtótekercsekből álló szűrőtagokat alkalmazunk.

Ugyancsak a 12,6 V nem stabilizált áramkörről tápláljuk a 354, 355 skálavetítő izzók üzemi tagját. A másik izzó tartalék, amelyet az üzemi meghibásodása esetén az előlapról lehet a vetítő rendszerbe átállítani és bekapcsolni.„A durva frekvenciaskála és a távíróoszcillátor-skála megvilágítására szolgáló 712, 713 izzók 24 V-osak, s így félfeszültséggel működtetve, igen hosszú élettartamúak.

A frekvenciastabilizátor elvi rajza

Mint már említettem, a frekvenciaanalízisen alapuló frekvenciastabilizátor-egység az R-1250 berendezésben üzemel. A feladata, hogy a vevőegység első és második oszcillátorfrekvenciáját pontos és állandó értéken tartsa. A frekvenciastabilizátor kapcsolási rajzát az **5. ábra** szemlélteti. (Lásd a www.radiovilag.hu honlapon!)

A vevő I. heterodin oszcillátorából érkező jel a vevőkeret kábelezésén át az 1001 csatlakozóról árnyékolt kábelen jut az 1002 illesztő transzformátorba, mely az alacsony impedanciájú kábelről a jelet a V21 (E83F) elválasztó erősítő cső nagy bemenőimpedanciájához illeszti. Az elválasztó fokozat feladata megakadályozni, hogy a stabilizátorban előállított különböző frekvenciájú keverő jelek visszajussanak a vevőegységbe.

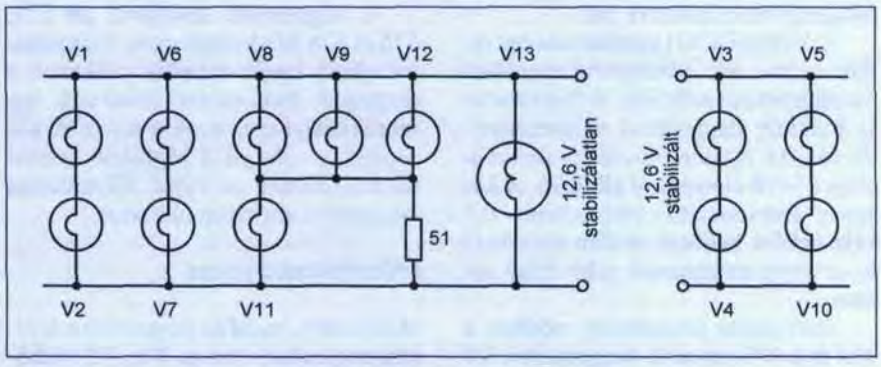
A cső anódjáról a felerősített jel az 1013 csatolókondenzátoron át a V22 (E81H) I. keverő vezérlőrácsára jut. A V22 harmadik rácsára a V28 (E83F) anódjáról érkezik az 5 és 33 MHz közé eső 1 MHz-es spektrumból kiválasztott jel. A V22 anódkörében a vevő I. helyi oszcillátorának jele az 1024...1031 elemekből felépített I. KF-szűrőn 1622 és 2622 kHz közé áttranszponálva jelenik meg.

A jel az I. KF-sávszűrő kimenetéről a V23 (E81H) II. keverő vezérlőrácsára jut. A keveréshez szükséges jelet a cső harmadik rácsa a V29 (E83F) anódjáról kapja az nx0,1 MHz-es spektrumból kiválasztva. A V23 anódkörében a vevő I. helyi oszcillátorának jele 1378 és 1478 kHz közé áttranszponálva jelenik meg, amelyet az anódkörben levő 1042...1049 II. KF sávszűrő választ ki, majd a V24 (E83F) erősítő tovább erősít. A cső anódkörében levő 1058...1066 alkatrészekből álló sávszűrő azonos felépítésű az előzővel és tovább növeli a II. sávszűrő oldalmeredekségét. A sávszűrő kimenetéről a jel az 1068...1072 kétoldalas, germániumdiódás határoló áramkörbe jut, amely biztosítja, hogy a II. KF jele mindenkor azonos szinten jusson a V25 (E83F) II. KF II. erősítőjének vezérlőrácsára. A V25 anódkörében foglal helyet az 1083, 1084 szélessávú transzformátor, az 1378...1478 kHz-es sáv közepére hangolt primer tekercse.

Az előbbiekben ismertetett keverőfokozatok számára a 10, az 1 és a 0,1 MHz-enként kiválasztható átkeverő jeleket a spektrumgeneráló rendszer, illetve a frekvenciakiválasztó fokozatok állítják elő.

A szélessávú generátorok

A spektrumgeneráló áramkörök legfontosabb eleme a vevőberendezés frekvenciapontosságát alapvetően meghatározó, 1333 pozíciószámú, 1 MHz-es kvarckristállyal vezérelt V31 (E83F) alaposzcillátor. A rezgőkvarcot (a frekvenciastabilitás további javítása érdekében) termosztátba helyezték. Az alaposzcillátor frekvenciáját az 1345 trimmerkondenzátorral lehet az etalon-



4. ábra. A vevő fűtési rendszere

ként elfogadott pontos frekvenciaforrás alapján behangolni.

A V31 anódköréből az 1 MHz-es feszültség az 1344 csatolókondenzátoron keresztül a V30 (E88CC) elektroncsöves 1 MHz-es harmonikusgenerátorra, míg az 1358 csatolókondenzátoron keresztül a V32 (E81H) elektroncsővel felépített frekvenciaosztóra jut.

A V30 jobb oldali triódája harmonikusgenerátort képez. Anódköréből a felerősített 1 MHz-es jelet az 1325 ferritgyűrűs transzformátorra vezetjük, amely a szinuszos bemenőjelből igen rövid időtartamú, 1 MHz ismétlési frekvenciájú impulzusokat állít elő. A transzformátor szekunder tekercsén már igen magas harmonikustartalmú n×1 MHz-es frekvenciaspektrum jön létre. A második csőfél felerősíti a széles spektrumú jelet.

A V32 elektroncső szinkronizált frekvenciaosztóként működik. A cső harmadik és negyedik rácsa induktív visszacsatolású 0,1 MHz-es oszcillátort képez. A vezérlőrácsára a V31 anódjáról az 1358 csatolókondenzátoron keresztül 1 MHz-es jel érkezik, amelynek hatására a 0,1 MHz-es oszcillátor 1 MHz-es jellel szinkronizált oszcillátorként működik. A cső anódkörében 0,1 MHz-es szinuszos rezgés jön létre, amely az 1376 csatalókondenzátoron keresztül a V33 (E83F) vezérlőrácsára jut. A V33 harmonikusgenerátorként üzemel. A munkapontját úgy állították be, hogy a 0,1 MHz-es jelet erősen torzítja s ennek hatására az anódkörében létrejön a 0,1 MHz-es ismétlési frekvenciájú, szélessávú spektrum.

Frekvenciakiválasztó fokozatok

A szükséges keverő jelek kiválasztása az 1 MHz-es és 0,1 MHz-es spektrumból a megfelelő keverő fokozatok részére, továbbá 1,3 MHz-es jel kiválasztása a vevőegység második keverő fokozata számára az úgy nevezett frekvenciakiválasztó fokozatok feladata.

1 MHz-es frekvenciakiválasztó

A V30 anódjáról az 1 MHz-es spektrum a V28 (E83F) vezérlőrácsára jut az 1209 csatolókondenzátoron keresztül. A cső vezérlőrács- és anódkörében, három körzetben tekercsváltással (I. 5...13 MHz, II. 14...23 MHz, III. 24...33 MHz) és körzetenként 10–10 fokozatban kondenzátorváltással hangolt rezgőkörök üzemelnek. A fokozatváltó kapcsolókkal a körzeten belül 1 MHz-enként változtathatjuk a frekvenciát, így a rács- és az anódköri rezgőkörökkel az 5 és 33 MHz közötti spektrumból bármelyik 1 MHz es harmonikusjel kiszűrhető. A kiválasztott 1 MHz-es harmonikusjel a V28 anódjáról az 1014 csatolókondenzátoron keresztül jut a V22 keverőcsőre. A rács- és az anódköri rezgőkörök hangolása a körzetváltó kapcsolókkal egybeépített trimmerekkel történik.

0,1 MHz-es frekvenciakiválasztó

A V33 anódjáról a 0,1 MHz-es széles spektrumú jel az 1281 kondenzátoron keresztül jut a V29 (E83F) vezérlőrácsára. A V29 rács- és anódkörében az előzőeknek megfelelő hangolóelemek találhatók, de a hangolás csak egy körzetben, a 4...3,1 MHz közötti sávban történik 0,1 MHz-enként. A V29 anódjáról a kiszűrt 0,1 MHz-es harmonikusjel a V23 II. keverő harmadik rácsára jut.

Az 1,3 MHz-es szinkronizáló jel előállítása

Mint már korábban említettem, a vevő II. heterodin oszcillátora számára a frekvenciastabilizátor állítja elő az 1,3 MHz-es szinkronizáló jelet. A V33 anódjáról a 0,1 MHz-es széles spektrumú jel az 1390 csatolókondenzátoron keresztül a V34 (E83F) vezérlőrácsára jut. A cső rács- és anódkörében 1,3 MHz-re hangolt rezgőkör, illetve sávszűrő üzemel. A fokozat a szűrőkörök segítségével a 0,1 MHz-es széles spektrumú jelből kiválasztja az 1,3 MHz-es összetevőt, amely az 1404 rezgőköri induktivitás megcsapolásáról árnyékolt kábelen, valamint az 1001, 109, 136, 116 csatlakozókon keresztül a vevőegység V5b II. heterodin oszcillátorára jut, így annak frekvenciáját szinkronizálja, azaz pontosan 1,3 MHz-en tartja.

A frekvenciaszabályozó rendszer

A fázisdiszkriminátor, az interpoláló-oszcillátor és a szabályzóáramkör együttesen alkotja a frekvenciastabilizátor frekvenciaszabályzó-rendszerét. E rendszer a vevő I. helyi oszcillátoráról érkező jelet a 0,1 MHz-ig dekadikusan hangolható átkeverő jelek segítségével 1378 kHz és 1478 kHz közé transzponálja, majd a fázisdiszkriminátorba juttatja. A fázisdiszkriminátor számára az összehasonlító jelet az ugyancsak 1378 és 1478 kHz között hangolható interpoláló-oszcillátor szolgáltatja. Ha a két bemenőjel egymáshoz képest 1 Hz-nél nagyobb frekvenciával tér el, akkor a fázisdiszkriminátor kimenetén a frekvenciakülönbségnek megfelelő frekvenciájú váltóáramú jel keletkezik.

A fázisdiszkriminátor kimenetén levő szűrő átengedi az alacsony frekvenciájú lebegést, amely a szabályozó rendszerben levő varázsszem ernyőjén a világos szektor széleinek az elmosódottságával, majd lassú lebegésével jól követhetően jelzi, hogy a stabilizátoron és a vevő I. helyi oszcillátorán beállított frekvencia annyira megközelítették egymást, hogy a stabilizátor bekapcsolásával a két rendszer összekapcsolható és áttérhetünk stabilizált üzemre.

Ha a fázisdiszkriminátorra jutó két jel frekvenciája 1 Hz-en belül közelíti meg egymást, a kimeneten a két jel fáziskülönbségének megfelelő pozitív, vagy negatív egyenfeszültség keletkezik, amelyet a műszeren, és a varázsszemen is indikálhatunk. A fázisdiszkriminátor kimenetén fellépő feszültség – a tulajdonképpeni szabályozó jel – a szabályozó áramkörökön keresztül jut a vevőegység I. helyi oszcillátorával csatolt mágneses variométer előmágnesező tekercsére.

A vevő I. helyi oszcillátorának 1378 kHz és 1478 kHz közé átkevert jele a V25 anódjából az 1083 tekercsre jut. A jel innen az induktívan csatolt 1084 szimmetrikus középleágazású tekercsen át az 1094, 1096 diódákra jut. A két diódát ellenütemben kapcsolgatjuk az interpoláló-oszcillátor jelével, amelyet a diódák között elhelyezett 1095 szimmetrizáló potenciométer csúszkájára vezetünk.

A diódákat áthidaló 1091 és 1092 ellenállás közös pontján keletkező kimenőjelet a szabályzó rendszer V27 (ECC82) elektroncsövének bal oldali vezérlőrácsára vezetjük. Az 1089, 1090 ellenállások közös pontjában keletkező feszültség az 1137, 1138 LC-szűrőtagon át a V35 (EM80) varázsszem vezérlőrácsára, illetve az 1136 ellenálláson és az 1153, 1154 fokozatkapcsolón, valamint az 1148, 1149, 1152, 1151 LC-szűrőkön keresztül az 1150 ellenőrzőműszerre jut.

Az interpoláló-oszcillátor

Az interpoláló-oszcillátor (ami egy komplett rezgéskeltő, 5. ábra) a stabil működés érdekében termosztátban

(T1) üzemel. A V26 (E88CC) jobb oldali triódájának vezérlőrács- és katódkörében találjuk a 1113...1119 elemekből felépített, hőkompenzált rezgőkört, amely az oszcillátor frekvenciáját meghatározza.

A cső anódjáról a jel az 1105 csatolókondenzátoron át a bal oldali trióda katódjára jut. A V26a földelt rácsú elválasztó fokozaton és az 1098 kondenzátoron át a jel a fázisdiszkriminátorra jut. Az elválasztó fokozat a diszkriminátor két bemenőjelének egymásrahatását hivatott kiküszöbölni.

A szabályzófeszültség a diszkriminátor kimenetéről a V27 (ECC82) katódkövető fokozat – párhuzamosan kötött kettős trióda – vezérlőrácsára jut. A cső katódja az 1132, 1133 LC-szűrőn, az 1426 ellenálláson (amelyet rövidzár is helyettesíthet), az 1001-es és a vevőkeret csatlakozóin, a 129, 109, 102 és 122 csatlakozókon, valamint a vevő I. helyi oszcillátorának rezgőkörével csatolt 231, 232 mágneses variométer előmágnesező tekercsén keresztül záródik a testre (3. ábra). Az előmágnesezés növekedésével (egy karakterisztikaszakaszon belül) csökken a ferrit permeabilitása, s így az azon elhelyezett tekercs induktivitása.

A mágneses variométer a szilícium-vaslemezből készült járom hézagjában elhelyezett ferritmagos tekercsből áll. A szilicium-vas kereten van elhelyezve az előmágnesező tekercs, míg a ferritmagon az I. helyi oszcillátor rezgőköri tekercsével csatolt tekercs.

A vevőegység kereső üzemmódjában az 1129 stabilizátorkapcsoló testre köti a szabályozócső rácsát. Ilyenkor a variométer előmágnesező tekercsén állandó egyenáram folyik. A kapcsoló bekapcsolásával a rács földelését megszüntetjük. A cső katódárama követi a szabályozó feszültséget és a mágneses variométert szabályozza úgy, hogy a fázisdiszkriminátoron jelentkező hibajel minimális érték felé halad. Ekkor a vevő I. helyi oszcillátorának átkevert jele és az interpoláló-oszcillátor frekvenciája között csak csekély fáziskülönbség marad.

A tápfeszültség-ellátás

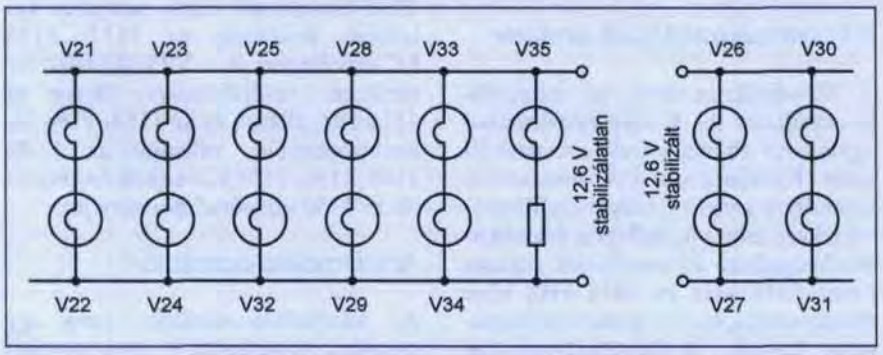
A frekvenciastabilizátor a keret hátoldalán elhelyezett 1425 pozíciójelű, 14 pólusú csatlakozón keresztül a következő tápfeszültségeket kapja:

- közös 150 V stabilizált feszültséget kap a V26 és a V31 oszcillátor,
- önállóan kap stabilizált 150 V-os tápfeszültséget a V27 szabályozó,
- 220 V egyenfeszültséget kap az összes többi elektroncső,
- a csövek 12,6 V fűtőfeszültségről működnek a **6. ábrán** látható kapcsolásban,
- külön stabilizált fűtőfeszültséget kapnak a V26, V27 és a V30, V31,
- a termosztátok 12 V fűtőfeszültséget kapnak.

Mindkét termosztát fűtőrendszere egymáshoz hasonló. Az 1339, ill. az 1124 fűtőszál melegítő hatására a harmonika formájú rugós rézcsőben levő naftalin megolvad és a térfogatnövekedés következtében az 1337, ill. az 1120 kapcsoló megszakítja a fűtőszál áramkörét.

A II. termosztátba, a csőrugótest mellé az 1340 fűtőszálat is beépítették, amely melegen tartja a csőrugót és ezzel csökkenti a termosztát szabályozási tehetetlenségét.

A termosztátok két áramkörről működtethetők: az egyik a fűtőáramkör, a másik pedig a kapcsolóáramkör, amely a tápegységben elhelyezett fűtéskapcsoló-jelfogókat vezérli.



6. ábra. A frekvenciastabilizátor fűtési rendszere

A hálózati tápegység

A tápegység elektromos szempontból három fő részre bontható (**7. ábra**):

- közös hálózati transzformátor (Tr3) a jelfogók és a fűtőkörök számára,
- vevő-tápegység (Tr1) és
- frekvenciastabilizátor-tápegység (Tr2). (Kapcsolási rajzát lásd a www.radiovilag.hu honlapon!)

Az elkókat mechanikusan is elkülönülten helyezték el a tetemes hőt szolgáltató transzformátoroktól. Egy különálló, hátsó dobozban foglalnak helyet. Bekötésük a két doboz közé épített 20 pólusú csatlakozón keresztül történik. A csatlakozó pontok az elvi kapcsolási rajzon bekarikázott számokkal vannak jelölve. A számok egyeznek a dugaszaljazat érintkezőinek számozásával. A tápegység a vevőegység felé a Cs12, a stabilizátor felé a Cs14 dugasszal csatlakozik.

A hálózati feszültség a Cs4 csatlakozón valamint az L1, L2, C1, C2 zavarszűrőn és a K1 kapcsolón keresztül a TR3 transzformátorra jut. A K6 kapcsoló segítségével a 110 V, 127 V, vagy 220 (230) V-os hálózati feszültséget, a transzformátor primertekercsének megfelelő leágazásához köthetjük. A Tr3 primer oldalán, a 220 V-os pontról kapja a tápfeszültséget a vevő és a stabilizátor hálózati transzformátora. Az Sz4 12 V-os szekunder tekercshez a termosztátok fűtő és kapcsoló áramkörei csatlakoznak, valamint a hálózati jelzőlámpa, illetve a vevőegységen levő hálózati kapcsolóval zárható J1 jelfogó áramköre. A kapcsoló bekapcsolásakor a J1 meghúz, így 220 V-ot kap mind a vevő (Tr1), mind a frekvenciastabilizátor (Tr2) transzformátora is.

A K2 kapcsoló Be állásában, vagy attól függetlenül a készülék belsejében elhelyezett K3 zárt állásában, az E4 egyenirányítón keresztül feszültséget kap a J3 és a J5 termosztátkapcsoló relé. A termosztátban levő kapcsolók zárt állásában a relék meghúznak és a Cs14 csatlakozó 1. és 3. pontján keresztül a T1 termosztát, a 7. pontján keresztül a kristálytermosztát (T2) kap 12 V-os fűtőfeszültséget. Ha a kristálytermosztát meleg és a hőkapcsolója bont, a J5 elenged. Ekkor a morzekantaktusa bontja a termosztát fő fűtőtestének áramkörét és a csőrugó mellett elhelyezett segédfűtőtest kap áramot a Cs14 8-as érintke-

zőjén keresztül. A két jelfogó szikraoltó áramkörrel, C22, R10, C23, R11 valamint, jelzőlámpával I2, I3 is rendelkezik.

Ha a hálózati tápegységet bekapcsoltuk, de a vevőt nem, akkor a K3 zárásával fűtőfeszültséget biztosíthatunk a frekvenciastabilizátor két termosztátjának, így stabilizált üzemre történő gyors áttérésnél nem kell várakozni a készenléti állapot elérésére.

Ha R-1251 vevőnk van, akkor felesleges a frekvenciastabilizátor tápegységét is üzemeltetni. A B3 biztosító kiemelésével kikapcsolhatjuk a Tr2-t.

A Tr1 hálózati transzformátor szolgáltatja a vevő tápfeszültségeit. A vevőegység az Sz1 220 V-os szekundertekercsről az E1 hídkapcsolású egyenirányító és szűrőáramkör után a 8-as érintkezőn keresztül 220 V-os feszültséget kap. Az R6 ellenállással és a V1 (VR150/30) stabilizátorcsővel kialakított áramkör 150 V-os stabilizált anódfeszültséget biztosít a Cs12 csatlakozó 9-es pontján a vevő számára. Az Sz2 szekunder tekercs 28 V-os fele a VH1 (EW8-24V/0,6A) vas-hidrogén áramszabályzó csövön keresztül 12,6 V stabilizált fűtőfeszültséget szolgáltat a Cs12 4-es pontján. A tekercs 13 V-os ágáról fűtőfeszültséget juttatunk a csatlakozó 2. és 5. érintkezőjére. Az Sz3 szekunder tekercs az E3 (SIEK7) egyenirányítón és a C17, R9, C18 szűrőn keresztül –20 V-os előfeszültséget állít elő a vevő erősítésszabályozó áramköre számára.

A Tr2 hálózati transzformátor a K2 kapcsolóval iktatható a hálózatba. Az Sz5 szekundertekercs 220 V-os feszültségét az E2 híd egyenirányítja, majd a C8, C13, C14, C15 kondenzátorokból valamint az F3, F4 fojtókból álló szűrőn át a Cs14 csatlakozó 10-es pontjára kerül a frekvenciastabilizátor általános, stabilizálatlan anódfeszültsége.

Két 150 V-os stabilizátor gondoskodik az oszcillátorok anódfeszültségéről a csatlakozó 11-es pontján, illetve a V27 szabályozócső táplálásáról a 12-es ponton keresztül.

A transzformátor Sz6 szekunder tekercse a 14-es ponton 12,6 V feszültséget, a 13-as érintkezőn a VH3 vas–hidrogén csővel stabilizált 12,6 V-os feszültséget szolgáltat.

A tápegység valamennyi 220 V-os primer áramkörét biztosító védi. A biztosítókat egy-egy ellenállás és egy-egy hibajelző lámpa hidalja át; a biztosító kiolvadása esetén a hibajelző lámpák világítanak. A K1 hálózati kapcsoló bekapcsolásával egyidejűleg világít az I1 jelzőlámpa. A K2 stabilizátorkapcsoló bekapcsolásával a termosztátok fűtési periódusait jelző I2 és I3 jelzőlámpa is világít.

A skálapontosság ellenőrzése és kalibrálása

Az R-1250 vevőegység optikai skálájának kalibrálása a frekvenciastabilizátor segítségével történik:

- állítsunk be a stabilizátoron valamilyen kerek számú frekvenciát, amely vagy a venni kívánt frekvencia közelében, vagy a vevőegység valamely frekvenciakörzetének közepe tájékára esik,
- a stab. kapcsoló Ki állása mellett hangoljuk a vevőegységet a stabilizátoron beállított frekvenciára,
- a varázsszem alacsony frekvenciájú lebegése mellett kapcsoljuk be a stab. kapcsolót!

A frekvenciastabilizátor műszere az áramkörkapcsoló IND helyzetében a vevő és a stabilizátor frekvenciák közti különbséggel arányos kitérést mutat:

- a vevőegység finomhangoló gombjával a műszer mutatóját pontosan 0 helyzetre húzzuk. (Figyelem! Ha a vevőt nagymértékben elhangoljuk, a műszer akkor is 0-ra tér vissza, ez esetben azonban nem követi a vevő hangolását. Helyes beállítás esetén a vevő hangolásával a mutató folyamatosan mozog a 0 állás körül.),
- a műszer 0 állása mellett ellenőrizzük a vevő optikai skáláján a frekvenciát; amennyiben az eltér a stabilizátoron beállított értéktől, a skálarögzítő csavar lazítása után a korrekciós csavarral az optikai skála indexét a megfelelő osztásra húzzuk.

Az R-1251 vevő optikai skálájának kalibrálása a beépített oszcillátorral történik:

- a modulációs mód kapcsolót A1 állásba,
- a távíróoszcillátort 0 helyzetbe állítjuk,
- bekapcsoljuk a kalibráló („hitelesítő") oszcillátort,
- a venni kívánt frekvencia közelében megkeressük valamelyik 0,5 MHz-es vagy 1 MHz-es harmonikusponton az oszcillátor jelét,
- a finomhangoló-gombbal hallásra füttymélypontot keresünk,
- a rögzítőcsavar oldásával és a korrekciós csavar elforgatásával az optikai skála indexét pontos helyzetbe állítjuk.

Jó vételt kívánok!

Javasolt további irodalom a katonai rádiók témaköréből:

Híradómúzeum – Rádiótechnika Évkönyve 1995

R-4 – Rádiótechnika 2004/2 és ÉK 2000

R-10 – Rádiótechnika 2004/4, 5 és 6

R-20 – Rádiótechnika 2004/7 és 8

R-10 és **R-20** – Rádiótechnika 2004/11 és 12

R-104 – Rádiótechnika 2006/2 és ÉK 2001

R-105 (**-108**, **-109** és **-114**) – Rádiótechnika 1990/5...8 és 2006/7;

UM típ. teljesítményerősítő – Rádiótechnika 2006/9

R-107 – Rádiótechnika Évkönyve 2002 és 2004

R-130 – Rádiótechnika Évkönyve 2006 és 2007

CQ de HA... CQ de HG... 2007

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ

A Magyar Rádióamatőr Szövetség 2008-ban ünnepli megalakulásának 80. évfordulóját. A szövetség elnöksége felhívással fordult a tagegyesületei és az azokban tevékenykedő tagjai felé, hogy írják meg elképzeléseiket azokról a lehetséges programokról, amelyek a megemlékezés keretébe illeszkedhetnek.

Készüljünk a méltó ünneplésre!

János Károly, Spanyolország királya 2007 nyarának elején látogatást tett hazánkban. Ebből az alkalomból a MRASZ elnöke angol nyelvű levélben üdvözölte, melynek tartalma a következő:

Felség!

Nagy megtiszteltetés a magyar rádióamatőrök számára Önt országunkban köszönteni. Szeretném kifejezni legjobb kívánságainkat Önnek és Spanyolország népének a Magyar Rádióamatőr Szövetség nevében és azok nevében is, akik már részesültek abban a lehetőségben, hogy összeköttetéseket teremthettek Önnel az amatőrsávokban. Reméljük, hogy látogatása hozzájárul a népeink közötti kölcsönösen előnyös kapcsolatok erősítéséhez!

Engedje meg, hogy ezt az alkalmat megragadva 73-at és GD DX-et kívánjak!

Felber Gyula HA1TJ elnök,
Magyar Rádióamatőr Szövetség

(Talán nem mindenki előtt ismeretes, hogy a király EA0JC rádióamatőr hívójellel is rendelkezik. *A szerk.*)

Rendkívül érdekes kísérletekre került sor 2007. július 1. és 30. között. Több, mint 50 hazai adóamatőr kapott engedélyt a Nemzeti Hírközlési Hatóságtól, hogy *hullámterjedési kutatásokat és interferencia-vizsgálatokat* folytasson a 70,0–70,5 MHz-es sávban. Az adóteljesítmény max. 1 kW, az antennamagasság 30 m lehetett.

Mivel ezt a sávot az ITU (egyelőre még) nem adta ki a rádióamatőrök számára, ezért az NHH ún. „hívóneveket" jelölt ki a kérelmezőknek (pl. 70M7PL a HA7PL helyett) és felhívta a figyelmet, hogy a kapcsolatok nem lehetnek a szokásos – rádióamatőrök közötti – összeköttetések.

Lapzártakor még nem állt rendelkezésünkre a kísérletek komplett kiértékelése, de részeredmények addig is napvilágot láttak. A kapcsolatok zöme, mintegy 66%-a az E-réteg útján jött létre, továbbá az Es- és a troposzferikus terjedés segítségével a 34%-uk. Akadt példa a meteor-nyomvonalas próbálkozások sikerére is. Jól működött a 70M1BVC és a 70M7BVB jeladó is. Íme, az elért DXCC-körzetek: CT, CT3, EI, F, G, GD, GI, GM, GU, GW, HA, I, LX, OH, OZ, S5, SP és SV. A legnagyobb áthidalt távolságot CT3HF jelentette 3421 km-rel.

Az NHH néhány kérvényező állomásnak azt is engedélyezte, hogy kísérletképpen a 6 m-es sávban 2007. augusztus 31-ig 1,5 kW ERP-s adóval működjön.



Simonyi Károly

Simonyi Károly 2007. április 7. és 14. közötti űrutazása sokat foglalkoztatta a hazai médiát is, de külön eseménynek számított a rádióamatőrök berkeiben is. Ebben a szerény rovatunkban ismétlésekbe bocsátkoznánk, ha a történéseket újból sorra vennénk, hiszen a nyomtatott és az elektronikus „sajtókban" alapos tájékoztatást kaptunk. Folyóiratunkban, az RT-ben is több tudósítás és cikk jelent meg az űrben járt második magyarról, az „űrturistáról". Azonban kevesebb szó esett arról, hogy rádióamatőr vonatkozásban – szűkös szabad idejében – mivel foglalkozott. (Az asztronauták szinte percekre lebontott programjából egy kicsiny részletet itt bemutatunk.)

Simonyi QSO-jelöltjei

Hívójel	Betűzve	Operátor
HA1XY	Ikszes Ipszilon	Béla
HG1ZR	Zoltán Róbert	Feri
HG1CV	Cézár Vilmos	János
HA3NE	Nándor Elemér	Attila
HA2RD	Róbert Dénes	Bandi
HA7EG	Elemér Géza	Gyuri
HA4WQ	Duplavilmos Kvelle	Gyuri
HA5CH	Cézár Helén	Pista
HA5CJ	Cézár János	Bandi
HA5FB	Ferenc Béla	Kálmán
HG5XA	Ikszes Antal	Chris
HA5FQ	Ferenc Kvelle	Márta
HG5VY	Viktor Ipszilon	János
HA5FA	Ferenc Antal	Jenő
HA5TI	Tamás Ibolya	Pista
HA5TMK	Tamás Mihály Károly	Laci
HA5CVZ	Cézár Viktor Zoltán	Miklós
HA6NN	Nándor Nándor	Bandi
HA6ZB	Zoltán Béla	Gyuri
OM3BC	Béla Cézár	Jóska
OM7AQ	Antal Kvelle	Zoli
HA7RY	Róbert Ipszilon	Tomi
HA8UT	Ubul Tamás	Pista
YU7CD	Cézár Dénes	Laci
YU7AA	Antal Antal	József
YU7GL	Géza László	Lajos
HA7JKF	János Károly Ferenc	Feri
HA7NS	Nándor Sándor	Béla
HA8BI	Béla Ibolya	Lajos
HA8BS	Béla Sándor	Janóka
HA8AR	Antal Róbert	Pali
HA0DU	Dénes Ubul	István

Nos, Károly „OM" az alkalmi QSO-k mellett, melyeket a magyar anyanyelvűekkel **HA5SIK** hívójellel, másokkal pedig **KE7KDP**-ként bonyolított le, négy oktatási intézmény diákjaival is beszélgetett. Ezek a következők voltak: Fairborn High School, Redmond H. S., Cedar Point Elementary School és a budapesti Puskás Tivadar Távközlési Technikum.

Egyedülálló szervezés eredménye volt, amikor április 13-án hajnali 01.15-kor, hazánk látókörébe jutva, egyenként szólította az összeköttetésekre előre bejelentkezetteket. Gondosan összeállított listát kapott róluk a

04:55-05:05	CDR	O2 level check
04:55-05:15	CDR-15	IMS update
05:05-05:10	CDR	OCA SSC router reboot
05:10-05:15	CDR	SSC file server reboot
05:10-05:15	FE-1	Transfer TVIS/RED/CEVIS/HRM data to MEC
05:15-06:00	CDR, FE-1, FE-2	Evening work prep
05:15-05:30	SFPVC	Earth photo/video ops
05:15-06:00	CDR-15	Evening work prep
05:30-06:00	FE-1-15	Evening work prep
06:00-06:15	CDR, FE-1, FE-2, CDR-15,	Daily Planning Conference *(S-band)*
06:15-06:30	CDR, FE-1, FE-2, CDR-15, FE-1-15	Report prep
06:15-06:20	SFPVC	MUSCLE (LOW BACK PAIN) -Low Back Pain Questionnaire
06:30-07:00		DINNER
07:00-07:30		Daily Food Prep
07:30-08:30		Pre-sleep
08:30-17:00		SLEEP

Részlet az asztronauták programjából

földrajzi elhelyezkedésüket és a Nemzetközi Űrállomás (ISS) pályáját is figyelembe véve. A sikeres kapcsolatokon kívül, úgy tudjuk, hogy például a következő napon tudott beszélni HA2RD-vel, HA5CH-val és HA5AIR-rel is a külföldieken kívül. Egyébként az űrállomáson újraprogramozta a rádióamatőr rendeltetésű adó-vevőt és antennatesztelést is végzett.

Vajon mennyit kell majd várnunk a 3. magyar „rádióamatőr" űrhajósra?

Egyebek házunk tájékáról

HA5KJ *Jóska* hitvallása

„Nincs itt semmi baj, legfeljebb az, ha valaki összetéveszti korunk kommunikációs lehetőségeit a rádióamatőrködés mibenlétével. Bennem a mobiltelefónia egyáltalán nem csökkentette a rádiótechnika még mélyebb megismerésének vágyát. Nem hallottam olyat, hogy valaki a mobiltelefon miatt hagyta volna abba a morzézást. A számítástechnika, a net meg olyan kapukat nyitott előttem, amiről álmodni sem mertem volna. Régen a csőkatalógusom kincsnek számított. Ma az Analog Devices on-line tervezőprogramját tudom használni, ha kíváncsi vagyok egy DDS IC vezérlőszavára. Borzalmas procedúra volt 40 évvel ezelőtt egy jól kiegyenlített keverőt csinálni a fényérzékeny germániumdiódákkal. Én szerencsének tartom, hogy ma kiválaszthatom a célnak megfelelő IC-t, a kereskedő leveszi a polcról és az fillérekért az enyém. Sokkal bonyolultabb és jobb eszközöket tudok ma a konyhaasztalon előállítani, mint régen és sokkal gyorsabban.

A világ és a technika fejlődése tehát nekem jó. Bármiben elmélyülhetek, ha akarok vagy bármit kihagyhatok. Lehet élni a lehetőségekkel és lehet emlegetni a régi szép időket. Kinek-kinek az ízlése szerint."

Egy hír HA2KNC-től

„Van egy 3 gyermekes család – hajléktalanszállón laknak anyukával, családok átmeneti szállóján –, akiket támogatunk. Ma lent volt a legkisebb gyermek is, *Szabika*. Látta a két testvérét, hogyan építik a kis elektronikai áramkört és kikövetelte magának, hogy ő is szeretne ilyet készíteni. Vasfűrésszel dolgozott, festett panelfestő filccel. Panelfúróval ügyesebb volt, mint néhány nagyobb, 14 év körüli gyerek, pedig még csak szeptemberben megy iskolába! Eddig soha nem csinált ilyen komplex valamit. A 11 éves testvére is segített neki a munkában, például a panelt tartotta neki…

Úgy tűnik, kilátásban van egy 15 éves kislány is, szintén intézetes, a Gyermekek átmeneti otthonában lakik, így ha nekilátunk végre rádiózni, akkor őt is bevonjuk a munkába. Jövő héttől a 11 éves testvére, *Gáborka* is jön táborba, remélhetőleg a tavalyi visszafogottsága megszűnt már és beleszól majd a rádióba!"

HA0KHW közleménye

Mindenki találkozik a napi munkája során azzal a problémával, vajon merre van és milyen a terjedés az RH-sávokban, éppen akkor, amikor van egy kis ideje a rádió mellé ülni. E talány megfejtésére hozta létre az Észak-karolinai DX Alapítvány (NCDXF) a világméretű jeladóhálózatát. Ebben a rendszerben jelenleg 18 beacon működik – egymáshoz pontosan szinkronizálva –, lásd: www.ncdxf.org/beacons.html.

Persze ritkán van időnk és kedvünk végighallgatni több adásperiódust az 5 amatőrsávban, hogy eldöntsük, hol érdemes elkezdeni a munkát.

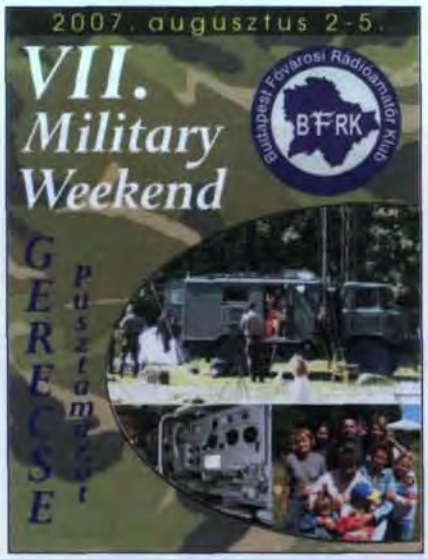
A probléma feloldását könnyítendő, felkerült egy, a HA0KHW klub által üzemeltetett on-line beacon-monitor a HG0PLA digi-átjátszó mellé. A vevő ICOM PCR-1000, az antenna T2FD vertikál. A vevő által gyűjtött adatokat (grafikus formában megjelenítve) mindenki láthatja a Püspökladányi Regionális Rádiós Sportklub weblapján (www.c3.hu/~ha0khw) a Beacon Monitor fülre rákattintva. Elkészült az archív – az előző napok, hetek terjedési lehetőségeit megjelenítő – almenü is. Bármilyen visszajelzést örömmel fogad a rádióklub a ha0khw@c3.hu e-mailcímén.

IARU Rövidhullámú Világbajnokság, 2006

Összesen 50 ITU-zóna 2897 részvevőjét rangsorolták a rendezők. Talán a napfoltminimum időszakának következménye, hogy az egy évvel korábbi 3038-ról csökkent le a jegyzőkönyvek száma. Legnépszerűbb a CW 1.p. kategória volt. Összesen 5 világcsúcs született és ilyen még nem volt a verseny 21 éves történetében: ebből 4-et HA-állomások értek el, valamint további 2 első és számos értékes helyezést szereztek! Íme, a legjobbjaink eredményei az egykezelős állomások versenyében:

CW, *„low power"*: 1. HA8DU 2 278 780 p., világcsúcs, 2. HA3MQ 1 783 540 p. *CW, QRP*: 1. HA5KDQ (op HA7ANT) 1 412 260 p. világcsúcs, 3. HA1WD/P 545 868 p. *Fónia, l.p.*: 1. HG3M (op HA3MY) 1 581 930 p. világcsúcs, 4. HG3X 784 818 p. *Fónia, QRP*: 1. HA8JV 316 731 p. világcsúcs, 5. HA1CC 76 791 p. *Vegyes üzemmód, h.p.*: 1. HA1KSA (op HA1DAC) 3 874 175 p. *Vegyes üzemmód, QRP*: 1. HG5Y (op HA1CW) 960 096 p. *HQ (központi) állomások*: 1. R9HQ 26 342 498 p. világcsúcs, 9. HG0HQ 15 598 011 p. Mindnyájuknak gratulálunk!

2007. január 28-án az MTV Főtér című adásában többek között Nyíregyháza-Sóstóról is közvetítettek. A műsorban 3



percig az amatőrök rádióirányméréséről – a „rádiós rókavadászatról" – is szó volt. Riportalanyként *Orosi János* barátunk szerepelt, aki 32 EB- és VB-érem, ebből 8 VB-arany tulajdonosa!

7. „Military Weekend" a Gerecsén

A Budapest Fővárosi Rádióamatőr Klub – a HA5KDR – 2007. augusztus 2. és 5. között tartotta a hagyományos, magyarországi katonai rádiós hétvégét. A rádióamatőr-rendezvény évek óta a katonairádió-gyűjtők, használók, javítók találkozója, amelyre bárki elviheti üzemképes készülékét és forgalmazhat is vele. Akinek még nincs, azt is szívesen látják. Aki nem tud elmenni, otthon, a megadott frekvenciákon, az éteren át csatlakozhat a találkozóhoz. A szállás saját sátorban, vagy a Pilismaróti tábor területén faházakban, jó kommunális ellátottsággal mindig megoldható. Az étkezés: saját anyagból és közös bográcsos sütés-főzéssel. A találkozó ideje alatt hűtőszekrény, mikrohullámú sütő, rezsó is rendelkezésre áll.

Az első nap a táborépítésé, a pénteki a látogatásoké (ez évben a Gerecse Serédi-nyaralót, a Bajna Rádiómúzeumot és a bajóti „Millenniumi gyűjtemény és tájékoztató központ"-ot lehetett megnézni).

A szombati programban a hivatalos megnyitó, a Katonairádió-gyűjtők baráti körének találkozója, bemutató, játékos vetélkedő és este tábortűz szerepelt. Vasárnap a HA5KDR gerecsei versenyállomását látogatták meg. Egyéb programokból is lehetett válogatni: kirándulás a környéken (a SOTA-megszállottak is kedvükre barangolhattak, hiszen 3 hegycsúcs is van a közelben), az 1372-es pilismaróti Történelmi emlékhely megtekintése, rádiózás, kötetlen baráti beszélgetések...

A rádióklub www.ha5kdr.hu/gallery honlapján sok fénykép látható az eddigi „Military Weekend"-ekről.

Rádióforgalmi csemegék

– 2006 őszutóján német amatőrök egy csoportja az egyik legritkábban aktivizált DXCC-országból, Líbiából forgalmazhatott **5A7A** hívójellel. Kuriózumnak számított a *2 m*-es munkájuk, melynek során a mieink közül is 9-en partnereik voltak. Íme, a szerencsések, akik összeköttetést tudtak teremteni 5A7A-val vagy Föld–Hold–Föld, vagy meteor-scatteres módszerrel: HA5CRQ, HA5CRX, HA5CW, HA5OV, HA5UK, HA6NQ, HA8CE, HA0DU és HA0HO.

– **HA7RY** *Tomi* 2007. július 31-én 40 m-en kapcsolatot létesített távíróval az amerikai KA8TQR-rel, *Dennis Minnick*-kel. Na és, mi ebben a különös – kérdezhetné bárki. A válasz: Dennis OB, aki egyébként nem egy DX-fenomén, csupán 1 W-os adóteljesítménnyel és egy 11 m-es Inverted V antennával kísérletezett! Nem is gondolta, hogy a távoli Magyarországra eljutnak a jelei. Üzenetet küldött rögvest a QSO után Tominak e-maillel. Teljesen „fel volt dobva" és mint írta, nem bízott abban, hogy ezután képes lesz majd aludni, HI! Persze érdeme van HA7RY-nak is, hogy 219/339 RST-vel venni tudta a közepesen gyenge terjedés ellenére is KA8TQR adását. Több hazai és külföldi amatőrtárs is gratulált az összeköttetéshez.

– **HA1ZH** *Zoli* barátunk több, mint 40 éve kapott „lis"-t, azóta építgeti a mind újabb és újabb, ütőképesebb rádióállomását. Eredményességét az elért QSO-k és a kapott QSL-ek is bizonyítják. A 2007 közepén rögzített QSO/QSL DXCC-mérlege:

SSTV-vel 120/116, *PSK31*-gyel 127/98, *RTTY-nal* 182/142 és *vegyes üzemmóddal* 308/296.

A sávonkénti QSO/QSL-arány: *10 m-en* 218/198, *12 m-en* 164/130, *15 m-en* 254/230, *17 m-en* 222/168, *20 m-en* 268/239, *30 m-en* 182/134, *40 m-en* 187/151, *80 m-en* 128/112 és *160 m-en* 57/53.

Zoli OM 1973 óta SSTV-zik és alig akad egy-két olyan módszer, amit még nem próbált ki. Mindegyik kiváló a maga formájában. Ő mégis az MMSSTV-nél maradt, amely versenyben, és a mindennapi QSO-zásban is tökéletes (verzió: 1.11G), mind képszerkesztésben, mind real-time módban. Szabadon letölthető és kevés gyakorlattal is jól használható (http://mmhamsoft.amateur-radio.ca/mmsstv/) – és itt még sok egyéb, jó program is található!



Katonai rádiók



Egy értékes QSL fényképe



Marqueses-szigeteki táj

Callsign	QTH	IOTA	Date	QSO
ZL0AAD	Auckland/New Zealand		15.12.-21.12.1990	1.211
ZL0AAD/ZL7	Chatham Island	OC-038	22.12.1990-17.01.1991	21.843
ZK2XA	Niue	OC-040	20.01.-11.02.1991	15.841
ZK1XL	South Cook Islands	OC-013	14.02.-01.03.1991	10.226
T30RE	Betio, Gilbert Islands Western Kiribati Second Op.: Charlie, HA8IB	OC-017	27.01.-09.02.1992	9.640
T32BW	Kiritimati, Line Islands Eastern Kiribati Second op: Charlie, HA8IB	OC-024	10.02.-02.03.1992	26.420
F00ARE	Tahiti (French Polynesia) Manihi Tahiti	OC-046 OC-131 OC-046	20.02.-26.02.2001 27.02.-06.03.2001 07.03.-10.03.2001	3.216 6.177 1.718
F0/HG9B/P	Tahiti (French Polynesia) Rurutu (Australes) Second op: Sara, HA9SD	OC-046 OC-050	14.10.-17.10.2001 18.10.-05.11.2001	1.486 25.240
T20RE	Funafuti, Tuvalu Second op: Sara, HA9SD	OC-015	02.01.-18.01.2004	5.974
A35RE	Atata Island, Nuku'alofa, Tonga Second op: Sara, HA9SD	OC-049	21.01.-02.02.2004	7.380
3D2RR	Fapufa, Rotuma Island Second op: Charlie, HA8IB	OC-060	27.01.-22.02.2005	16.261
3D2RE	Bekana Garden Island, Lautoka, Fiji Second op: Charlie, HA8IB	OC-016	24.02.-28.02.2005	1.953
F0/HA9G/P	Ferme de Toovii, Nuku Hiva, Marquesas	OC-027	29.01.-17.02.2006	7.150
F0/HA9RE/P	Mataoa Pearl farm, Ahe, French Polynesia	OC-131	20.02.-26.02.2006	2.200
ZK3RE	Fakaofo, Tokelaus	OC-048	03.02.-21.02.2007	12.267
5W0RE	Apia, Western Samoa	OC-097	24.02.-11.03.2007	8.020

HA DXCC Top Bands lista

Hívójel	10	12	15	17	20	30	40	80	160	Össz.
1. HA0DU	330	329	337	334	337	331	334	329	293	2954
2. HA8BE	326	325	335	328	335	327	325	321	287	2909
3. HA8IE	314	306	334	307	333	297	310	309	221	2731
4. HA5BSW	316	308	326	322	333	320	316	276	181	2698
5. HA7UG	318	312	327	323	333	312	313	282	151	2671
6. HA0NAR	327	311	335	321	335	319	309	278	135	2670
7. HA5KG	315	317	330	325	332	321	311	260	125	2636
8. HA3NU	309	295	331	312	336	303	313	282	154	2635
9. HA5AGS	315	311	327	322	330	316	314	275	119	2629
10. HA0HV	311	313	326	326	332	312	312	253	133	2618

– **HA9RE** *„Eli"* 1970-ben kapott amatőradó-engedélyt. Serény rádióforgalmi munkája 18 év alatt meghozta gyümölcsét, ezt bizonyítják pl. a következő, megszerzett trófeák is: 5BDXCC (1983), 5BWAZ (1985) és 5BWAS (1988). Rá 2 évre azután elkezdődött és máig is tart a DXpedíciós „korszak", nem is akármilyen úti célokkal! Különböző hívójelekkel hol egyedül, hol másodoperátorokkal rádiózott „a világ végéről" (lásd: táblázat, jobbra fönt).

Toplisták

Nemzetközi viszonylatban háromféle kimutatásban is vezetik mindazok DXCC-országait, akik a ranglétrához bejelentkeznek az eredményeikkel. Csak az elért „élő" DXCC-körzetek számítanak, melyekből 2007 közepén 337 volt. A QSL-es igazolások szükségtelenek. Az egyes sávokban létesített összeköttetések vegyes üzemmódban értendők. A nyilvántartások magukért beszélnek: a *Top Bands* listában az elérhető maximális pontszám 3033, a *Top Mode*-ban 1011, a *Top List*-ben 4044 lehet.

Hazánkban is sikerült szorgos szervezőmunkával megalapozni ezt az érdekes, informatív versengést; évekkel ezelőtt HA0DU kezdeményezte. Később HA0HW vállalta magára a nem könnyű feladatot, ma is folyamatosan mozgósítja a HA-amatőröket és félévente összegyűjti, azután közzéteszi az eredményeiket.

A Top Mode-ba 2007. június végéig 54-en, a másik két nyilvántartásba 90-90-en iratkoztak fel. HA0DU az olaszok által gondozott ranglistákban is az elsők között szerepel.

Egy s más

– A cserkészek világtalálkozóját, közös táborozását négyévente rendezik meg. A 21. Cserkész Világdzsemborit

HA DXCC Top lista

Hívójel	10	12	15	17	20	30	40	80	160	SSB	CW	RTTY	Össz.
1. HA0DU	330	329	337	334	337	331	334	329	293	337	336	321	3948
2. HA8BE	326	325	335	328	335	327	325	321	287	333	335	306	3883
3. HA5BSW	316	308	326	322	333	320	316	276	181	335	330	317	3680
4. HA8IE	314	306	334	307	333	297	310	309	221	335	332	281	3679
5. HA7UG	318	312	327	323	333	312	313	282	151	332	332	300	3635
6. HA5KG	315	317	330	325	332	321	311	260	125	335	334	299	3604
7. HA0NAR	327	311	335	321	335	319	309	278	135	335	335	230	3570
8. HA0HV	311	313	326	326	332	312	312	253	133	334	333	260	3545
9. HA3NU	309	295	331	312	336	303	313	282	154	337	336	219	3527
10. HA6NF	317	305	331	319	335	300	306	243	120	337	336	249	3498

HA DXCC Top Mode lista

Hívójel	SSB	CW	RTTY	Össz.
1. HA0DU	337	336	321	994
2. HA5BSW	335	330	317	982
3. HA8BE	333	335	306	974
4. HA5KG	335	334	299	968
5. HA7UG	332	332	300	964
6. HA8IE	335	332	281	948
7. HA5UK	326	324	283	933
8. HA0HV	334	333	260	927
9. HA6NF	337	336	249	922
10. HA3LI	296	330	284	910

2007. július 27. és augusztus 7. között a britek tartották az Essex grófságban, Chelmsfordban, a Hyland Parkban. Mintegy 10 000 cserkész táborozott és alkalmi amatőr adóállomásuk is volt: **GB100J**, 40 operátorral! A hívójelben a 100-as szám a cserkészmozgalom 100. évfordulójára emlékeztetett.

– Nemzetközi berkekben folyamatos közvélemény-kutatást végeznek, hogy melyek a legritkábban elérhető DXCC-országok (Most wanted DXCC countries). Nos, 2007 közepén ez volt a sorrend:

1. P5 – Észak-Korea
2. 7O – Jemen
3. KP1 – Navassa-sziget

Természetesen a szavazatok száma gyorsan változik, ha egy-egy DX-expedíciónak sikerül adóengedélyt kapnia és működnie az addig régóta inaktív körzetekben. Így kerültek hátrább a sorban a Scarborough-zátonyok, a St. Brandon-szk. vagy pl. a Laccadive-szk. Érdekes, hogy a VK0-ás Heard-sziget már a 8. helyre szorult.

– **KH6HME** *Paul* nyolcszoros világrekorder. A QTH-ja Hilo, Hawaii-szk., BK29GO.

Nyolc V/U/SHF amatörsávban stabilan tartja a távolsági világcsúcsokat



KH6HME

tropovezetéses hullámterjedés tekintetében:

1989. VII. 15.: 220, 432, és 1296 MHz-en 4152 km-t hidalt át az XE2GXQ (N6XQ) állomással.

1991. VII. 28.: 3456 és 5760 MHz-en N6CA volt a QSO-partnere. A QRB 3982 km.

1994. VII. 13.: 902 MHz, N6XQ, 4061 km.

1994. VII. 14.: 2304 MHz, N6CA, 3982 km.

1999. VIII.21.: 144 MHz SSB, W1LP/MM a DL51CE QTH-négyszögből, a távolság 4754 km.

Tulajdonképp az is világcsúcs, hogy valaki egy személyként 8 sávban rekorder. Ezt és a „tropo ducting" terjedés kutatásában végzett úttörő szerepét honorálta az 1999. évi Dayton Hamvention a „Special Achievement Award" adományozásával. KH6HME ma is szorgalmasan kísérletezik a sávokban, melyekben jeladókat is működtet.

Hasznos weboldalak

A 2004-es évkönyvünkben és a Rádiótechnika folyóiratunk DX-híreiben már számos, a rádióamatőrök részére is érdekes webcímzést közöltünk. Most itt is következzen néhány! Persze ezúttal sem törekedhettünk teljességre.

Folyóiratok honlapjai:
Amaterské Radio – www.aradio.cz
CQ Magazine – www.cq-amateur-rad io.com
CQDL – www.cqdl.de
Electron – www.veron.nl/electron/
Funkamateur – www.funkamateur.de
QSP – www.oevsv.at
QST – www.arrl.org/qst
Radiomir KV i UKV – http://radio-mir. com
Swiat Radio – www.swiatradio.com.pl
UKW-Berichte – www.ukw-berichte.de

Főként URH-soknak:
www.dk5ya.de
www.dl8ebw.de
http://g7rau.demon.co.uk
www.MMMonVHF.de
www.ok2kkw.com
www.on4kst.com
www.vhf-contest.com
RN6BN-é: www.73.ru
www.qsl.com/sv2dcd/sounds

Mindenfélék:
www.mrasz.hu
http://ha5mrc.hu
www.ha5khc.hu
www.ha5kdr.hu
www.met.hu
www.ng3k.com
http://wiki.ham.hu
http://hg3ipd.uw.hu
www.hg1r.hu
W4RNL (antennákról): www.cebik.co m/radio.html
WA6BOB: antennákról és sok másról – www.csun.edu~skatz/johnpage/antn.html





Szerkesztőségi csendélet: adócsövek nem amatőröknek

A repülőrádiózás ínyencségei – megfigyelőknek

Horváth Lajos rádióbemondó, HG5TZ

Derült időben, ha feltekintek az égboltra, QTH-m környékén szinte állandóan láthatom, amint repülőgépek húznak el felettünk, fehér, kondenzcsíkok tucatjait hagyva maguk után, kijelölve a pontos útirányukat. Magyarország a légi közlekedés fontos útvonalán fekszik, erre haladnak a gépek Nyugat-Európából a Közel-Keletre, vagy éppen Ázsiába, az északi országokból a déli országokba és vissza. A gépek jelentős része leszállásra, landolásra készül Ferihegyen, majd pedig onnan indulva elhagyja az országot.

A repülés szerelmesei számára már az is jó szórakozás, ha a kondenzcsíkok szabályos rendjéből, a képzelete segítségével kialakítják a légifolyosók, a légi útvonalak nyomvonalát, ahol állandó a jövés-menés. Manapság már a gyerekek is tudják, hogy ezeket a meglehetősen zsúfolt légiútvonalakat rendkívül szigorú, nemzetközileg elfogadott légi-KRESZ szabályozza, s útjuk során a gépeket vezető pilóták és a földi irányítók folyamatos rádiókapcsolatot tartanak egymással.

Először 1958-ban utaztam repülőgépen, a MALÉV IL-14-es gépével, Budapestről Moszkvába. A gép az út során szinte folyamatos rádió-távíró összeköttetést tartott Lvovval, Harkovval, Kijevvel és Moszkvával, ahonnan időjárás-jelentést és más, a repüléshez szükséges adatokat kapott. A gép rádiótávírásza, későbbi barátom *Emmer János* HA5AM (†) volt.

A rádiózás iránt érdeklődők, a rádióhobbisták, a rádióamatőrök hamar felfedezték az időközben fóniakapcsolatra átállt repülőrádiózást, igaz, hogy meghallgatásához különleges vevőkészülék szükséges, mivel a polgári repülés a 118 és 137,825 MHz közötti sávban dolgozik, de AM-módban. Az érdeklődés világszerte olyan nagy, hogy az ipar – jó üzletet látva benne – gyártani kezdte a legkülönfélébb típusú asztali és kézi szkennereket, amelyek a repülősávval is rendelkeznek, s az áruk is elérhető.

Jónéhány ország repülőhatósága is elfogadta eme új hobbi megjelenését. Olyannyira, hogy számtalan nagy nemzetközi repülőtéren olyan megfigyelőpontokat is létrehoztak, ahonnan a gépek mozgása távcsővel követhető, fényképezhető, rádiózásuk pedig – kézi szkennerrel természetesen – a helyszínen meghallgatható. Az új hobbi szenvedélyes hívei, világszerte több százezren is lehetnek, s a népszerű és ismert DX-magazinok számukra külön rovatot tartanak fenn, könyveket adnak ki, melyekből minden szükséges ismeret összegyűjthető, a frekvenciák, a hívójelek, térképek, navigációs adatok stb.

Nálunk Magyarországon is igen népszerű a repülőrádiózás megfigyelése, s a szükséges készülékekhez is hozzá lehet jutni. Bizonyára sokan örömmel veszik, ha közzéteszem azokat az ismereteket, adatokat, amelyek még élvezetesebbé, szórakoztatóbbá teszik ezt a rádióhobbit.

Mivel a repülésirányítás világszerte elfogadott nyelve az angol, így írásomban néhány speciális kifejezést én is ezen a nyelven írok le, ezeket használom; annál is inkább, mivel a nagyközönség körében is így ismertek, így használatosak.

Indulás-érkezés

A gépek felszállás előtt, ill. leszállás után a gurulóutakon is irányításra szorulnak. A földi mozgás irányítását a Ground nevű szolgálat végzi, amelynek frekvenciája 121,900 MHz.

A fel- és a leszállást a Tower (TWR, torony) engedélyezi, a frekvenciája 118,100 MHz. A toronnyal viszonylag rövid ideig, kb. 5 kilométeres körzetben tartják a pilóták a kapcsolatot. Különleges leszállások alkalmával, amikor sűrűn érkeznek a gépek – a földetérés előtti néhány percben – a Director veszi át a gépeket, s precíziós irányítása a 119,500 MHz-en hallható.

A Ferihegyi repülőtér kb. 50 km-es körzetében – induláskor és érkezéskor is – az Approach (a közel-körzeti irányítás) tart kapcsolatot a gépekkel 129,700 MHz-en. Rendkívül sűrű forgalom esetén belép a 122,975 MHz-en működő Approach is, az egyik az ország nyugati, a másik a keleti felének forgalmát irányítja.

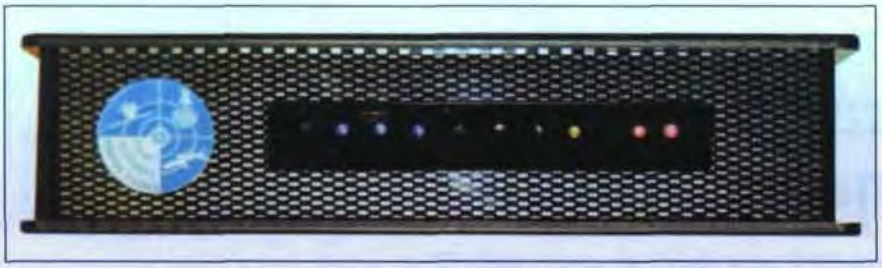
A távolkörzeti irányítást az Area Control Center (ACC) végzi, az országot több körzet szerint felosztva. (Frekvenciájukat alább ismertetem.)

Ferihegyről folyamatosan sugároz meteorológiai és egyéb repülési adatokat az Automatic Terminal Information Service (az ATIS) 127,400 és 132,375 MHz-en.

Az elmúlt esztendőkben Magyarországon is megszaporodott a kisgépes forgalom, s ma már számos magánember is üzemeltet repülőgépet. Mivel ezek a gépek sem kóborolhatnak csak úgy, a kedvük szerint az égbolton, ők is radarellenőrzés alatt állnak, továbbá kötelesek a rádiós irányítással kapcsolatot tartani. Ezt a feladatot a Tájékoztató látja el, amelynek frekvenciája 128,950 MHz (Kelet) és 125,500 (Nyugat).

Több más repülőtér is van az országban, amelyek részben az utasforgalmat, részben a sportrepülést, továbbá más repülési célokat szolgálnak.





Az SBS-1 típusú virtuális radarkészülék előlapja

Ezek közül a legnagyobbak frekvenciái a következők [MHz]:

- Tököl 119,750 és 127,555,
- Debrecen 125,900,
- Budaörs 124,500,
- Békéscsaba 124,500,
- Siófok-Kiliti 125,800,
- Dunakeszi 129,800,
- Dunaújváros 122,700,
- Esztergom 127,600,
- Farkashegy 125,600,
- Fertőszentmiklós 124,450,
- Gödöllő 118,650,
- Gyöngyös 121,700,
- Gyúró 130,300,
- B.pest-Hármash.hegy 121,700,
- Kaposvár 124,500,
- Kiskunfélegyháza 135,200,
- Miskolc 132,200,
- Nyíregyháza 123,200,
- Őcsény 127,900,
- Pécs-Pogány 126,900,
- Pér 129,900,
- Sármellék 127,600.

Átjárófolyosók

Országunk rendkívül fontos, forgalmas légiútvonalakon fekszik, több földrész irányába is felettünk haladnak keresztül a gépek, így az átmenő forgalmat irányító Area Control Center (ACC) frekvenciáin szinte folyamatosan hallható a gépek irányítása. Talán el sem hisszük, de a téli időszakban naponta kb. 1200, nyáron pedig mintegy 2000–2500 gép is átrepül az ország légterén. A bejelentkezés minden gépnek kötelező, s általában a következőképpen zajlik le.

A velünk szomszédos országok körzeti irányítója, aki addig tartotta a pilótával a kapcsolatot, a navigációs pont felett járó gépnek megadja azt a magyar frekvenciát, amelyen a továbbiakban az irányítás folyik. Ezen a frekvencián a gép pilótája rövid szabványszövegben elmondja a hívójelét, a belépőpontot, amely felett jár, majd a kilépőpontot, amely felé tart, valamint a repülési magasságot is. A magasságot feet-ben (lábban) mérik; repülési szintekre osztják: pl. Flight Level 130 = 130 000 láb.

A forgalmas időszakokban egy-két percenként jelentkeznek az újabb gépek, ilyenkor újabb irányítók lépnek munkába, s a körzeten kívül, magasságok szerint is folyik az irányítás.

Magyarországon az ACC legfontosabb frekvenciái a következők: 128,100, 130,575, 133,200, 135,205, 135,550, 136,175 és 136,375 MHz.

Az országhatár mentén több tucatnyi be- és kilépőpont van, amelyeket a nemzetközi polgári repülőszervezet, az ICAO szigorú szabályai szerint 5 betűből álló, jól megkülönböztethető nevekkel látják el. Íme a legforgalmasabb pontok:

- Szlovákia VAMOG, XOMBA, ALAMU, BUPAN, ERGOM, RUTOL, SOTER, PATAK, BALAP, LITKU, KEKED, PANOK, KERON,
- Ukrajna LONLA,
- Románia KARIL, BADOR, NARKA, BUDOP, DEGET, TEGRI, MOKRU,
- Szerbia PALAR, PALIK, KELEB, TOMPA, BABIT,
- Horvátország BAREB, KOPRY,
- Szlovénia DIMLO,
- Ausztria DESAT, GOTAR, SASAL, STEIN, ARSIN, ABETI, JONNI, BEGLA, KELAN, LALTA, GIGOR.

Nyilván navigációs okokból, de egy-egy jelentőpontnak a neve időnként megváltozik. A kilépőpontoknál elbúcsúznak a gépek az irányítóktól és megkapják a szomszéd ország ACC-jének frekvenciáját, majd rögtön átkapcsolnak arra. Mivel a magasan repülő gépeket még az ország légterének elhagyása után is kb. 250-300 kilométeren keresztül lehet hallani, így közlöm a szomszéd országok frekvenciái közül a legforgalmasabbakat:

- Szlovákia 118,300 TWR., 120,900 App., ACC 124,350, 122,225, 122,230, 124,300, 124,350, 124,725, 125,965, 127,090, 127,125, 132,350, 134,475, 134,425 MHz,
- Ukrajna 134,050, 135,100, 135,600 MHz,
- Románia 118,175, 121,375, 122,025, 124,100, 124,350, 127,075, 132,750 MHz,
- Szerbia 119,100 (Info), 123,775, 125,925, 133,450, 135,350 MHz,
- Horvátország 120,700, 129,425, 131,275, 132,125, 133,450, 135,625 MHz,
- Szlovénia légterében az átmenő forgalmat a horvát Zagreb ACC irányítja,
- Ausztria 118,450 és 121,200 TWR., 124,550, 128,200 és 129,050 App.; az ACC 118,725, 121,600, 128,700, 131,350, 131,575, 131,755, 132,160, 132,950, 133,800, 133,965, 133,985, 134,350, 134,725 MHz.

Ha valaki már olyan régen figyeli a repülőgépek rádióforgalmazását, mint én, akkor a képzeletében úgy alakult ki Európa légitérképe, mint egy belső radarképernyő. Ekkor szinte magunk előtt láthatjuk a száguldó gépek sokaságát.

Napjainkban azonban létezik egy ennél sokkal élvezetesebb és pontosabb módszer is ahhoz, hogy a szemünkkel is figyelemmel kísérjük a lakóhelyünk feletti égbolt légi forgalmát.

A virtuális radar

Mivel a repülés és a légiirányítás az elmúlt évtizedekben sok-sok rádióhobbista, DX-er és rádióamatőr figyelmét felébresztette, így természetes, hogy a rádiógyártó-ipar – jó üzletet szimatolva – feléjük fordult. Először csak kiváló, a repülőrádiózást venni képes készülékekkel jelentek meg ezen az újonnan kialakult piacon, most azonban a Kinetic Avionics angol cég egy egyedülálló készüléket (**fotó**) ajánl ennek a népes tábornak.

Képzeljük el: otthon, a karosszékünkben ülve, egyszer csak lehetőségünk támad arra, hogy a számítógépünk képernyőjén, egy a valóságos radarral megegyező módon, figyelemmel kísérhetjük a repülőgépek mozgását, leolvashatjuk az azonosítójelüket, a magasságukat, valamint az egyéb ada-

A RÁDIÓZÁS VILÁGA
SANGEAN



Sangean WFR-20 internet rádió

Optitech Kft
e-mail: info@optitech.hu • internet: www.optitech.hu
Cím: 1161 Budapest, Rákosi út 131. • Tel.: (1) 402-1373, Fax: (1) 402-1374

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

TRAFO H&M Kft.
4400 Nyíregyháza,
Derkovits u. 132-136.
Tel./fax: 06-42-422-024
hmtrafo@axelero.hu
www.hmtrafo.hu
Híradásipari
TRANSZFORMÁTOROK
hálózati, kimenő, fojtó, szűrő tekercsek, toroid, M, EI, ferrit kivitelben

Ω OMEGA ELEKTRONIKA Ω
CCD-kamerák, PMR-rádiók, GPS-ek, ACCUCELL 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

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

taikat. Manapság ez már nem csupán képzelet és álmodozás, hanem létező valóság!

A Kinetic Avionics ez idáig professzionális repülési műszerek és felszerelések gyártójaként volt ismert, most egy rendkívül ötletes berendezéssel jelent meg a piacon: az SBS-1 típusjelű készülék egy virtuális radar, de a repülőgépek mozgásának valós idejű képét mutatja (**képernyőkép**). www.kineticavionics.co.uk

A repülőgépek fedélzetén kötelezően működik egy viszonylag új berendezés, a másodlagos radar (Secondary Surveillance Radar, SSR). A földi irányítás radarjeleire válaszolva, a repülőgép legfontosabb adatait visszasugározza a földre: adja a gép azonosítójelét, haladási irányát, magasságát, valamint például még az üzemanyagának mennyiségét is! Ezek az adatok természetesen a földi irányítás radarképernyőjén is megjelennek. A másodlagos radarok 1090 MHz-en dolgoznak, a jeleiket a Kinetic Avionics SBS-1 is képes venni, feldolgozni és számítógép képernyőjén megjeleníteni.

Az SBS-1 alapegység mindössze 190 × 150 × 53 mm méretű, s ehhez csatlakoztatható egy kb. 30 cm-es, mágnestalpas antenna. Az egység tartozéka még az USB-kábel, amelynek segítségével a berendezés a számítógéphez kapcsolható. A legfontosabb tartozék azonban az SBS-1 „esze": egy szoftver CD-n.

A berendezés üzembehelyezése, kezelése és működtetése nem túl bonyolult. A szoftver betöltése kb. 1 percet vesz igénybe. A bekapcsolás után a használat helyének földrajzi koordinátáit kell megadni, s ennek nyomán a képernyőn megjelenik a szükséges térkép, a jelentőpontok, a repülőterek, a földi rádiónavigációs eszközök.

A térkép egyébként az egér és a számítógép billentyűinek segítségével zúmolható, jobbra-balra, föl és le elmozdítható.

Az SBS-1 előlapján színes LED-ek mutatják, hogy a berendezés működik. Ha az antenna elhelyezése is megfelelő, azaz kör-körös a „látása", akkor néhány másodperc elteltével megjelennek – a térképpel már megrajzolt képernyőn – az észlelt repülőgépek szimbólumai, mellettük a gépek legfontosabb adatai: a hívójel, a magasság (lábban) és az irány (fokban).

A képernyő megosztható, s míg a bal oldalon a légtér helyzetét ábrázoló radarkép látszik, a kisebbik, a jobb oldali oszlopban valamennyi „látható" gép, valamivel részletesebb adatai olvashatók. Ebben az oszlopban egy repülőgép-szimbólum mutatja a haladási irányt, színes zászlócska a tulajdonos országot. Ebben a rovatban látható továbbá a gép úgynevezett Hex-kódja, (ez a hatjegyű számsor a gép fontos azonosítója, belőle sok adata megtudható), repülési magasság, sebesség, irány, valamint helyzetének földrajzi koordinátái.



A virtuális radar PC-s képernyője

Egy kiválasztott gép szimbólumára kattintva, újabb adatok jelennek meg a képernyőn, például a gép regisztrációs helye, az üzemeltető cég neve, konstrukciós száma stb.

Az SBS-1 a földi irányítás és a gépek közötti beszédrádiózást nem veszi; hogy az illúzió teljes legyen, ez utóbbi célra egy, a repülősávban működő vevőkészüléket célszerű alkalmazni, s a frekvenciákat ismerni kell.

Mi látható a képernyőn?

Az SBS-1 rendkívül sokat tudó, ügyes kis szerkezet, de hogy mi látható a képernyőn, az elsősorban a vételi helyszín terepadottságaitól függ. Mivel a rádióhullámok a fény tulajdonságai szerint terjednek, ezért a sikeres vétel érdekében az antennának „látnia" kell a jel forrását. A Flight Level (FL) 330-on és még magasabban haladó gépek jeleit kb. 400 km távolságig képes venni és feldolgozni.

Jó vétel esetén a képernyőn színjelzések is fontos tájékoztatást nyújtanak: a szimbólumok és az adatok kék, sárga és fehér színben tünnek fel attól függően, hogy emelkednek, süllyednek, vagy állandó magasságon repülnek a gépek.

A leszálló gépek szimbólumai – amikor elérik a kb. 600 méteres szintet – eltűnnek a képernyőről, mivel az SBS-1 a földi akadályok miatt a jeleiket már nem képes venni.

Javít a helyzeten, ha az antennát a szabadban, minél magasabban helyezik el. Ebben az esetben azonban a mágnestalpas antennát fémlapon kell elhelyezni, s rendkívül jó minőségű levezetőkábelt kell alkalmazni, különben jelentős veszteség keletkezik.

Mivel az alkalmazott szoftver a Föld bármely pontjának légitérképét és a megfigyeléshez szükséges adatait tartalmazza, így a Kinetic Avionics SBS-1 szinte mindenütt üzembe helyezhető, hogy egészen különleges élvezetet nyújtson a repülés „amatőr szerelmeseinek".

Sok kis kapcsolás

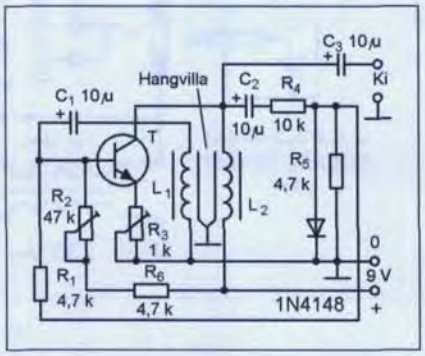
Hobby Elektronika *című folyóiratunk első (1990. júniusi) számától igen nagy népszerűségnek örvendett az abban rendszeresen jelentkező* „skk – sok kis kapcsolás" *rovat. Napjainkban ezen régebbi számok gyakorlatilag beszerezhetetlenek és a közismert mottó – Egy újszülöttnek minden vicc új! – elektronikabeli variánsa is igaz.*

Évkönyvünkben most továbbfolytatjuk a régebbi Hobby Elektronika évfolyamok skk-tallózását.

SCART-csatlakozók 2.

A 2007-es évkönyv SKK revűjének a 26. ábráján az univerzális csatlakozó leggyakrabban használt érintkezőinek szerepét ismertettük, egy egyszerű példával. Amennyiben olyan készüléket csatlakoztatunk, amelyik kivezetett RGB színjeleket is szolgáltat (pl. mérőjel-generátor, számítógép), továbbá a fogadó készülék e színjeleket fel is tudja dolgozni, akkor az **1. ábrán** vázolt huzalozást kell elkészítenünk. Az eddig nem szerepelt kivezetések:

5. Kék (B) test
7. Kék (B)
9. Zöld (G) test
11. Zöld (G)



2. ábra

13. Vörös (R) test
15. Vörös (R)
16. Kioltójel

A 10., a 12. és a 14. csatlakozópont egyelőre még csak tartalék, nincs funkciójuk, bekötésük mellőzhető. (Későbbi rendszertechnikai fejlesztések során szükség lehet majd rájuk. A kábel két vége, csakúgy mint a hivatkozott egyszerű változaté, egymással felcserélhető.

A hangágakban (4 db) egyszerű egyeres árnyékolt kábelt alkalmazzunk. A többi árnyékolt ág jó minőségű, 75 Ω-os, hajlékony, kis átmérőjű koaxból készüljön.

Oszcillátor hangvillával

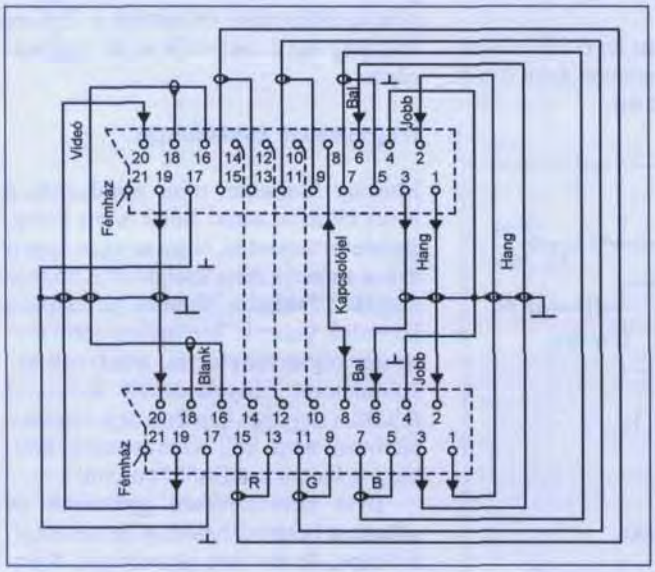
Szokatlannak tűnő rezgéskeltő kapcsolását szemlélteti a **2. ábra**, ahol is a frekvenciát egy mechanikai rezonátor, a zeneszerszámok világából ismert hangvilla stabilizálja, ill. határozza meg.

A hangvilla felső, szabadon rezgő ágaihoz egy-egy (pl. leselejtezett telefonokból származó) dinamikus hallgatóbetétet (L_1 és L_2) közelítünk, amelyekről a membránt előzőleg eltávolítottuk. A tranzisztort pl. a BC-sorozat npn tagjai közül választhatjuk ki (BC182B, 546B, 547C, 548B, 549C).

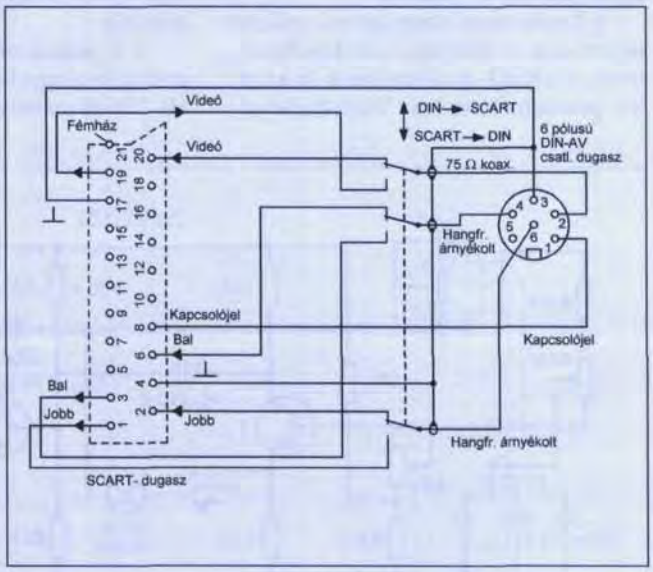
SCART-csatlakozók 3.

A gyűjtők kezén még találhatók DIN-AV típusú csatlakozóval szerelt videomagnók és tv-készülékek. E hatpólusú csatlakozó jellegzetessége, hogy ugyanaz az érintkezője mind bemenetként, mind pedig kimenetként is szolgál a „mögöttes" készülék üzemállapotától függően, ezért a többi rendszerhez csak átkapcsolóval vagy örökös átdugaszolgatással csatlakoztatható.

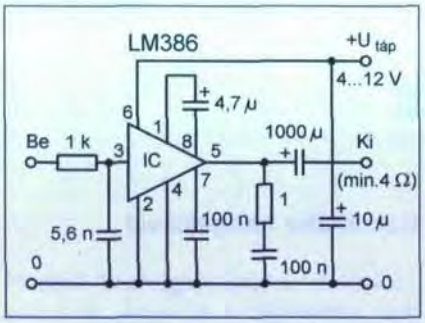
A **3. ábrán** a SCART-rendszerekhez illesztő DIN-AV összekötőkábel



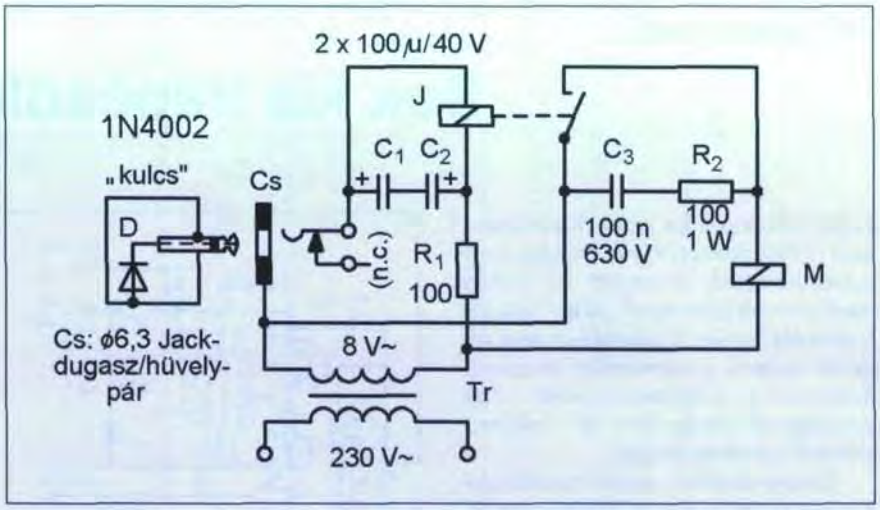
1. ábra



3. ábra



4. ábra



6. ábra

huzalozása látható. Az ide-oda irányt egy kézi, „hárommorzés" kapcsolóval váltanunk kell. Az átkapcsolás természetesen egy kis relével is megoldható, amit a kapcsolójel működtethet.

Félwattos hangerősítő

áramkört szemléltet a **4. ábra**, amely tulajdonképpen az LM386 típusú IC alapkapcsolásának tekinthető. Az igen kis méretekben is megépíthető erősítő jól alkalmazható például minőségi URH-táskarádió hangfrekvenciás végfokozataként. Az adott elemértékekkel a felső határfrekvencia kb. 16...18 kHz.

Az IC-ről bővebbet olvashattunk, s egy érdekes hídkapcsolását láthattunk a 2003-as RT évkönyv 269. oldalán.

Hangolható hanggenerátor

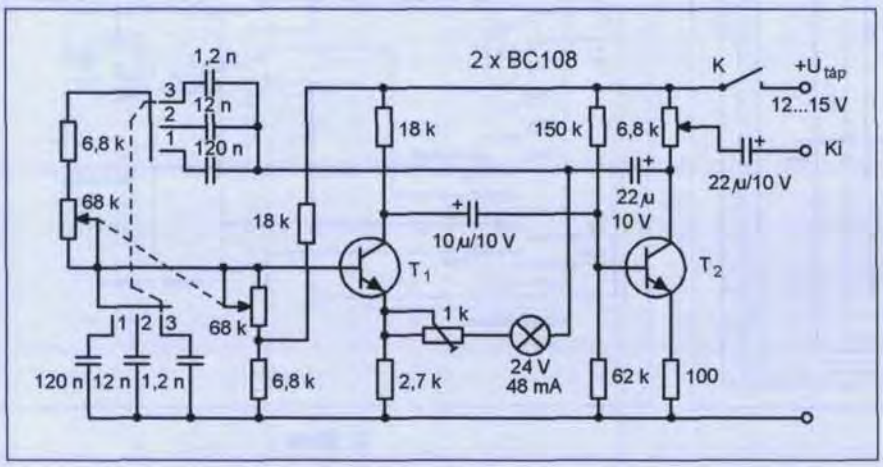
Dekádonként, s azon belül folyamatosan is hangolható frekvenciájú, szinuszrezgést keltő generátor kapcsolási rajzát mutatja az **5. ábra**.

A kétfokozatú tranzisztoros erősítő bemenetén az átkapcsolható kondenzátorok, a 6,8 kΩ-os ellenállások és a kettős potenciométer ún. Wien-hidat alkotnak, ez határozza meg a mindenkori rezgési frekvenciát. A névleges frekvenciasáv-határok az átkapcsoló állásaitól függően:

1. 20 ... 200 Hz,
2. 200 ... 2000 Hz,
3. 2000 ... 20 000 Hz.

A frekvencia folyamatos állítása a kettős potenciométerrel történik. Az izzólámpa amplitúdófüggő negatív visszacsatolást eredményez, amely stabil kimeneti feszültséget biztosít. Az izzó munkapontjának kísérletezés útján történő beállításával (1 kΩ-os trimmer) a jelalak torzítása minimalizálható. (Az izzót pl. a HAM-bazár 12 V/50 mA-es telefon-, vagy rizsszemizzójával, abból 2 db-ot sorosan kapcsolva, helyettesíthetjük.)

A T_2 kollektorában levő 6,8 kΩ-os potenciométerrel a kimeneti szint 0-tól kb. 2 V-ig szabályozható.



5. ábra

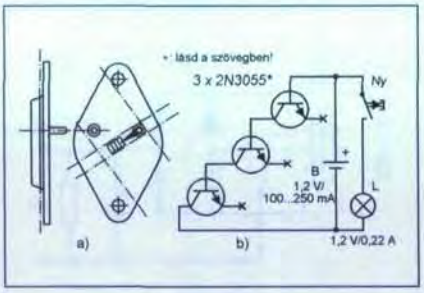
Egyszerű elektronikus zár

A **6. ábrán** bemutatott elektronikus zár ún. „kulcsos" típusú, azok közül is az egyik legegyszerűbb. Lényege: a J, egyenáramú gerjesztőtekerccsel rendelkező jelfogó csak akkor tud meghúzni, ha tekercsére tényleg egyenáram kerül. Ez pedig csak úgy lehetséges, ha a Cs, 6,3 mm-es Jack-hüvelybe egy D diódát tartalmazó kulcsot (Jack-dugót) dugunk. Ha a hüvelyt valaki rövidre zárja, akkor a C_1, C_2 elemekből álló „bipoláris elkó" a relé tekercsét a váltakozó feszültség szempontjából lesöntöli. A diódás kulcs behelyezésekor viszont a dióda egyoldalas egyenirányítóként szerepel és az 50 µF-os kondenzátorral egyenértékű puffert a Tr csengőtrafó szekunder feszültségének csúcsértékére tölti fel, ezáltal a 12 V-os relé meghúz és aktiválja az M mágneszárat.

Napelemes zseblámpa

Murphy szelleme, mint mindenütt, a nyári táborok sátrai felett is ott lebeg. Szinte természetes, hogy az elem éppen akkor mondja fel a szolgálatot, amikor zseblámpánkkal a sötétben botladozva keresünk valamit. Mennyivel jobb lenne egy olyan fényforrás, amelynek akkumulátorát fényelemeken keresztül feltölti a ragyogó napfény és a sötétben biztosan nem kell számítanunk arra, hogy a lámpa csütörtököt mond!

Ilyet természetesen gyártanak és nálunk is beszerezhető napelemes tábori lámpa, de ma még igen drágán. Szintén nem olcsóak maguk a fényelemek sem. A megoldás: tönkrement(!), már csak legfeljebb teljesítménydiódaként



7. ábra

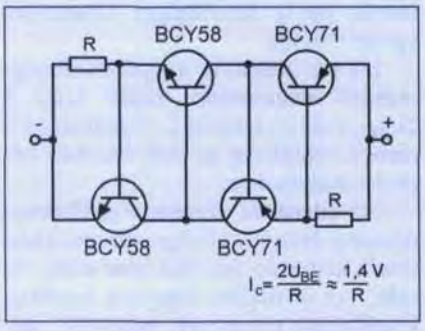
felhasználható 2N3055 tranzisztorok átalakítása fényelemmé.

Céljainknak olyan példányok felelnek meg, amelyeknek bázis-emitter átmenete szakadt. A **7. ábra** a) részletrajza szerint eltávolítjuk három, hibás tranzisztor „kalapját", majd a szaggatott vonalak mentén lefűrészeljük az alaplemezek felesleges részeit is. A művelet közben ügyeljünk arra, nehogy a félvezetőlapka (chip, ejtsd: csip) vagy a bázisréteget a kivezetésével összekötő lemezhíd megsérüljön!

Az így preparált tranzisztorok kitűnő fényelemek: 3 db-ot sorba kapcsolva alkalmasak egy 100–250 mAh-s NiCd akkumulátorcella (gombcella) feltöltésére. A b) ábrarészlet lámpa teljes kapcsolási rajzát mutatja. Mivel a fényelemek diódakarakterisztikájúak, a „naptelep" elégtelen kapocsfeszültsége esetén egyszerűen lezárnak, így nem merítik le az akkumulátort. Töltéskor a fényelemek viszonylag nagy belső ellenállása korlátozza a töltőáramot.

Nagystabilitású áramgenerátor

A korábbi évkönyvek skk tallózásában már több ízben mutattunk be egyszerű eszközökkel megépíthető áramgenerátor-kétpólusokat. A **8. ábrán** látható komplementer-szimmetrikus kapcsolás működési elve hasonlatos a már korábbiakban bemutatott „tranzisztorlánc" megoldáshoz, de hőfokfüggése kisebb, kimeneti ellenállása nagyobb azokénál. Az áramkört célszerű U_{EB}-re összeválogatott tranzisztorokból megépíteni.



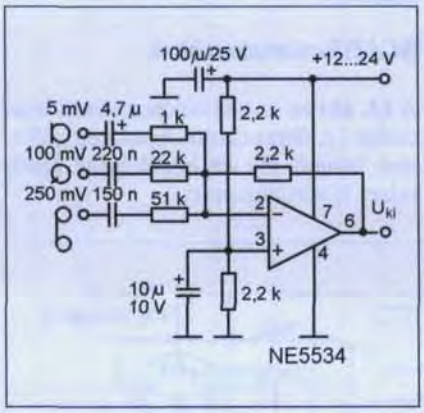
8. ábra

Háromcsatornás HF-keverő

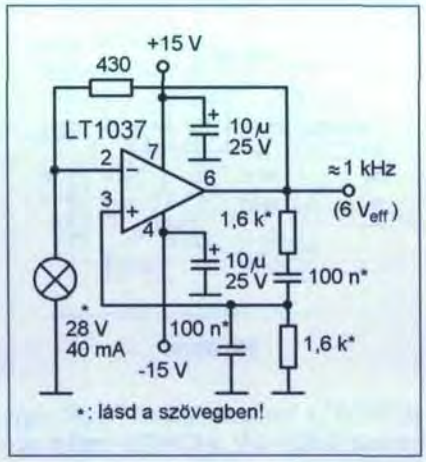
Egyszerűbb HIFI-rendszerekben, a hangfrekvenciás teljesítményerősítő elé kapcsolva, jól használható a **9. ábrán** bemutatott keverő. Az áramkör egy speciálisan kis zajú műveleti erősítőn alapuló háromcsatornás összegező, a bemeneteken DC-leválasztással. A bemeneti ellenállások célszerű megválasztásával különböző érzékenységűre beállított bemenetek mikrofon, rádiótuner és egy magnetofondeck kimenetének jeleit képesek fogadni és keverni.

A kapcsolás egyetlen tápfeszültségről üzemel. A neminvertáló bemenet munkapontját a tápfeszültség-felező osztó állítja be.

Sztereó rendszerekhez természetesen két azonos keverőt kell készíteni. A javasolt OPA helyett TL071 (vagy sztereó keverőben praktikusan NE5532, esetleg TL072) használható. A TL... sorozatú IC-k zajparaméterei gyengébbek!



9. ábra



11. ábra

HF-sávszűrő

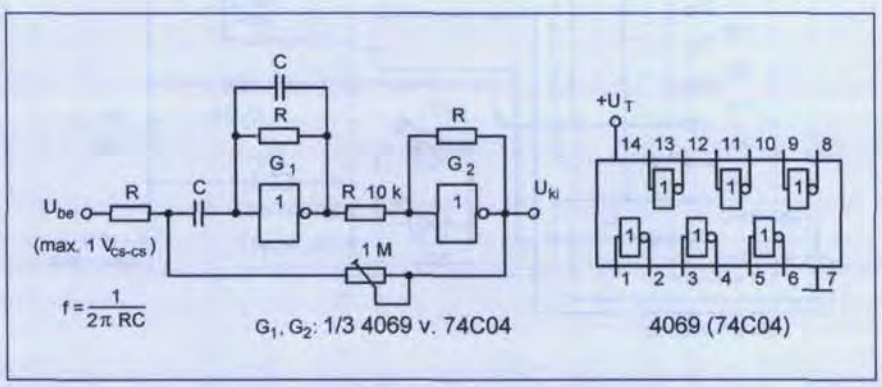
A **10. ábrán** bemutatott kapcsolás érdekessége, hogy az eredetileg kétállapotú logikai kapcsolásokban történő felhasználásra szánt CMOS invertereket lineáris üzemmódban, aktívszűrőként üzemelteti. A szűrő névleges frekvenciája az R-, C-elemektől függ, az ábrán közölt számítóképlet szerint.

A jósági tényező, ezzel az áteresztősáv szélessége, az 1 MΩ-os potenciométerrel állítható be.

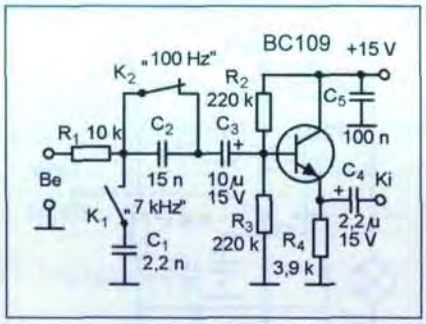
Szuper kis torzítású szinuszgenerátor

A Linear Technology rendkívülinek nevezhető paraméterekkel rendelkező műveleti erősítői ez idáig nemigen tudtak tért hódítani nálunk. (Reménykedjünk, hogy az alkatrészkereskedelem előbb-utóbb „felfigyel" ezen IC-kre is!) Addig is érdemes, legalább képzeletben, foglalkozni az LT-sorozat egyik reprezentánsával, az LT1037-tel.

A szuper-kiszajú műveleti erősítő nyílthurkú feszültségerősítési tényező-



10. ábra



12. ábra

je 2×10^7, a bemeneti ofszet feszültsége csupán 0,025 mV, a CMRR-értéke pedig 117 dB!

A **11. ábrán** látható, végtelenül egyszerű (a Hewlett-Packard cégtől származó) kapcsolás egy szinte elképzelhetetlenül alacsony torzítási tényezőjű, 1 kHz-es Wien-hidas szinuszgenerátor.

A puritán áramkörben a Wien-hidas generátorok működési feltételeként előírt, pontosan háromszoros erősítést a 430 Ω-os ellenállásból és a 28 V/40 mA-es jelzőizzóból álló negatív visszacsatolólánc állítja be. Az amplitúdó stabilizálását az izzó nemlineáris karakterisztikája teszi lehetővé. Az 1 kHz-es jel amplitúdója a kísérleti kapcsolásban alkalmazott izzóval 6 V_{eff} körüli volt, a torzítási tényezője pedig kisebb, mint 0,0025%!

Persze, ennek feltétele a Wien-híd elemeinek igen gondos, legalább 0,1% pontosságú, összeválogatása és a megfelelő izzó kiválasztása.

Hangfrekvenciás zajszűrő

HIFI berendezésekhez is szükséges lehet ki-be kapcsolható sávszűkítő szűrő. Például régi, kopott hanglemezek lejátszásakor a kellemetlen sercegés kiszűrése érdekében célszerű a felső határfrekvenciát korlátozni.

Brummos magnófelvétel vagy dübörgő lemezjátszó problémáját enyhíti az alsó átviteli határfrekvencia korlátozása. Ehhez nyújt segítséget a **12. ábra** áramköre.

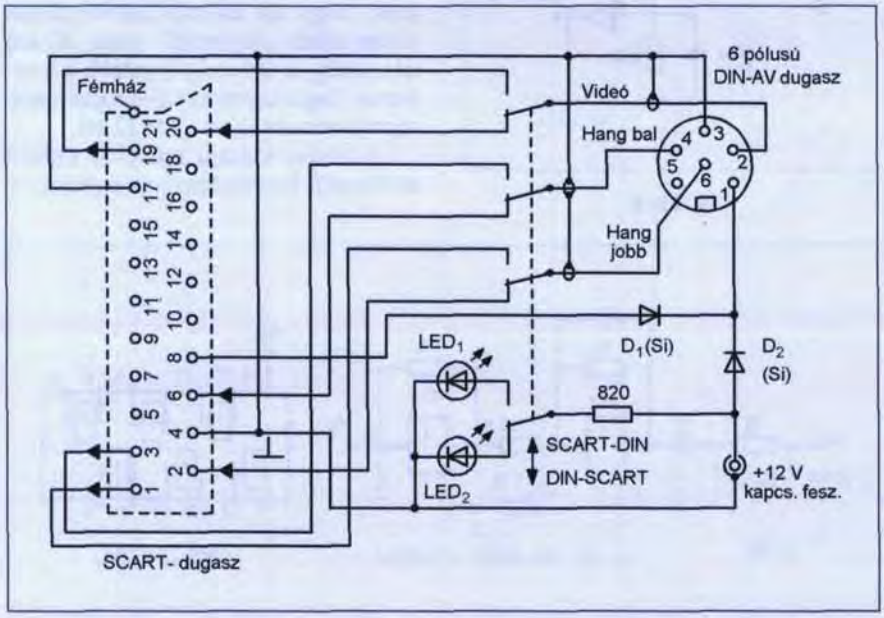
A kapcsolók ábrázolt helyzetében az átvitel „teljessávú" és kb. 0,8-szeres. K_1 zárása esetén a 7 kHz feletti hangok 6 dB/oktáv meredekséggel csökkennek (R_1 és C_1). K_2 nyitásával a kb. 100 Hz alatti jelek csökkennek, szintén 6 dB/oktáv meredekséggel (C_2 és a tranzisztoros fokozat bemeneti ellenállása).

A tranzisztor és a hozzá csatlakozó passzív elemek egy szokványos emitterkövetőt, impedanciaillesztő (elválasztó) áramkört alkotnak, ez azért szükséges, hogy a további fokozatok ne terheljék a szűrőket.

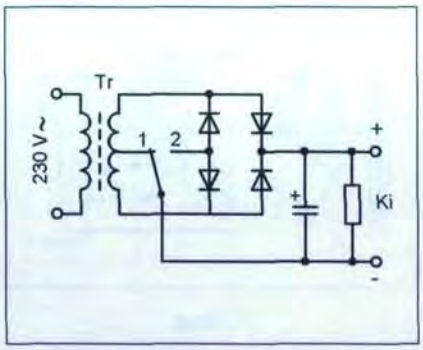
A kapcsolás áramfelvétele kb. 3 mA. A tranzisztor helyén a még kisebb zajú BC413, BC414 típus is alkalmazható.

SCART-csatlakozók 4.

A **13. ábrán** az előzőekben vázolt kapcsolás (3. ábra) továbbfejlesztett változata látható. Az ott közöltek az újabb rajzra is vonatkoznak.



13. ábra



14. ábra

A jel haladási irányáról (SCART→DIN vagy DIN→SCART) egy-egy világítódióda (LED_1 és LED_2) nyújt információt.

Ehhez egy 12 V-os, kis terhelhetőségű tápegység is szükséges, amely a D_2 szilíciumdiódán át a DIN-dugasszal csatlakozó készülék átkapcsolását is megoldhatja. Ez utóbbit szolgálhatja a D_1 diódán át a SCART-os készülékből érkező kapcsolójel is.

A diódák bekötése és polaritása igény szerint változhat, attól függően, hogy mit és mivel szeretnénk átkapcsoltatni, ill. üzemmódot váltatni. Lényeges azonban, hogy a kapcsolófeszültségek szembejutását megakadályozzuk a diódákkal (a katódjuk a közös pontjuk).

A DIN-dugaszt az érintkezőcsapocskák felől nézve ábrázoltuk.

Kettős feszültségű tápegység

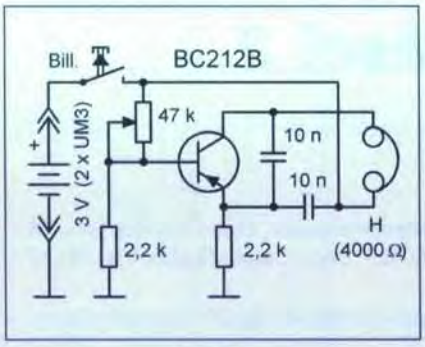
A jól ismert kétoldalas egyenirányító kapcsolások érdekes kombinációját szemlélteti a **14. ábra**.

Az átkapcsoló ábrázolt (1-es) állásában a jobb oldali diódák kétutasan egyenirányítják a hozzájuk tartozó szekunder tekercs feszültségét. A bal oldali, sorosan-ellenkapcsolt diódák nem játszanak szerepet.

A kapcsoló másik állásában a sorosan kapcsolódó szekunder tekercsek immár dupla feszültségét Graetz-híd egyenirányítja.

Ha a diódák nyitóirányú feszültségesésétől eltekintünk, akkor $U_{2KI} = 2U_{1KI}$, azaz a kapcsoló 2. állásában a kimeneti feszültség az első álláshoz képest a duplája lesz.

Az ellenállás szerepe a pufferkondenzátor fele feszültségre történő kisütése a kapcsoló visszaállítása alatt, ill. után. Az ellenállás hiánya a kisebbik feszültségre méretezett fogyasztó „halálához" is vezethet.



15. ábra

Morzegyakorló

A **15. ábrán** bemutatott egyszerű, Colpitts-oszcillátoron alapuló hanggenerátor rezgőköri tekercsét egy 4 kΩ-os fejhallgató sorba kapcsolt tekercsei képezik. A tranzisztor optimális munkapontja (ezzel a hangerő is) a 47 kΩ-os potenciométerrel állítható be. A potméter a két ceruzaelemből álló telep feszültségének csökkenésével időszakos utánállításra szorul. Az áramkör még 1,2 V-ra csökkent telepfeszültségnél is üzemképes! A tranzisztort bármely kisjelű pnp-típussal helyettesíthetjük (BCY78, BC327-40, BC328-40, BC557C, BC559C).

Dinamikakompresszor

Amatőr adókészülékek vagy diszkókeverők túlvezérlésének elkerülésére alkalmas a **16. ábrán** bemutatott dinamikakompresszor. A dinamikus mikrofonhoz való, kis torzítású megoldás a 30 dB dinamikatartományú bemeneti jelet 2 dB dinamikatartományúra korlátozza.

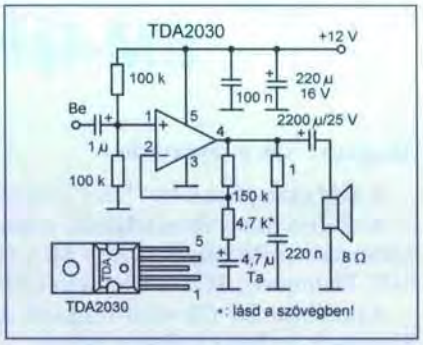
A mikrofonerősítőt az OP_1 invertáló részerősítő képezi, amelynek bemenetére az R_1-gyel párhuzamosan iktatjuk be a T, n-csatornás jFET-et. A FET itt, mint vezérelhető ellenállás szerepel. Kis bemenő jeleknél a FET csatornaellenállása alacsony értékű, így jelentősen söntöli R_1-et. Ezzel OP_1 visszacsatoló hálózata viszonylag nagy erősítésűre állítja be a fokozatot (az erősítés az alkalmazott térvezérlésű tranzisztor paramétereitől függ).

Az OP_1 kimenő jelét az OP_2, fix erősítésű ($A_u = 13$) fokozat tovább erősíti, majd ezt a jelet a dióda egyenirányítja és a C_1 szűri. A dióda anódján fellépő negatív feszültség a lezárás irányába vezérli a FET-et, miáltal annak a drain-sorce közötti csatornaellenállása növekszik, ezzel söntölő hatása csökken. Az R_1-R_2 visszacsatoló hálózat az OP_1 feszültségerősítését teljesen lezárt FET mellett, $A_u = 4{,}5$-re állítja be. (Feltételezve, hogy a nyitott FET csatornaellenállása 200 Ω, a maximális erősítés $A_u = 1 + (20\,000/5600 \times 200)$-ra, azaz kb. 104-re adódik.)

HF végerősítő IC-vel

Jó minőségű táskarádiók, kis, szobahangerőt biztosító hangrendszerek végerősítője gyanánt jól bevált a **17. ábrán** látható TDA2030 típusú integrált áramkörön alapuló végerősítő.

Ez a tok igen jó konstrukciónak tekinthető, a monolitikus HF-erősítők közül kiemelkedik kis torzításával (AB osztályú a kimeneti fokozata). Kimenete túlterhelés-, túlfeszültség- és rövidzárvédett, alkalmazása egyszerű.



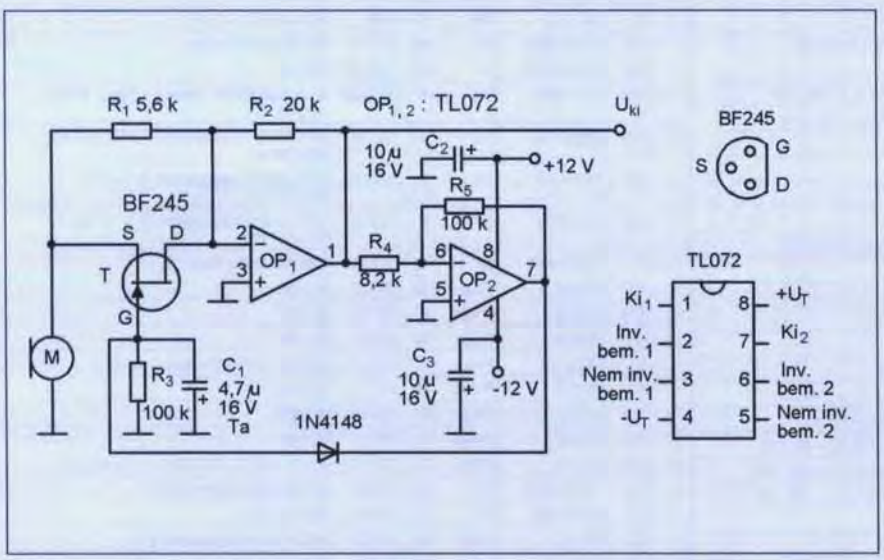
17. ábra

A bemutatott kapcsolás kb. 1,5 W-os kimeneti teljesítményre képes. Ez 4 Ω-os hangszóróval és a tápfeszültség 15 V-ra emelésével 5 W-ra növelhető. Ehhez persze az IC-t nagy méretű, jó hatásfokú hűtőbordára kell szerelni, a kimeneti elkót pedig 4700 µF-ra kell növelni. Az erősítő bemeneti ellenállása 50 kΩ, teljes kivezérléséhez mintegy 100 mV_{eff} jel szükséges. Az erősítés a *-gal jelölt ellenállás csökkentésével növelhető.

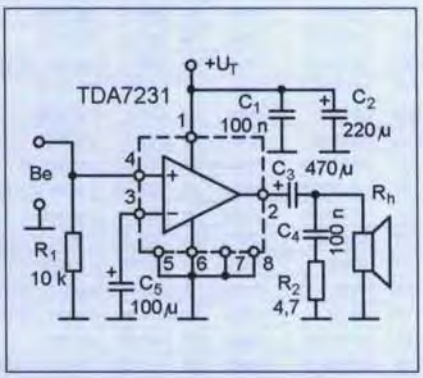
HF-végerősítő TDA7231-gyel

A kisteljesítményű hangfrekvenciás végfok IC-k sorában viszonylag új típusnak minősül a TDA7231. A nyolclábú DIP-tok alapkapcsolását szemléltetjük a **18. ábrán**.

A kapcsolás tápfeszültség-tartománya szinte hihetetlen: 1,8...15 V, de 16 V-ig nem károsodik az IC. $U_T = 6$ V esetén a nyugalmi áramfelvétel tipikusan 3,6 mA. $U_T = 12$ V és $R_h = 8$ Ω esetén a kimeneti teljesítmény 1,8 W, 9 V és 4 Ω esetén 1,6 W, mindekkor a torzítás legfeljebb 10%. Fele kimenő teljesítménynél a torzítás jobb, mint 0,3%. Az erősítés tipikus értéke 38 dB.



16. ábra



18. ábra

SM-félvezetők kódjelölései 2.

Megjegyzések a táblázathoz:

– A *Kód* oszlopban a fe = fehér 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 (digit.) tranzisztorok" csipje a báziskörbe integrált ellenállás(oka)t tartalmaz; vagy egyet, vagy kettőt. A lábkiosztás-vázlatok gyűjteményének végén, külön bekeretezve ábrázoltuk a háromféle variációt, amelyek alapján az e tranzisztorfajtához a *Ekvivalens típus/adatok* mezőben található ellenállásadatok értelmezhetők.

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
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
BKt	BCX71K	Philips	69	SOT-23	BCY79
BK	BCX56-10	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; h_{fe} = 100
BK	BZX399C11	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 11 V/300 mW
BL	MBD54DW	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.; 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
BMt	BSS63	Philips	69	SOT-23	BSS64
BM	BCX55-16	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; 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
BMs	BG427	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	CMDZ2L5	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 2,5 V/250 mW, I_z = 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, h_{fe} = 160...260
BQ	2SC2412K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz.; 50 V/0,15 A, 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
BQ	2SC2412K	Rohm	69	SMT-3	npn tranz.; 50 V/0,15 A, h_{fe} = 180...390
BQ	2SC4081	Rohm	69	UMT-3	2SC2412K
BQ	2SC4617	Rohm	69	EMT-3	2SC2412K
BQ	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, h_{fe} = 210...340
BR	CMDZ47L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 47 V/250 mW, I_z = 0,5 mA
BR1	BSR30	Philips	71	SOT-89	pnp tranz.; 70 V/1 A/1,35 W, h_{fe} = 40...120
BR2	BSR31	Philips	71	SOT-89	pnp tranz.; 70 V/1 A/1,35 W, h_{fe} = 100...300
BR4	BSR33	Philips	71	SOT-89	pnp tranz.; 90 V/1 A/1,35 W, 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, h_{fe} = 270...560
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, 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, 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/1A
BT2	BST16	Philips	71	SOT-89	pnp tranz.; 300V/1A
BU	BCX71GR	Philips	69	SOT-23	BCX79-VII
BU	BZX399C27	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 27 V/300 mW
BV	BZX399C30	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 30 V/300 mW
BW	BCW71HR	Philips	69	SOT-23R	BCX79-VIII
BW	BZX399C33	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 33 V/300 mW
BX	BCW71JR	Philips	69	SOT-23R	BCX79-IX
BX	BZX399C36	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 36 V/300 mW
BY	BCW71KR	Philips	69	SOT-23R	BCX79-X
BY	BZX399C39	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 39 V/300 mW
BZ	BZX399C43	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 43 V/300 mW
C	BB565	Siemens	64	SCD-80	UHF varikap; 2...20 pF
C	BB179B	Philips	64	SOD-523	UHF varikap; 2...11 pF
C fe	BAT165	Siemens	64		Schottky kapcsolódióda; 40 V/750 mA
C	RN262CS	Rohm	64	VMN-2	pin-dióda
C	KV1832E	Tok	64	URD	UHF varikap; 4...17 pF
C0	HSMS-2820	HP	58	SOT-23	HP2835 Schottky dióda
C0	HSMS-282B	HP	58	SOT-323	HP2835
C06	DDX123JU	Dio	8	SOT-363	kettős digitális tranz. pnp/npn; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
C06	DDX123JK	Dio	8	SOT-26	kettős digitális tranz. pnp/npn; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
C07	DDX143TU	Dio	8	SOT-363	kettős digitális tranz. pnp/npn; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
C07	DDX143TK	Dio	8	SOT-26	kettős digitális tranz. pnp/npn; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
C1	HSMS-2821	HP	66	SOT-23	HP2835 Schottky dióda
C1	BCW29	Philips	69	SOT-23	BC178A
C1p	BCW29	Philips	69	SOT-23	BC178A
C1t	BCW29	Philips	69	SOT-23	BC178A
C1	BFQ51C	Philips	1	SOT-173	pnp tranz.; (BFR90A komplementer párja)
C2	BCW30	Philips	69	SOT-23	BC178B
C2p	BCW30	Philips	69	SOT-23	BC178B
C2t	BCW30	Philips	69	SOT-23	BC178B
C2	BFQ32C	Philips	1	SOT-173	pnp RF-tranz.; f_T = 4.5 GHz @ 15 V/100 mA
C2	HSMS-2822	HP	59	SOT-23	HP2835 kettős Schottky dióda
C2	HSMS-282C	HP	59	SOT-323	HP2835 kettős
C2	SST112	Temic	61	SOT-23	J112 n-csat. analóg kapcsoló jFET
C2	EDZ5.6B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 5,6 V/150 mW

Kód	Típus	Gyártó	Be-kö-tés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
C2	VDZ5.6B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 5,6V/150 mW
C2A	ZDC833A	Zetex	57	SOT-23	kettős, közös katódú varikap; 28 V, 15 pF @ 2 V
C3	HSMS-2823	HP	56	SOT-23	HP2835 kettős
C3	BFQ23C	Philips	1	SOT-173	pnp tranz.; (BFP91A komplementer párja)
C3	SMBT4126	Siemens	69		2N4126
C3	1SS302		57		kettős, közös katódú dióda
C3	SST113	Temic	61	SOT-23	J113 analóg kapcsoló jFET
C3T	1PS226	Philips	59	SOT-346	kettős, soros gyors dióda; 80 V
C4	BCW29R	Philips	72	SOT-23R	BC178A
C4	HSMS-2824	HP	57	SOT-23	HP2835 kettős
C5	MMBA811C5	Motorola	69		2N5086 pnp tranz.; h_{fe} = 135...270
C5	BCW30R	Philips	72	SOT-23R	BC178B
C5	HSMS-2825	HP	73	SOT-143	HP2835 kettős
C5	MMSZ5225	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3 V 5%/300 mW
C5	EDZ30B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 30 V/150 mW
C5	VDZ30B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 30 V/150 mW
C5A	ZDC834A	Zetex	57	SOT-23	kettős közös katódú varikap; 28 V, 47 pF @ 2 V
C6	MMBA811C6	Motorola	69		2N5086 pnp tranz.; h_{fe} = 200...400
C7	MMBA811C7	Motorola	69		2N5086 pnp tranz.; h_{fe} = 300...600
C7	HSMS-2827	HP	23	SOT-143	HP2835 négyes (ring)
C8	HSMS-2828	HP	24	SOT-143	HP2835 négyes
C8	BCF30	STM	69	SOT-23	BC559B
C8	MMBA811C8	Motorola	69		2N5086 pnp tranz.; h_{fe} = 450...900
C11	SST111	Siliconix	61	SOT-23	J111 n-csat. jFET
C12	SST112	Siliconix	61	SOT-23	J112 n-csat. jFET
C12	DDX114TU	Dio	8	SOT-363	kettős digitális tranz. pnp/npn; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA
C12	DDX114TK	Dio	8	SOT-26	kettős digitális tranz. pnp/npn; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA
C13	SST113	Siliconix	61	SOT-23	J113 n-csat. jFET
C13	DDX114EU	Dio	8	SOT-363	kettős digitális tranz. pnp/npn; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA
C13	DDX114EK	Dio	8	SOT-26	kettős digitális tranz. pnp/npn; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA
C14	DDX114YU	Dio	8	SOT-363	kettős digitális tranz. pnp/npn; R_1 = 47 kΩ, 50 V/100 mA
C14	DDX114YK	Dio	8	SOT-26	kettős digitális tranz. pnp/npn; R_1 = 47 kΩ, 50 V/100 mA
C17	DDX124EU	Dio	8	SOT-363	kettős digitális tranz. pnp/npn; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
C17	DDX124EK	Dio	8	SOT-26	kettős digitális tranz. pnp/npn; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
C20	DDX144EU	Dio	8	SOT-363	kettős digitális tranz. pnp/npn; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
C20	DDX144EK	Dio	8	SOT-26	kettős digitális tranz. pnp/npn; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
C38	SST5638	Siliconix	61	SOT-23	2N5638
C39	SST5639	Siliconix	61	SOT-23	2N5639
C40	SST5640	Siliconix	61	SOT-23	2N5640
C41	SST4091	Siliconix	61	SOT-23	2N4091
C42	SST4092	Siliconix	61	SOT-23	2N4092
C43	SST4093	Siliconix	61	SOT-23	2N4093
C48	CMHD4448TR	Vishay	64	SOD-123	1N4448
C56	SST4856	Siliconix	61	SOT-23	2N4856
C57	SST4857	Siliconix	61	SOT-23	2N4857
C58	SST4858	Siliconix	61	SOT-23	2N4858
C59	SST4859	Siliconix	61	SOT-23	2N4859
C60	SST4860	Siliconix	61	SOT-23	2N4860
C61	SST4861	Siliconix	61	SOT-23	2N4861
C91	SST4391	Siliconix	61	SOT-23	2N4391
C92	SST4392	Siliconix	61	SOT-23	2N4392
C93	SST4393	Siliconix	61	SOT-23	2N4393
CA	BCW61AR	Philips	72	SOT-23R	BCY78-VII
CA	BCP68	Motorola	71	SOT-223	npn tranz.; 20 V/1 A
CA	ZMV829B	Zetex	64	SOD-323	varikap; 28 V, 8,2 pF @ 2 V
CA	MMSZ4691	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 6,2 V 5%/350 mW
CA	MMBZ4691	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 6,2 V 5%/350 mW
CB	BCX68-10	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; 20 V/2 A, $h_{fe} \geq 100$
CB	BCW61BR	Philips	72	SOT-23R	BCY78-VIII
CB	ZMV830B	Zetex	64	SOD-323	varikap; 28 V, 10 pF @ 2 V
CC	BCW61CR	Philips	72	SOT-23R	BCY78-IXX
CC	BCX68-16	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; 20 V/2 A, $h_{fe} \geq 160$
CC	ZMV831B	Zetex	64	SOD-323	varikap; 28 V, 15 pF @ 2 V
CC	ZMDC831B	Zetex	57	SOT-323	ZMV831B kettős, közös katódú dióda
CC1	CMHZ5221B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 2,4 V 5% /500 mW
CC2	CMHZ5222B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 2,5 V 5% /500 mW
CC3	CMHZ5223B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 2,7 V 5% /500 mW
CC4	CMHZ5224B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 2,8 V 5% /500 mW
CC5	CMHZ5225B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 3 V 5% /500 mW
CC10	CMPZDC27V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 27 V/350 mW
CC11	CMPZDC30 V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 30 V/350 mW
CC12	CMPZDC33V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 33 V/350 mW
CC13	CMPZDC36V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 36 V/350 mW
CC14	CMPZDC39V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 39 V/350 mW
CC15	CMPZDC43V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 43 V/350 mW
CC16	CMPZDC47V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 47 V/350 mW
CCW3	CMPZDC2V4	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 2,4 V/350 mW
CCW4	CMPZDC2V7	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 2,7 V/350 mW
CCW5	CMPZDC3V0	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 3 V/350 mW
CCW6	CMPZDC3V3	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 3,3 V/350 mW
CCW7	CMPZDC3V6	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 3,6 V/350 mW
CCW8	CMPZDC3V9	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 3,9 V/350 mW
CCW9	CMPZDC4V3	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 4,3 V/350 mW
CCY1	CMPZDC11V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 11 V/350 mW
CCY2	CMPZDC12V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 12 V/350 mW
CCY3	CMPZDC13V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 13 V/350 mW
CCY4	CMPZDC15V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 15 V/350 mW
CCY5	CMPZDC16V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 16 V/350 mW
CCY6	CMPZDC18V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 18 V/350 mW
CCY7	CMPZDC20V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 20 V/350 mW
CCY8	CMPZDC22V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 22 V/350 mW
CCY9	CMPZDC24V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 24 V/350 mW
CCZ1	CMPZDC4V7	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 4,7V/350 mW
CCZ2	CMPZDC5V1	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 5,1 V/350 mW
CCZ3	CMPZDC5V6	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 5,6 V/350 mW
CCZ4	CMPZDC6V2	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 6,2 V/350 mW
CCZ5	CMPZDC6V8	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 6,8 V/350 mW
CCZ6	CMPZDC7V5	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 7,5 V/350 mW
CCZ7	CMPZDC8V2	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 8,2 V/350 mW
CCZ8	CMPZDC9V1	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 9,1 V/350 mW
CCZ9	CMPZDC10V	CSC	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 10 V/350 mW
CD	BCW61DR	Philips	72	SOT-23R	BCY78-X
CD	BCX68-25	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; 20 V/2 A, $h_{fe} \geq 250$
CD	ZMV832B	Zetex	64	SOD-323	varikap; 28 V, 22 pF @ 2 V
CD	ZMDC832B	Zetex	57	SOT-323	ZMV832B kettős, közös katódú dióda
CDs	BSS81B	Siemens	69	SOT-23	npn kapcsolótranz.; 35 V/0,8 A
CD1	CMHZ5226B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 3,3 V 5%/500 mW
CD2	CMHZ5227B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 3,6 V 5%/500 mW
CD3	CMHZ5228B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 3,9 V 5%/500 mW
CD4	CMHZ5229B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 4,3 V 5%/500 mW
CD5	CMHZ5230B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 4,7 V 5%/500 mW
CE	BCP69	Motorola	71	SOT-223	pnp tranz.; 20 V/1 A
CE	ZMV833B	Zetex	64	SOD-323	varikap; 28 V, 33 pF @ 2 V
CEs	BSS79B	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.; 40 V/0,8 A, h_{fe} = 40...120
CE1	CMHZ5231B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 5,1 V 5%/500 mW
CE2	CMHZ5232B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 5,6 V 5%/500 mW
CE3	CMHZ5233B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 6 V 5%/500 mW
CE4	CMHZ5234B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 6,2 V 5%/500 mW
CE5	CMHZ5235B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 6,8 V 5%/500 mW
CEC	BC860	Philips	71	SOT-89	BC369 npn tranz.; 20 V/1 A
CF	BSS79C	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.; 40 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 100$
CF	BCX69-10	Siemens	71	SOT-89	pnp tranz.; 20 V/2 A, $h_{fe} \geq 100$
CF	ZMV834B	Zetex	64	SOD-323	varikap; 28 V, 47 pF @ 2 V
CF	MMSZ4681	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 2,4 V 5%/350 mW
CF	MMSZ4681	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 2,4 V 5%/350 mW
CF1	CMHZ5236B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 7,5 V 5%/500 mW
CF2	CMHZ5237B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 8,2 V 5%/500 mW
CF3	CMHZ5238B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 8,7 V 5%/500 mW
CF4	CMHZ5239B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 9,1 V 5%/500 mW
CF5	CMHZ5240B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 10 V 5%/500 mW
CG	BCX71GR	Philips	72	SOT-23R	BCY79-VII
CG	BCX69-16	Siemens	71	SOT-89	pnp tranz.; 20 V/2 A, $h_{fe} \geq 160$
CG	ZMV835B	Zetex	64	SOD-323	varikap; 28 V, 68 pF @ 2 V
CGs	BSS81C	Siemens	69	SOT-23	npn kapcsolótranz.; 35 V/1 A
CH	MMSZ4682	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 2,7 V 5%/ 350 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
CH	MMBZ4682	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 2,7 V 5%/ 350 mW
CHs	BSS80B	Siemens	69	SOT-23	pnp tranz.; 40 V/0,8 A, h_{fe} = 40...120
CH	BSS82BL	Motorola	69	SOT-23	pnp tranz.; 60 V
CH	BCX69-25	Siemens	69	SOT-89	pnp tranz.; 20 V/2 A, $h_{fe} \geq 250$
CH1	CMHZ5241B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 11V 5%/500 mW
CH2	CMHZ5242B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 12 V 5%/500 mW
CH3	CMHZ5243B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 13 V 5%/500 mW
CH4	CMHZ5244B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 14 V 5%/500 mW
CH5	CMHZ5245B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 15 V 5%/500 mW
CJ	MMSZ4683	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3 V 5%/350 mW
CJ	MMBZ4683	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 3 V 5%/350 mW
CJs	BSS80C	Siemens	69	SOT-23	pnp tranz.; 40 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 100$
CJ1	CMHZ5246B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 16 V 5%/500 mW
CJ2	CMHZ5247B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 17 V 5%/500 mW
CJ3	CMHZ5248B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 18 V 5%/500 mW
CJ4	CMHZ5249B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 19 V 5%/500 mW
CJ5	CMHZ5250B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 20 V 5%/500 mW
CK	BCX71JR	Philips	72	SOT-23R	BCY79-VIII
CK	MMSZ4684	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,3 V 5%/350 mW
CK	MMBZ4684	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 3,3 V 5%/350 mW
CK1	CMHZ5251B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 22 V 5%/500 mW
CK2	CMHZ5252B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 24 V 5%/500 mW
CK3	CMHZ5253B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 25 V 5%/500 mW
CK4	CMHZ5254B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 27 V 5%/500 mW
CK5	CMHZ5255B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 28 V 5%/500 mW
CLs	BSS82B	Siemens	69	SOT-23	pnp tranz.; 60 V/0,8 A, h_{fe} = 40...120
CM	MMSZ4685	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,6 V 5%/350 mW
CM	MMBZ4685	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 3,6 V 5%/350 mW
CMs	BSS82C	Siemens	69	SOT-23	pnp tranz.; 60 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 100$
CM1	CMHZ5256B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 30 V 5%/500 mW
CM2	CMHZ5257B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 33 V 5%/500 mW
CM3	CMHZ5258B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 36 V 5%/500 mW
CM4	CMHZ5259B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 39 V 5%/500 mW
CM5	CMHZ5260B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 43 V 5%/500 mW
CN	MMSZ4686	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,9 V 5%/350 mW
CN	MMBZ4686	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 3,9 V 5%/350 mW
CN1	CMHZ5261B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 47 V 5%/500 mW
CN2	CMHZ5262B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 51 V 5%/500 mW
CN3	CMHZ5263B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 56 V 5%/500 mW
CN4	CMHZ5264B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 60 V 5%/500 mW
CN5	CMHZ5265B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 62 V 5%/500 mW
CO3	CMHD2003TR	Vishay	64	SOD-123	kapcsolódióda
CP	MMSZ4687	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 43 V 5%/350 mW
CP	MMBZ4687	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 4,3 V 5%/350 mW
CP	CMDZ2L7	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 250 mW I_z 0,5 mA 2,7V
CP1	CMHZ5266B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 68 V 5%/500 mW
CP2	CMHZ5267B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 75 V 5%/500 mW
CP3	CMHZ5268B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 82 V 5%/500 mW
CP4	CMHZ5269B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 87 V 5%/500 mW
CP5	CMHZ5270B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 91 V 5%/500 mW
CQ	2SC2411K	Rohm	69		npn Darlingtonpár
CQ	MSD710Q	Motorola	69	SOT-346	pnp tranz.; 25 V/150 mA
CR	MSD701R	Motorola	69	SOT-346	pnp tranz.; 25 V/150 mA
CR1	CMHZ5271B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 100 V 5%/500 mW
CR2	CMHZ5272B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 110 V 5%/500 mW
CR3	CMHZ5273B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 120 V 5%/500 mW
CR4	CMHZ5274B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 130 V 5%/500 mW
CR5	CMHZ5275B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 140 V 5%/500 mW
CS1	CMHZ5276B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 150 V 5%/500 mW
CS2	CMHZ5277B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 160 V 5%/500 mW
CS3	CMHZ5278B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 170 V 5%/500 mW
CS4	CMHZ5279B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 180 V 5%/500 mW
CS5	CMHZ5280B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 190 V 5%/500 mW
CT	MMSZ4688	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 4,7 V 5%/350 mW
CT	MMBZ4688	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 4,7 V 5%/350 mW
CT1	CMHZ5281B	CSC	64	SOD-123	Z-dióda; 200 V 5%/500 mW
CU	MMSZ4689	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 5,1 V 5%/350 mW
CU	MMBZ4689	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 5,1 V 5%/350 mW
CV	MMSZ4690	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 5,6 V 5%/350 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
CV	MMBZ4690	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 5,6 V 5%/350 mW
CX	MMSZ4692	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 6,8 V 5%/350 mW
CX	MMBZ4692	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 6,8 V 5%/350 mW
CY	MMSZ4693	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 7,5 V 5%/350 mW
CY	MMBZ4693	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 7,5 V 5%/350 mW
CZ	MMSZ4694	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 8,2 V 5%/350 mW
CZ	MMBZ4694	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 8,2 V 5%/350 mW
D	BB659	Siemens	64	SCD-80	varikap; 2...38 pF
D	BAS21-03W	Siemens	64	SOD-323	
D	1SS376	Rohm	64	USM	kapcsolódióda; 300 V/50 mA
D	MRF577	Motorola	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz
D0	HSMP-3800	HP	58	SOT-23	HP3800 pin csillapítódióda
D1	BCW31	Philips	69	SOT-23	BC108A
D1p	BCW31	Philips	69	SOT-23	BC108A
D1t	BCW31	Philips	69	SOT-23	BC108A
D1	HSMP-3801	HP	66		HP3800
D1	SST211	Temic	32		n-csat. MOSFET; 30 V/1 ns
D1	AZ23C2V7	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 2,7 V/300 mW
D1	MMSZ5226	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,3 V 5%/300 mW
D2	BCW32	Philips	69	SOT-23	BC108B
D2	MMSZ5227	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,6 V 5%/300 mW
D2p	BCW32	Philips	69	SOT-23	BC108B
D2t	BCW32	Philips	69	SOT-23	BC108B
D2	HSMP-3802	HP	59		HP3800 kettős pin csillapítódióda
D2	AZ23C3V0	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3 V/300 mW
D3	MMSZ5228	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,9 V 5%/300 mW
D3	BCW33	Philips	69	SOT-23	BC108C
D3	AZ23C3V3	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3,3 V/300 mW
D3p	BCW33	Philips	69	SOT-23	BC108C
D3t	BCW33	Philips	69	SOT-23	BC108C
D3B	RB420D	Rohm	58		Schottky dióda; 25 V/100 mA
D3E	RB411D	Rohm	58	SOT-23	Schottky dióda; 20 V/500 mA
D3J	RB420D	Rohm	58		Schottky dióda; 25 V/100 mA
D3L	RB706D-40	Rohm	57		kettős Schottky dióda; 45 V/30 mA
D4	BCW31R	Philips	72	SOT-23R	BC108A
D4	HSMP-3804	HP	57	SOT-23	HP3800 kettős pin csillapítódióda
D4	AZ23C3V6	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3,6 V/300 mW
D4	MMSZ5229	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 4,3 V 5%/300 mW
D5	SST215	Temic	32		n-csat. MOSFET 20 V/1 ns
D5	BCW32R	Philips	72	SOT-23R	BC108B
D5	AZ23C3V9	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3,9 V/300 mW
D1	MMSZ5230	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 4,7 V 5%/300 mW
D6	BCW33R	Philips	72	SOT-23R	BC108C
D6	MMBC1622D6	Motorola	69		MPS3904 tranz.; h_{fe} = 200...400
D6	AZ23C4V3	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 4,3 V/300 mW
D7p	BCF32	Philips	69	SOT-23	
D7t	BCF32	Philips	69	SOT-23	
D7	MMBC1622D7	Motorola	69		MPS3904
D7	AZ23C4V7	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 4,7 V/300 mW
D7C	fT ZC6.2N	Rohm	33	SMD-5	ESD közös anódú Z-dióda négyes; 6,2 V/200 mW
D8	AZ23C5V1	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 5,1 V/300 mW
D8p	BCF33	Philips	69	SOT-23	BC146/03
D9	AZ23C5V6	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 5,6 V/300 mW
D9	1SS401	Toshiba	58	USC	Schottky dióda; 20 V/500 mA
D10	AZ23C6V2	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 6,2 V/300 mW
D11	SST211	Siliconix	32		n-csat. MOSFET kapcsoló
D11	AZZ23C6V8	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 6,8 V/300 mW
D12	AZZ23C7V5	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 7,5 V/300 mW
D13	SST213	Siliconix	32		n-csat. MOSFET kapcsoló
D13	AZZ23C8V2	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 8,2 V/300 mW
D14	AZZ23C9V1	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 9,1 V/300 mW
D15	AZZ23C10	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 10 V/300 mW
D15	SST215	Siliconix	32		n-csat. MOSFET kapcsoló
D16	AZZ23C11	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 11 V/300 mW
D17	AZZ23C12	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 12 V/300 mW
D18	AZZ23C13	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 13 V/300 mW
D19	AZZ23C15	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 15 V/300 mW
D20	AZZ23C16	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 16 V/300 mW
D21	AZZ23C18	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 18 V/300 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
D22	AZZ23C20	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 20 V/300 mW
D23	AZZ23C22	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 22 V/300 mW
D24	AZZ23C24	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 24 V/300 mW
D25	AZZ23C27	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 27 V/300 mW
D26	AZZ23C30	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 30 V/300 mW
D27	AZZ23C33	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 33 V/300 mW
D28	AZZ23C36	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 36 V/300 mW
D29	AZZ23C39	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 39 V/300 mW
D30	AZZ23C43	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 43 V/300 mW
D31	AZZ23C47	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 47 V/300 mW
D32	AZZ23C51	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 51 V/300 mW
D58	FLLD261	Zetex	57	SOT-23	kettős, közös katódú, kis szivárgóáramú Si dióda
D63	FLLD263	Zetex	56	SOT-23	kettős, közös anódú, kis szivárgóáramú Si dióda
D76	BAR18J	STM	64	SOD-232	Schottky dióda; 70 V/15 mA
D76	BAR18	STM	58	SOT-23	Schottky dióda; 70 V/30 mA
D85	BAT17DS	STM	59		2 x BA481
D86	BAT54J	ST	64	SOD-232	Schottky dióda; 30 V/300 mA
D86	BAT54	ST	58	SOT-23	Schottky dióda; 30 V/300 mA
D87	BAT54C	ST	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda; 30 V/300 mA
D88	BAT54S	ST	59	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda 30 V/300 mA
D94	BAR42	STM	58	SOT-23	Schottky dióda; 30 V/100 mA
D95	BAR43	STM	58	SOT-23	Schottky dióda; 30 V/100 mA
D96	BAS70-04	STM	59	SOT-23	2 x BAR18
D97	BAS70-05	STM	57	SOT-23	2 x BAR18
D98	BAS70-06	STM	56	SOT-23	2 x BAR18
DA	BCW67A	STM	69	SOT-23	pnp tranz.; 32 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 100$
DA	BF622	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; 250 V (videó)
DA	MMSZ4708	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 22 V 5%/350 mW
DA	MMBZ4708	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 22 V 5%/350 mW
DA5	BAR43S	STM	59	SOT-23	2 x BAR43
DB	BCW67B	STM	69	SOT-23	pnp tranz.; 32 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 160$
DB	BF623	Siemens	71	SOT-89	pnp videotranz.; 250 V
DB1	BAR43A	STM	56	SOT-23	2 x BAR43
DB2	BAR43C	STM	57	SOT-23	2 x BAR43
DC	BCW67C	STM	69	SOT-23	pnp tranz.; 32 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 250$
DC	BF720	Motorola	71	SOT-223	npn tranz.; 300 V/1,5 W
DC	BFN20	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; 300 V (videó; BFN21)
DC	MMSZ4695	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 8,7 V 5%/350 mW
DC	MMBZ4695	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 8,7 V 5%/350 mW
DD	BFN16	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; 250 V (videó; BFN17)
DD	MMSZ4696	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 9,1 V 5%/350 mW
DD	MMBZ4696	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 9,1 V 5%/350 mW
DE	BFN18	Siemens	71	SOT-89	npn tranz.; 300 V (videó; BFN19)
DE	MMSZ4697	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 10 V 5%/350 mW
DE	MMBZ4697	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 10 V 5%/350 mW
DF	BCW68F	STM	69	SOT-23	pnp tranz.; 45 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 100$
DF	BF721	Motorola	71	SOT-223	pnp tranz.; 300 V/1,5 W
DF	BFN21	Siemens	71	SOT-89	pnp videotranz.; 300 V (komplementere: BFN20)
DF	MMSZ4698	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 11 V 5%/350 mW
DF	MMBZ4698	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 11 V 5%/350 mW
DG	BCW68G	STM	69	SOT-23	pnp tranz.; 45 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 160$
DG	BFN17	Siemens	71	SOT-89	pnp videotranz.; 250 V (komplementere: BFN16)
DH	BCW68H	STM	69	SOT-23	pnp tranz.; 45 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 250$
DH	BCW68G	Motorola	69	SOT-23	pnp tranz.; 45 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 160$
DH	MMBD2000	Motorola	58	SOT-323	Si kapcsolódióda; 20 V/0,2 A
DH	BFN19	Siemens	71	SOT-89	pnp videotranz.; 300 V (komplementere: BFN18)
DH	MMSZ4699	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda 12 V 5%/350 mW
DH	MMBZ4699	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda 12 V 5%/350 mW
DJ	MMSZ4700	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda 13 V 5%/350 mW
DJ	MMBZ4700	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda 13 V 5%/350 mW
DK	BCX42	Siemens	69	SOT-23	pnp tranz.; 125 V (komplementere: BCX41)
DK	MMSZ4701	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 14 V 5%/350 mW
DK	MMBZ4701	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 14 V 5%/350 mW
DM	MMSZ4702	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 15 V 5%/350 mW
DM	MMBZ4702	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 15 V 5%/350 mW
DN	MMSZ4703	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 16 V 5%/350 mW
DN	MMBZ4703	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 16 V 5%/350 mW
DP	MMBD2010	Motorola	57	SOT-323	MMBD2000 kettős, közös katódú dióda
DP	MMSZ4704	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 17 V 5%/350 mW
DP	MMBZ4704	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 17 V 5%/350 mW
DP	CMDZ2L8	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 2,8 V/250 mW, $I_z = 0,5$ mA
DQ	2P710AQ	Philips	69	SOT-346	pnp tranz.; $h_{fe} = 85...170$
DR	2P710AR	Philips	69	SOT-346	pnp tranz.; $h_{fe} = 120...240$
DS	2P710AS	Philips	69	SOT-346	pnp tranz.; $h_{fe} = 170...340$
DT	BCW67AR	STM	72	SOT-23R	pnp tranz.; 32 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 100$
DT	MMSZ4705	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 18 V 5%/350 mW
DT	MMBZ4705	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 18 V 5%/350 mW
DU	BCW67BR	STM	72	SOT-23R	pnp tranz.; 32 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 160$
DU	MMSZ4706	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 19 V 5%/350 mW
DU	MMBZ4706	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 19 V 5%/350 mW
DV	MMSZ4707	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 20 V 5%/350 mW
DV	MMBZ4707	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 20 V 5%/350 mW
DW	BCW67CR	STM	72	SOT-23R	pnp tranz.; 32 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 250$
DX	BCW68FR	STM	72	SOT-23R	pnp tranz.; 45 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 100$
DY	BCW68GR	STM	72	SOT-23R	pnp tranz.; 45 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 160$
DY	MMSZ4710	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 25 V 5%/350 mW
DY	MMBZ4710	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 25 V 5%/350 mW
DZ	MMSZ4709	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 24 V 5%/350 mW
DZ	MMBZ4709	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 24 V 5%/350 mW
DZ	BCW68HR	STM	72	SOT-23R	pnp tranz.; 45 V/0,8 A, $h_{fe} \geq 250$
e	BAT64-02W	Siemens	64	SCD-80	kettős Schottky dióda; 40 V/20 mA
E	1SS780	Rohm	64	USM	kis szivárgóáramú dióda; 40 V/100 mA
E	BB689	Siemens	64	SCD-80	varikap; 2...55 p
E0	HSMP-3810	HP	58	SOT-23	HP3810 pin csillapítódióda
E0	HSMP-381B	HP	58	SOT-323	HP3810
E01	DTDG14EP	Rohm	71	SOT-89	npn digitális tranz. 60 V/1 A $R_2 = 10$ kΩ, + c–b Z-dióda
E02	DTDG23YP	Rohm	71	SOT-89	npn digitális tranz. 60 V/1 A 2,2 kΩ+ 10 kΩ, + c–b Z-dióda
E1p	BFS17	Philips	69	SOT-23	BFY90 BFW92
E1p	BFS17W	Philips	69	SOT-323	BFY90 BFW92
E1	HSMP-3811	HP	66	SOT-23	HP3810
E1	MMSZ5231	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda 300 mW 5% 5,1 V
E2	BFS17A	Philips	69	SOT-23	npn RF 3 GHz 25 mA
E2	BAL99	Zetex	58		kapcsoló dióda 75 V 100 mA
E2	HSMP-3812	HP	59	SOT-23	HP3810 kettős, soros pin csillapítódióda
E2	MMSZ5232	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda 300 mW 5% 5,6 V
E2	EDZ6.2B	Rohm	64	EMD-2	150 mW Z-dióda 6,2 V
E2	VDZ6.2B	Rohm	64	VMD-2	150 mW Z-dióda 6,2 V
E3	BAR99	Zetex	58		kapcsoló dióda 75 V 100 mA
E3	HSMP-3813	HP	56	SOT-23	HP3810 kettős pin csillapítódióda
E3	MMSZ5233	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda 300 mW 5% 6,0 V
E4	BFS17R	Philips	72		BFY90 BFW92
E4	HSMP-3814	HP	57	SOT-23	HP3810 kettős, közös katódú pin csillapítódióda
E4	MMSZ5234	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda 300 mW 5% 6,2 V
E5	BFS17AR	Tfk	72		npn RF 3 GHz 25 mA
E5	MMSZ52353	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda 300 mW 5% 6,8 V
E5	EDZ33B	Rohm	64	EMD-2	150 mW Z-dióda 33 V
E5	VDZ33B	Rohm	64	VMD-2	150 mW Z-dióda 33 V
E6	ZC2800E	Zetex	58		HP2800
E8	ZC2811E	Zetex	58		HP2811
E9	ZC5800E	Zetex	58		HP5800
E11	DTA113ZE	Rohm	69	EMT-3	pnp digitális tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
E11	DTA113ZKA	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
E13	DTA143ZE	Rohm	69	EMT-3	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
E13	DTA143ZKA	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
E23	DTC143ZCA	Rohm	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
E23	DTC143ZE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
E23	DTC143ZKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
E32	DTA123JE	Rohm	69	EMT-3	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
E32	DTA123JKA	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
E42	DTC123JE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
E42	DTC123JKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
E56	DTA144VKA	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 47 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
E66	DTC144VKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
EA	MMSZ4711	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 27 V 5%/350 mW
EA	MMBZ4711	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 27 V 5%/350 mW
EAxx	EGF1A	Vishay	64	DO-214	ultragyors egyenirányító dióda; 50 V/1 A (xx: adatkód)

Kód	Típus	Gyártó	Be-kö-tés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
EAs	BCW65A	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.; 32 V/800 mA, $h_{fe} \geq 100$
EBs	BCW65B	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.; 32 V/800 mA, $h_{fe} \geq 160$
EB	HSMP-4810	HP	65	SOT-23	közös katódú pin-dióda; 0,5...3 GHz
EBxx	MSC1022-B	Motorola	63		pnp tranz.; f_T = 150 MHz/20 V (xx: adatkód)
EBxx	EGF1B	Vishay	64	DO-214	ultragyors egyenirányító dióda; 100 V/1 A
EC	MSC1022-C	Motorola	63		pnp tranz.; f_T = 150 MHz/20 V
EC	MMSZ4712	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 28 V 5%/350 mW
EC	MMBZ4712	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 28 V 5%/ 350 mW
ECxx	EGF1C	Vishay	64	DO214	ultragyors egyenirányító dióda; 150 V/1 A (xx: adatkód)
ECs	BCW65C	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.; 32 V/800 mA, h_{fe} = 250
ED	BCV28	Siemens	71	SOT-89	pnp Darlingtonpár; 30 V/0,8 A (komplementere: BCV29)
ED	MMSZ4713	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 30 V 5%/ 350 mW
ED	MMBZ4713	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 30 V 5%/350 mW
EDxx	EGF1D	Vishay	64	DO-214	ultragyors egyenirányító dióda; 200 V/1 A (xx: adatkód)
EE	BCV48	Siemens	71	SOT-89	pnp Darlingtonpár; 60 V/0,8 A (komplementere: BCV49)
EE	MMSZ4714	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 33 V 5%/ 350 mW
EE	MMBZ4714	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 33 V 5%/350 mW
EF	BCV29	Siemens	71	SOT-89	npn Darlingtonpár; 30 V/0,8 A (komplementere: BCV28)
EF	BCW66F	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.; 45 V/800 mA, $h_{fe} \geq 100$
EF	MMSZ4715	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 36 V 5%/350 mW
EF	MMBZ4715	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 36 V 5%/350 mW
EG	BCV49	Siemens	71	SOT-89	npn Darlingtonpár; 60 V/0,8 A (komplementere: VBCV48)
EGs	BCW66G	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.; 45 V/800 mA, $h_{fe} \geq 160$
EHs	BCW66H	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.; 45 V/800 mA, $h_{fe} \geq 240$
EH	MMSZ4716	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 39 V 5%/350 mW
EH	MMVZ4716	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 39 V 5%/350 mW
EHAA	MAX6326_R22-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,200 V
EIAA	MAX6327_R22-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 2,200 V
EJ	MMSZ4717	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 43 V 5%/350 mW
EJ	MMBZ4717	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 43 V 5%/350 mW
EJAA	MAX6328_R22-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,200 V
EKs	BCX41	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.; 125 V/1 A (komplementere: BCX42)
EP	CMDZ3L0	CSC	64	SOD-323	Z-dióda 250 mW I_z 0,5 mA 3,0 V
ET	BCW65AR	Siemens	72	SOT-23R	npn tranz.; 32 V/800 mA, $h_{fe} \geq 100$
EU	BCW65BR	Siemens	72	SOT-23R	npn tranz.; 32 V/800 mA, $h_{fe} \geq 160$
EW	BCW65CR	Siemens	72	SOT-23R	npn tranz.; 32 V/800 mA, $h_{fe} \geq 240$
EWAA	MAX6326_R23-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,320 V
EX	BCW65FR	Siemens	72	SOT-23R	npn tranz.; 45 V/800 mA, $h_{fe} \geq 100$
EXAA	MAX6326_R24-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,400 V
EY	BCW65GR	Siemens	72	SOT-23R	npn tranz.; 45 V/800 mA, $h_{fe} \geq 160$
EYAA	MAX6326_R25-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,500 V
EZ	BCW65HR	Siemens	72	SOT-23R	npn tranz.; 45 V/800 mA, $h_{fe} \geq 240$
EZAA	MAX6326_R26-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,630 V
f	BAS20-02W	Siemens	64	SCD-80	
F	KV1831E	Tok	64	URD	UHF varikap; 2,5...22 pF
F	MRF927	Motorola	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 8 GHz
F0	HSMP-3820	HP	58	SOT-23	RF pin kapcsolódióda; 35 V
F0	CMOZ5V6	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 5,6 V 5%/350 mW
F02	DTD123TK	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 40 V/100 mA
F03	DTD143TK	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 40V/100 mA
F05	TSDF1205	Vishay	78	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 4 V/12 mA
F1	HSMP-3821	HP	66	SOT-23	RF pin kapcsolódióda; 35 V
F1	BFS18	Philips	69	SOT-23	BF495
F1	MMBC1009F1	Motorola	69		npn RF-tranz.; f_T = 150 MHz, h_{fe} = 30...60
F1	MMSZ52336	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 7,5 V 5%/300 mW
F1	CMOZ2V4	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 2,4 V 5%/350 mW
F1A	CMOZ2V6	CSC	64	SOD-523	Z-dióda 2,6 V 5%/350 mW
F2	HSMP-3822	HP	59	SOT-23	HP3820 kettős, sóros pin kapcsolódióda
F2	BFS19	STM	69	SOT-23	BF184, BF494
F2	MMSZ52337	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 8,2 V 5%/300 mW
F2	CMOZ2V7	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 2,7 V 5%/350 mW
F2	EDZ6.8B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 6,8 V/150 mW
F2	VDZ6.8B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 6,8 V/150 mW
F2p	BFS19	Philips	69	SOT-23	BF184, BF494
F2t	BFS19	Philips	69	SOT-23	BF184, BF494
F3	MMBC1009F3	Motorola	69		npn RF-tranz.; f_T = 150 MHz, h_{fe} = 60...120
F3	MMSZ52338	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 8,7 V 5%/300 mW
F3	CMOZ3V0	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 3 V 5%/350 mW

Kód	Típus	Gyártó	Be-kö-tés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
F4	BFS18R	Philips	69		BF495
F4	HSMP-3824	HP	57	SOT-23	HP3820 kettős, közös katódú pin kapcsolódióda
F4	MMSZ52339	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 9,1 V 5%/300 mW
F4	CMOZ3V3	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 3,3 V 5%/350 mW
F5	BFS19R	Philips	69		BF184, BF494
F5	MMSZ52340	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 10 V 5%/300 mW
F5	EDZ36B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 36 V/150 mW
F5	VDZ36B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 36 V/150 mW
F5	CMOZ3V6	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 3,6 V 5%/350 mW
F6	CMOZ3V9	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 3,9 V 5%/350 mW
F7	CMOZ4V3	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 4,3 V 5%/350 mW
F8	CMOZ4V7	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 4,7 V 5%/350 mW
F8p	BF824	Philips	69	SOT-23	pnp tranz.; 30 V/25 mA
F8t	BF824	Philips	69	SOT-23	pnp tranz.; 30 V/25 mA
F8t	BF824W	Philips	69	SOT-323	pnp tranz.; 30 V/25 mA
F9	CMOZ5V1	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 5,1 V 5%/350 mW
F9	1SS321	Toshiba	57	SC-59	kettős, közös katódú Schottky dióda; 10 V/50 mA (kis szivárgóáram)
F11	DTB113EK	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 1 kΩ + 1 kΩ, 50 V/500 mA
F12	DTB123EK	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/500 mA
F13	DTB143EC	Rohm	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/500 mA
F13	DTB143EK	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/500 mA
F14	DTB114EK	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/500 mA
F20	TSDF1220	Vishay	78	SOT-143	f_T 12 GHz npn 6 V/20 mA
F21	DTD113EK	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 1 kΩ + 1 kΩ, 50 V/500 mA
F22	DTD123EK	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/500 mA
F23	DTD143EC	Rohm	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ 50 V/500 mA
F23	DTD143EK	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/500 mA
F24	DTD114EK	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/500 mA
F50	TSDF1250	Vishay	78	SOT-143	npn RF-tranz.; 6 V/60 mA, f_T = 12 GHz
F52	DTB123YC	Rohm	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
F52	DTB123YK	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
F62	DTD123YK	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
F92	DTB123TK	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 40 V/100 mA
F93	DTB143TK	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 40 V/100 mA
F94	DTB114TK	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_1 = 10 kΩ, 40 V/100 mA
FA	HSMP-4820	HP	57	SOT-23	kettős, közös katódú pin-dióda; 0,5...3 GHz
FA	BFQ17	Philips	71	SOT-89	npn RF-tranz.; f_T = 1,5 GHz/300 mA
FA	BFP81	Siemens	78		BFQ69
FA	BFQ19	Philips	71	SOT-89	npn RF-tranz.; f_T = 5,5 GHz 100 mA
FAAA	MAX6326_R27-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,700 V
FB	BFP17	Siemens	78		BFW92
FB	EDZC6.8B	Rohm	64	EMD-2	tranzienselnyomó Z-dióda; 6,8 V/150 mW
FBAA	MAX6328_R31-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,800 V
FC	BFQ64	Siemens	71		BfT 98T
FC	BFP29	Siemens	78		BFT 97
FCAA	MAX6326_R29-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,930 V
FD	BCV26	STM	69	SOT-23	pnp Darlingtonpár
FDp	BCV26	Philips	69	SOT-23	pnp Darlingtonpár
FDt	BCV26	Philips	69	SOT-23	pnp Darlingtonpár
FD	BFQ17P	Siemens	71	SOT-89	BFW16A
FD	BFP35A	Siemens	78		BFR34A
FDAA	MAX6326_R31-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,080 V
FE	BCV46	STM	69	SOT-23	pnp Darlingtonpár
FEp	BCV46	Philips	69	SOT-23	pnp Darlingtonpár
FEt	BCV46	Philips	69	SOT-23	pnp Darlingtonpár
FEs	BFQ19P	Siemens	71	SOT-89	BFR96
FE	BFP93A	Siemens	78	SOT-143	BFR91A
FEAA	MAX6326_R30-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,000 V
FF	BCV27	STM	69	SOT-23	npn Darlingtonpár
FF	BBY65-02V	Infineon	64	SC79	varikap; 2,7...30 pF
FF	JDV3C11	Toshiba	21	SMINI	kettős VHF varikap; 70 pF
FFp	BCV27	Philips	69	SOT-23	npn Darlingtonpár
FFt	BCV27	Philips	69	SOT-23	npn Darlingtonpár
FFAA	MAX6327_R23-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 2,320 V
FG	BCV47	Philips	69	SOT-23	npn Darlingtonpár
FGp	BCV47	Philips	69	SOT-23	npn Darlingtonpár
FGt	BCV47	Philips	69	SOT-23	npn Darlingtonpár
FG	BFQ19S	Siemens	71	SOT-89	BFR96S

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
FGAA	MAX6327_R24-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 2,400 V
FHs	BFN24	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.; 250 V (komplementere: BFN25)
FHAA	MAX6327_R25-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 2,500 V
FIAA	MAX6327_R26-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 2,630 V
FJ	BFN26	Siemens	69	SOT-23	npn tranz.; 300 V (komplementere: BFN27)
FJAA	MAX6327_R27-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 2,700 V
FK	BFN25	Siemens	69	SOT-23	pnp 250 V comp to BFN24
FKAA	MAX6327_R28-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 2,800 V
FL	BFN27	Siemens	69	SOT-23	pnp tranz.; 300 V comp to BFN26
FLAA	MAX6327_R29-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 2,930 V
FFMA	MAX6327_R31-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 3,080 V
FFNA	MAX6327_R30-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 3,000 V
FOAA	MAX6328_R23-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,320 V
FP	CMDZ3L3	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 3,3 V/250 mW, Iz = 0,5 mA
FPAA	MAX6328_R24-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,400 V
FQ	2SA1037AK	Rohm	69	SMT-3	pnp előrősítő tranz.; h_{fe} = 150 @ 1 mA, h_{fe} = 120...270
FQ	2SA1576A	Rohm	69	UMT-3	2SA1037
FQ	2SA1774	Rohm	69	EMT-3	2SA1037
FQ	2SA2029	Rohm	69	VMT-3	2SA1037
F-Q	2PA1576Q	Philips	69	SOT-323	2SA1037 (SC-70) pnp tranz.; h_{fe} = 120...270
fT Q	2PA1576Q	Philips	69	SOT-323	SC-70 pnp tranz.; h_{fe} = 120...270
FQAA	MAX6328_R25-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,500 V
FR	2SA1037AK	Rohm	69		pnp előrősítő tranz.; h_{fe} = 150 @ 1 mA, h_{fe} = 180...390
FR	2SA1576A	Rohm	69	UMT	2SA1037K
FR	2SA1577Q		69		2SA1037K
FR	2SA1774	Rohm	69	EM-3	2SA1037K
F-R	2PA1576R	Philips	69	SOT-323	pnp tranz.; hfe = 180...390
fT R	2PA1576R	Philips	69	SOT-323	pnp tranz.; hfe = 180...390
FRAA	MAX6328_R26-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,630 V
FS	2SA1037AK	Rohm	69	SMT-3	pnp előrősítő tanz.; h_{fe} = 150 @ 1 mA, h_{fe} = 270...550
FS	2SA1576A	Rohm	69	UMT-3	2SA1037
FS	2SA1774	Rohm	69	EMT-3	2SA1037
FS	2SA2029	Rohm	69	VMT-3	2SA1037
F-S	2PA1576S	Philips	69	SOT-323	gp pnp h_{fe} = 270...560
fT S	2PA1576S	Philips	69	SOT-323	gp pnp h_{fe} = 270...560
FSAA	MAX6328_R27-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,700 V
fT AA	MAX6328-R28-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,800 V
FUAA	MAX6328_R29-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 2,930 V
FVAA	MAX6328_R31-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,080 V
FWAA	MAX6328_R30-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,000 V
FZAP	MAX6012A	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 1,247 V
FZAQ	MAX6025A	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 2,500 V
FZAR	MAX6041A	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 4,096 V
FZAS	MAX6045A	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 4,500 V
FZAT	MAX6050A	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 5,000 V
FZAU	MAX6021A	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 2,048 V
FZAV	MAX6346_R33-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,300 V
FZAW	MAX6346_R34-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor 3,400 V
FZAX	MAX6346_R35-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,500 V
FZAY	MAX6346_R36-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,600 V
FZAZ	MAX6346_R37-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,700 V
FZBA	MAX6346_R38-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,800 V
FZBB	MAX6346_R39-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,900 V
FZBC	MAX6346_R40-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,080 V
FZBD	MAX6346_R41-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,100 V
FZBE	MAX6346_R42-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,200 V
FZBF	MAX6346_R43-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,300 V
FZBG	MAX6346_R44-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,380 V
FZBH	MAX6346_R45-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,500 V
FZBI	MAX6346_R46-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,630 V
FZBJ	MAX6347_R33-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 3,300 V
FZBK	MAX6347_R34-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 3,400 V
FZBL	MAX6347_R35-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 3,500 V
FZBM	MAX6347_R36-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 3,600 V
FZBN	MAX6347_R37-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 3,700 V
FZBO	MAX6347_R38-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 3,800 V
FZBP	MAX6347_R39-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 3,900 V
FZBQ	MAX6347_R40-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 4,080 V
FZBR	MAX6347_R41-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +-ve reszetgenerátor; 4,100 V

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
FZBS	MAX6347_R42-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 4,200 V
FZBT	MAX6347_R43-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 4,300 V
FZBU	MAX6347_R44-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +-ve reszetgenerátor; 4,380 V
FZBV	MAX6347_R45-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. +EN reszetgenerátor; 4,500 V
FZBW	MAX6347_R46-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. + -ve reszetgenerátor; 4,630 V
FZBX	MAX6348_R33-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,300 V
FZBY	MAX6348_R34-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,400 V
FZBZ	MAX6348_R35-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,500 V
FZCA	MAX6348_R36-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,600 V
FZCB	MAX6348_R37-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,700 V
FZCC	MAX6348_R38T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,800 V
FZCD	MAX6348_R39-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 3,900 V
FZCE	MAX6348_R40-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,000 V
FZCF	MAX6348_R41-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,100 V
FZCG	MAX6348_R42T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,200 V
FZCH	MAX6348_R43-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,380 V
FZCI	MAX6348_R44-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,400 V
FZCJ	MAX6348_R45-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,500 V
FZCK	MAX6348_R46-T	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor; 4,600 V
FZCW	MAX6001UR	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 1,250 V
FZCX	MAX6002UR	Maxim	67	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 2,500 V
FZCY	MAX6004UR	Maxim	67	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 4,096 V
FZCZ	MAX6005UR	Maxim	67	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 5,000 V
FZDA	MAX6012B	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 1,247 V
FZDB	MAX6025B	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 2,500 V
FZDC	MAX6041B	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 4,096 V
FZDD	MAX6045B	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 4,500 V
FZDE	MAX6050B	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 5,000 V
FZDF	MAX6021B	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 2,047 V
FZDK	MAX6003UR	Maxim	67	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 3,000 V
FZDW	MAX6030A	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 3,000 V
FZDX	MAX6012B	Maxim	16	SOT-23	precíziós áter. U-referencia; 3,000 V
FZEB	LM4041AIM3-1.2	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 1,225 V 0,1%
FZEC	LM4041BIM3-1.2	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 1,225 V 0,2%
FZED	LM4041DIM3-1.2	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 1,225 V 0,5%
FZEE	LM4041DIM3-1.2	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 1,225 V 1,5%
FZEF	LM4040A IM3-2.1	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,048 V 0,1%
FZEG	LM4040B IM3-2.1	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,048 V 0,2 %
FZEH	LM4040C IM3-2.1	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,048 V 0,5%
FZEI	LM4040D IM3-2.1	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,048 V 1%
FZEJ	LM4040A IM3-2.5	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,500 V 0,1%
FZEK	LM4040B IM3-2.5	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,500 V 0,2 %
FZEL	LM4040C IM3-2.5	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,500 V 0,5%
FZEM	LM4040D IM3-2.5	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,500 V 1%
FZEN	LM4040A IM3-3.0	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 3,000 V 0,1%
FZEO	LM4040B IM3-3.0	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 3,000 V 0,2 %
FZEP	LM4040C IM3-3.0	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 3,000 V 0,5%
FZEQ	LM4040D IM3-3.0	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 3,000 V 1%
FZER	LM4040A IM3-4.1	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 4,096 V 0,1%
FZES	LM4040B IM3-4.1	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 4,096 V 0,2 %
FZET	LM4040C IM3-4.1	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 4,096 V 0,5%
FZEU	LM4040DIM3-4.1	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 4,096 V 1%
FZEV	LM4040A IM3-5.0	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 5,000 V 0,1%
FZEW	LM4040B IM3-5.0	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 5,000 V 0,2 %
FZEX	LM4040C IM3-5.0	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 5,000 V 0,5%
FZEY	LM4040D IM3-5.0	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 5,000 V 1%
FZEZ	MAX803LUR	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor, 5,0 V
FZFA	MAX803MUR	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor, 5,0V
FZFB	MAX803TUR	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor, 3.3 V
FZFC	MAX803SUR	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor, 3.3 V
FZFD	MAX803RUR	Maxim	25	SOT-23	mikroproc. -EN reszetgenerátor, 3.0 V
FZGH	MAX6006AUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 1,250 V 0,2%
FZGI	MAX6006BUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 1,250 V 0,5%
FZGJ	MAX6006CUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 1,250 V 1%
FZGK	MAX6007AUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,480 V 0,2%
FZGL	MAX6007BUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,480 V 0,5%
FZGM	MAX6007CUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,480 V 1%
FZGN	MAX6008AUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,500 V 0,2%
FZGO	MAX6008BUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,500 V 0,5%

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
FZGP	MAX6008CUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 2,500V 1%
FZGQ	MAX6009AUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 3,000 V 0,2%
FZGR	MAX6009BUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 3,000V 0,5%
FZGS	MAX6009CUR	Maxim	67	SOT-23	párhuzamos U-referencia; 3,000V 1%
G	BAR63-02W	Siemens	64	SCD-80	RF pin-dióda; 3 GHz-ig
G	BAR63-03W	Siemens	64	SOD-323	RF pin-dióda; 3 GHz-ig
G	KV1181E	Tok	64	URD	UHF varikap; 2...16 pF
G	MRF947A	Motorola	69	SOT-323	npn RF-tranz.; 8 GHz
G0	HSMP-3890	HP	58	SOT-23	HP3890 pin kapcsolódióda
G0	HSMP-389B	HP	58	SOT-323	HP3890
G08	DTD133HKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 3,3 kΩ + 10 kΩ, 50 V/500 mA
G1	BFS20	Philips	69	SOT-23	BF199
G1p	BFS20	Philips	69	SOT-23	BF199
G1	BFS20	Philips	69	SOT-23	BF199
G1t	HSMP-3891	HP	66	SOT-23	HP3890
G1	MMBT5551	Motorola	69	SOT-23	2N5551 npn tranz.; U_{ce} = 140 V
tG1	PMBT5551	Philips	69	SOT-23	2N5551
tG1	PMST5551	Philips	69	SOT-323	2N5551
G1E	BC847A	Rohm	69	SOT-23	BC547A
G1F	BC847B	Rohm	69	SOT-23	BC547B
G1G	BC847C	Rohm	69	SOT-23	BC547C
G1J	BC848A	Rohm	69	SOT-23	BC548A
G1K	BC848B	Rohm	69	SC-70	BC548B
G1K	BC848BW	Rohm	69	UMT3	BC548B
G1K	BC848B	Rohm	69	SOT-23	BC548B
G1L	BC848C	Rohm	69	SOT-23	BC548C
G2	HSMP-3892	HP	59	SOT-23	HP3890 kettős, soros pin kapcsolódióda
G2	CGY50	Siemens	53	SOT-143	GaAs MMIC erősítő
G3	HSMP-3893	HP	56	SOT-23	HP3890 kettős pin kapcsolódióda
pG3	PMST5551	Philips	69	SOT-323	2N5551
G3	BAR63	Siemens	58	SOT-23	pin-dióda; 3 GHz
G3C	DTB122JK	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 220 Ω + 470 Ω, 50 V/500 mA
G3E	BC857A	Rohm	69	SOT-23	BC557A
G3F	BC857B	Rohm	69	SOT-23	BC557B
G3J	BC858A	Rohm	69	SOT-23	BC558A
G3K	BC858B	Rohm	69	SOT-23	BC558B
G3K	BC858B	Rohm	69	SC-70	BC558B
G3K	BC858BW	Rohm	69	UMT-3	BC558B
G3L	BC858C	Rohm	69	SOT-23	BC558C
G4	BFS20R	Philips	69	SOT-23	BF199
G4	HSMP-3894	HP	57	SOT-23	HP3890 kettős pin kapcsolódióda
G4	BAR63-04	Siemens	59	SOT-23	kettős, soros pin kapcsolódióda; 3 GHz
G4C	DTD122JK	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 220 Ω + 470 Ω, 50 V/500 mA
G4s	BAR63-04W	Siemens	59	SOT-323	kettős, soros pin kapcsolódióda; 3 GHz
G5	HSMP-3895	HP	73	SOT-143	HP3890 kettős pin kapcsolódióda
G5	BAR63-05	Siemens	57	SOT-23	kettős, közös katódú pin-dióda; 3 GHz
G5s	BAR63-05W	Siemens	57	SOT-323	kettős, közös katódú pin-dióda; 3 GHz
G5B	BC807-25	Rohm	69	SOT-23	BC327-25
G6	BAR63-06	Siemens	56	SOT-23	kettős, közös anódú pin-dióda; 3 GHz
G6s	BAR63-06W	Siemens	56	SOT-323	kettős, közös anódú pin-dióda; 3 GHz
G6A	BC817-16	Rohm	69		BC337-16
G6B	BC817-25	Rohm	69	SOT-23	BC337-25
G7	BF579	Tfk	69		BF979 pnp UHF-tranz.; f_T = 1,75 GHz
G11	DTB113ZKA	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/500 mA
G17	MMBZ4617	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 2,4 V 5%/350 mW
G18	MMBZ4618	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 2,7 V 5%/350 mW
G19	MMBZ4619	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 3 V 5%/350 mW
G20	MMBZ4620	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 3,3 V 5%/350 mW
G21	MMBZ4621	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 3,6 V 5%/350 mW
G21	DTD113ZKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/500 mA
G22	MMBZ4622	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 3,9 V 5%/350 mW
G23	MMBZ4623	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 4,3 V 5%/350 mW
G24	MMBZ4624	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 4,7 V 5%/350 mW
G25	MMBZ4625	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 5,1 V 5%/350 mW
G26	MMBZ4626	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 5,6 V 5%/350 mW
G27	MMBZ4627	Vishay	58	SOT-23	Z-dióda; 6,2 V 5%/350 mW
G98	DTB133HKA	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 3,3 kΩ +10 kΩ, 50 V/500 mA
GA	HSMP-4890	HP	57	SOT-23	kettős, közös katódú pin limiterdióda; 0,5...3 GHz
GA	BAW78A	Siemens	34	SOT-89	kapcsolódióda; 50 V/1 A

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
GAxx	GF1A	Vishay	64	DO-214	egyenirányító dióda; 50 V/1 A (xx: adatkód)
GAB	BCW60B	Rohm	69	SOT-23	BCY58-VIII
GAC	BCW60C	Rohm	69	SOT-23	BCY58-IX
GAD	BCW60D	Rohm	69	SOT-23	BCY58-X
GAH	BCX70H	Rohm	69	SOT-23	BCY59-VIII, BC107B
GAJ	BCX70J	Rohm	69	SOT-23	BCY59-IX, BC107
GAK	BCX70K	Rohm	69	SOT-23	BCY59-X, BC107
GB	BAW78B	Siemens	34	SOT-89	kapcsolódióda; 100 V/1 A
GBxx	GF1B	Vishay	64	DO-214	egyenirányító dióda; 100 V/1 A (xx: adatkód)
GBB	BCW61B	Rohm	69	SOT-23	BCY78-VIII
GBC	BCW61C	Rohm	69	SOT-23	BCY78-IX
GBG	BCX71G	Rohm	69	SOT-23	BCY79-VII
GBH	BCX71H	Rohm	69	SOT-23	BCY79-VIII
GBJ	BCX71J	Rohm	69	SOT-23	BCY79-IX
GC	BAW78C	Siemens	34	SOT-89	kapcsolódióda; 200 V/1 A
GC1	BCW29	Rohm	69	SOT-23	BC178A
GC2	BCW30	Rohm	69	SOT-23	BC178B
GD	BAW78D	Siemens	34	SOT-89	kapcsolódióda; 400 V/1 A
GDxx	GF1D	Vishay	64	DO-214	egyenirányító dióda; 200 V/1 A (xx: adatkód)
GD1	BCW31	Rohm	69	SOT-23	BC108C
GD2	BCW32	Rohm	69	SOT-23	BC108B
GD3	BCW33	Rohm	69	SOT-23	BC108A
GE	BFR35AP	Siemens	69	SOT-23	BFR34A
GE	BAW79A	Siemens	35	SOT-89	kettős, közös katódú kapcsolódióda; 50 V/1 A
GEC	BCW65C	Rohm	69	SOT-23	npn tranz.; 32 V/800 mA, $h_{fe} \geq 250$
GF	BFR92P	Siemens	69	SOT-23	BFR90
GF	BAW79B	Siemens	35	SOT-89	kettős, közös katódú kapcsolódióda; 100 V/1 A
GG	BF579R	Tfk	72		BF979 pnp UHF-tranz.; f_T = 1,75 GHz
GG	BFR93P	Siemens	69	SOT-23	BFR91A
GG	BAW79C	Siemens	35	SOT-89	kettős, közös katódú kapcsolódióda; 200 V/1 A
GGxx	GF1G	Vishay	64	DO214	egyenirányító dióda; 400 V/1 A (xx: adatkód)
GH	BAW79D	Siemens	35	SOT-89	kettős, közös katódú kapcsolódióda; 400 V/1 A
GH1	BCW69	Rohm	69	SOT-23	BC177A
GH2	BCW70	Rohm	69	SOT-23	BC177B
GJxx	GF1J	Vishay	64	DO-214	egyenirányító dióda; 600 V/1 A (xx: adatkód)
GK1	BCW71	Rohm	69	SOT-23	BC107A
GK2	BCW72	Rohm	69	SOT-23	BC107B ZXT300
GKxx	GF1K	Vishay	64	DO-214	egyenirányító dióda; 800 V/1 A (xx: adatkód)
GLP	MMBT1010	Motorola	69	SOT-23	pnp tranz.; 15 V, h_{fe} = 300...600 @ 100 mA
GLP	MMBT1010	Motorola	69	SOT-346	pnp tranz.; 15 V, h_{fe} = 300...600 @ 100 mA
GMxx	GF1M	Vishay	64	DO-214	egyenirányító dióda; 1000 V/1 A (xx: adatkód)
GMA	BFS17	Rohm	69	SOT-23	BFW92
GP	CMDZ3L6	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 3,6 V/250 mW, I_z = 0,5 mA
GT1	BCX17	Rohm	69	SOT-23	BC327
GT2	BCX18	Rohm	69	SOT-23	BC328
GU1	BCX19	Rohm	69	SOT-23	BC337
GU2	BCX20	Rohm	69	SOT-23	BC338
H	MRF947B	Motorola	69	SOT-323	npn RF 8 GHz
H	BB659C	Siemens	64	SCD-80	varikap; 2,5...39 pF
H	BBY51-03W	Siemens	64	SOD-323	varikap; 3...5 pF
H	BB141	Philips	64	SOD- 523	alacsonyfeszültségű varikap
H	RN262G	Rohm	64	VMD-2	HF pin-dióda
H0	CMOZ15V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 350 mW 5% 15 V
H02	DTC323TU	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 15 V/0,6 A
H04	DTC323TU	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 15 V/0,6 A
H1	BCW69	Philips	69	SOT-23	BC177A
H1	MMSZ52341	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 11 V 5%/300 mW
H1	CMOZ6V2	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 6,2 V 5%/350 mW
H1p	BCW69	Philips	69	SOT-23	BC177A
H1t	BCW69	Philips	69	SOT-23	BC177A
H2	BCW70	Philips	69	SOT-23	BC177B
H2	MMSZ52342	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 12 V 5%/300 mW
H2	CMOZ6V8	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 6,8 V 5%/350 mW
H2	EDZ7.5B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 7,5 V/150 mW
H2	VDZ7.5B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 7,5 V/150 mW
H2p	BCW70	Philips	69	SOT-23	BC177B
H2t	BCW70	Philips	69	SOT-23	BC177B
H3	BCW89	Philips	69	SOT-23	BC556
H3	MMSZ52343	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 13 V/300 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
H3	CMOZ7V5	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 7,5 V 5%/350 mW
H3p	BCW89	Philips	69	SOT-23	BC556
H3t	BCW89	Philips	69	SOT-23	BC556
H4	BCW69R	Philips	72	SOT-23R	BC177A
H4	MMSZ52344	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 14 V 5%/300 mW
H4	CMOZ8V2	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 8,2 V 5%/350 mW
H5	BCW70R	Philips	72	SOT-23R	BC177B
H5	MBD770DW	Motorola	29		Kettős UHF Schottky dióda
H5	MMSZ52345	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 15 V 5%/300 mW
H5	CMOZ9V1	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 9,1 V 5%/350 mW
H6	BCW89R	Philips	72	SOT-23R	BC556
H6	CMOZ10V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 10 V 5%/350 mW
H7	CMOZ11V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 11 V 5%/350 mW
H8	CMOZ12V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 12 V 5%/350 mW
H9	CMOZ13V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 13 V 5%/350 mW
H9	1SS344	Toshiba	58	SC-70	Schottky dióda; 20 V/500 mA
H11	UMH11TN	Rohm	8		npn/pnp digitális kettőstranz.; 10 kΩ + 10 kΩ
H16	SST4416	Siliconix	61		2N4416 n-csat. jFET
H27	DTC323TU	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; R_1 = 6,8 kΩ, 15 V/0,6 A
H31	BCW89R	Philips	69	SOT-23R	BC556
H84	SST5484	Siliconix	61	SOT-23	2N5484
H85	SST5485	Siliconix	61	SOT-23	2N5485
H86	SST5486	Siliconix	61	SOT-23	2N5486
HB	BFN22	STM	71	SOT-23	npn U_{ce} 250 V
HC	BFN23	STM	71	SOT-23	pnp U_{ce} 250 V
HG	CFY77-08	Siemens	36		20 GHz HEMT- 0.8 dB nf
HH	CFY77-10	Siemens	36		20 GHz HEMT- 1.0 dB nf
HH	BBY51-07	Siemens	73	SOT-143	BBY51 kettős varikap
HP	CMDZ3L9	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 3,9 V/250 mW, I_z = 0,5 mA
HQ	2SA1036K	Rohm	69		pnp meghajtótranz., 500 mA
I	BBY51-02W	Siemens	64	SCD-80	varikap; 3...5 pF
I	BBY52-03W	Siemens	64	SOD-323	varikap 1,25...1,75 pF
I08	SST108	Siliconix	61	SOT-23	J108 n-csat. jFET
I09	SST109	Siliconix	61	SOT-23	J109 n-csat. jFET
I10	SST110	Siliconix	61	SOT-23	J110 n-csat. jFET
J	RN141G	Rohm	64	VMD-2	RF pin-dióda; 0,8 pF
J0	HSMS-2840	HP	58	SOT-23	Schottky dióda
J0	CMOZ39V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 39 V 5%/350 mW
J01	SO2906R	TCS	69		2N2906
J03	SO2907AR	TCS	72		2N2907A
J05	SO2907R	TCS	72		2N2907
J1	HSMS-2841	HP	66	SOT-23	Schottky dióda
J1	ZC830	Zetex	58		ZC820 varikap
J1	BSS138L	Motorola	68	SOT-23	n-csat. növekm. TMOSFET
J1	MMSZ5246	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 16 V 5%/300 mW
J1	CMOZ16V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 16 V 5%/350 mW
J1A	ZC830A	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 10 pF @ 2 V
J1B	ZC830B	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 10 pF @ 2 V
pJ1	BSH101	Philips	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 60 V/0,7 A
pJ2	BSH102	Philips	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 30 V/1 A
J2	ZC833	Zetex	58	SOT-23	ZC823
J2	MMSZ5247	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 17 V 5%/300 mW
J2	CMOZ18V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 18 V 5%/350 mW
J2	EDZ8.2B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 8,2 V/150 mW
J2	VDZ8.2B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 8,2 V/150 mW
J2A	ZC833A	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 33 pF @ 2 V
J2B	ZC833B	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 33 pF @ 2 V
pJ3	BSH103	Philips	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 30 V/0,8 A
J3	ZC831	Zetex	58	SOT-23	ZC821
J3	MMSZ5248	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 18 V 5%/300 mW
J3	CMOZ20V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 20 V 5%/350 mW
J3A	ZC831A	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 15 pF @ 2 V
J3B	ZC831B	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 15 pF @ 2 V
J3D	MSB81T1	Motorola			pnp VHF-tranz.; f_T = 0,6 GHz
J4A	MBV109	Motorola	58	SOT-23	VHF varikap; 29 pF
J4	ZC832	Zetex	58	SOT-23	ZC823
J4	MMSZ5249	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 19 V 5%/300 mW
J4	CMOZ22V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 22 V 5%/350 mW
J4A	ZC832A	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 22 pF @ 2 V

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
J4B	ZC832B	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V 22 pF @ 2 V
J5	ZC834	Zetex	58	SOT-23	ZC824
J5	MMSZ5250	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 20 V 5%/300 mW
J5	CMOZ16V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 24 V 5%/350 mW
J5A	ZC834A	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 47 pF @ 2 V
J5B	ZC834B	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 47 pF @ 2 V
J6	M1MA174	Motorola	58		Si dióda; 100 V
J6	ZC835	Zetex	58	SOT-23	ZC825
J6	CMOZ27V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 27 V 5%/350 mW
J6A	ZC835A	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 68 pF @ 2 V
J6B	ZC835B	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 68 pF @ 2 V
J7	ZC836	Zetex	58	SOT-23	ZC826
J7	CMOZ30 V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 30 V 5%/350 mW
J7A	ZC830A	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V, 100 pF @ 2 V
J7B	ZC830B	Zetex	58	SOT-23	varikap; 28 V 100 pF @ 2 V
J8	BCX71JR	Philips	72	SOT-23R	BCY79-IX
J8	CMOZ33V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 33 V 5%/350 mW
J9	CMOZ36V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 16 V 5%/350 mW
J9A	ZC829A	Zetex	64	SOT-23	varikap; 28 V, 8,2 pF @ 2 V
J9B	ZC829B	Zetex	64	SOT-23	varikap; 28 V, 8,2 pF @ 2 V
J12	SO2906AR		72		2N2906A
J32	SO5400R	STM	72		2N5400
J33	SO5401R	STM	72		2N5401
J39	SO692R	STM			pnp tranz.; U_{ce} = 300V
JA	BAV74	Zetex	57	SOT-23	kettős, közös katódú dióda; 50 V/100 mA
JA	BAV74	Motorola	57	SOT-23	kettős kapcsolódióda
JBs	BAR74	Siemens	58	SOT-23	gyorskapcsoló dióda; 50 V/0,25 A
JCs	BAL74	Siemens	76	SOT-23	gyorskapcsoló dióda; 50 V/0,25 A
JFs	BAL99	Siemens	76	SOT-23	gyorskapcsoló dióda; 70 V/0,25 A
JG	BAR99	Siemens	60		gyorskapcsoló dióda; 70 V/0,25 A
JKs	BF1009	Siemens	77	SOT-143	előfeszített, n-csat. kétkapus MOSFET, 1 GHz, 9 V-ra
JLs	BF1009S	Siemens	77	SOT-143	előfeszített n-csat. kétkapus MOSFET, 1 GHz, 9 V-ra
JL	MRF949	Motorola	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz
JP	CMDZ4L3	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 4,3 V/250 mW, I_z = 0,5 mA
JPs	BAS19	Siemens	58	SOT-23	gyorskapcsoló dióda; 120 V/250 mA
JPs	BAW101	Siemens	73	SOT-143	kettős, szigetelt kapcsolódióda; 300 V
JRs	BAS20	Siemens	58	SOT-23	gyorskapcsoló dióda; 150 V/250 mA
JSs	BAS21	Siemens	58	SOT-143	gyorskapcsoló dióda; 200 V/250 mA
JS	BAW100	Siemens	79	SOT-143	kettős, szigetelt gyorskapcsoló dióda
JTs	BAS28	Siemens	73	SOT-143	kettős, szigetelt gyorskapcsoló dióda
JTs	BAS28W	Siemens	37	SOT-343	kettős, szigetelt gyorskapcsoló dióda
JV	BAS116	Siemens	58	SOT-23	alacsony szivárgóáramú dióda; 250 V/75 mA, I_t = 5 nA
JX	BAV170	Motorola	57	SOT-23	kettős, közös katódú, alacsony szivárgóáramú Si dióda
JY	BAV199	Motorola	59	SOT-23	kettős, soros, alacsony szivárgóáramú Si dióda
JZ	BAW156	Motorola	56	SOT-23	kettős, közös anódú, alacsony szivárgóáramú Si dióda
K	BAT68-03W	Siemens	64	SOD-323	BAT68 Schottky
K	BBY52-02W	Siemens	64	SCD80	UHF varikap; 1,75...1,25 pF
K	MRF917	Motorola	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 6 GHz
K	BB142	Philips	64	SOD- 523	alacsonyfeszültségű varikap
K	RN142G	Rohm	64	VMD-2	RF pin-dióda; 0,45 pF
K	RN142S	Rohm	64	EMD-2	RF pin-dióda; 0,45 pF
K0	HSMP-3830	HP	58	SOT-23	HP3830 pin-dióda
K1	HSMP-3831	HP	66	SOT-23	HP3830
K1p	BCW71	Philips	69	SOT-23	BC107A
K1t	BCW71	Philips	69	SOT-23	BC107A
K1	BCW71	Philips	69	SOT-23	BC107A
K1	MMSZ52351	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 22 V 5%/300 mW
K1	CMOZ43V	CSC	64	SOD-523	Z-dióda; 43 V 5%/350 mW
K2p	BCW72	Philips	69	SOT-23	BC107B, ZXT300
K2t	BCW72	Philips	69	SOT-23	BC107B, ZXT300
K2	BCW72	Philips	69	SOT-23	BC107B, ZXT300
K2	HSMP-3832	HP	59	SOT-23	HP3830 kettős pin-dióda
K2	MMSZ52352	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 24 V 5%/300 mW
K3	HSMP-3833	HP	56	SOT-23	HP3830 kettős pin-dióda
K3	BCW81	Philips	69	SOT-23	npn tranz.; 50 V/0,1 A/200 mW, $h_{fe} \geq 420$
K3	BB145C	Philips	64	SOD- 523	alacsonyfeszültségű varikap
K3	MMSZ52353	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 25 V 5%/300 mW
K3p	BCW81	Philips	69	SOT-23	npn tranz.; 50 V/100 mA/200 mW, $h_{fe} \geq 420$
K3t	BCW81	Philips	69	SOT-23	npn tranz.; 50 V/100 mA/200 mW, $h_{fe} \geq 420$

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
K4	BCW71R	Philips	72	SOT-23R	BC107A
K4	HSMP-3834	HP	57	SOT-23	HP3830 kettős pin-dióda
K4	MMSZ52354	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 27 V 5%/300 mW
K5	BCW72R	Philips	72	SOT-23R	BC107B, ZTX300
K5	MMSZ52355	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 28 V 5%/300 mW
K6	BCV71R	Philips	72	SOT-23R	BC546A
K7	BCV71	Philips	69	SOT-23	BC546A
K7p	BCV71	Philips	69	SOT-23	BC546A
K7t	BCV71	Philips	69	SOT-23	BC546A
K8	BCV72	Philips	69	SOT-23	BC546B
K8p	BCV72	Philips	69	SOT-23	BC546B
K8t	BCV72	Philips	69	SOT-23	BC546B
K9	BCV72R	Philips	72	SOT-23R	BC546B
K9	1SS348	Toshiba	57	SC-59	Schottky dióda; 80 V/100 mA
K14	DTA114GE	Rohm	69	EMT-3	pnp digitális tranz.; R_2 = 10 kΩ, 50 V/100 mA
K14	DTA114GUA	Rohm	69	SC-70	pnp digitális tranz.; R_2 = 10 kΩ, 50 V/100 mA
K14	DTA114GKA	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_2 = 10 kΩ, 50 V/100 mA
K15	DTA124GKA	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/50 mA
K16	DTA144GUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA
K16	DTA144GKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA
K19	DTA115GUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA
K19	DTA115GKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA
K24	DTC114GUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/100 mA
K24	DTC114GKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/100 mA
K25	DTA124GUA	Rohm	69	SC-70	pnp digitális tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/50 mA
K25	DTA124GKA	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/50 mA
K26	DTC144GE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA
K26	DTC144GUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA
K26	DTC144GKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA
K29	DTC115GUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA
K29	DTC115GKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA
K31	BCW81R	Philips	72		npn tranz.; 50 V/100 mA/200 mW, $h_{fe} \geq 420$
KB	MMBT8099L	Motorola	69	SOT-23	npn tranz.; 80 V
KC	BFQ29P	Siemens	69		BFT 66
KC1xx	MMBZ5221BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 2,4 V/150 mW (xx = adatkód)
KC3xx	MMBZ5223BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 2,7 V/150 mW (xx = adatkód)
KC5xx	MMBZ5225BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 3 V/150 mW (xx = adatkód)
KD1	AZ23C2V7	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 2,7 V/300 mW
KD2	AZ23C3V0	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3 V/300 mW
KD3	AZ23C3V3	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3,3 V/300 mW
KD4	AZ23C3V6	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3,6 V/300 mW
KD5	AZ23C3V9	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3,9 V/300 mW
KD6	AZ23C4V3	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 4,3 V/300 mW
KD7	AZ23C4V7	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 4,7 V/300 mW
KD8	AZ23C5V1	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 5,1 V/300 mW
KD9	AZ23C5V6	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 5,6 V/300 mW
KD9	AZZ23C5V6W	Dio	56	SOT-323	kettős, közös anódú Z-dióda; 5,6 V/0,2 W
KDA	AZ23C6V2	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 6,2 V/300 mW
KDB	AZZ23C6V8	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 6,8 V/300 mW
KDB	AZZ23C6V8W	Dio	56	SOT-323	kettős, közös anódú Z-dióda; 6,8 V/0,2 W
KDC	AZZ23C7V5	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 7,5 V/300 mW
KDD	AZZ23C8V2	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 8,2 V/300 mW
KDE	AZZ23C9V1	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 9,1 V/300 mW
KDF	AZZ23C10	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 10 V/0,2 W
KDF	AZZ23C10W	Dio	56	SOT-323	kettős, közös anódú Z-dióda; 10 V/300 mW
KDG	AZZ23C11	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 11 V/300 mW
KDH	AZZ23C12	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 12 V/300 mW
KDI	AZZ23C13	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 13 V/300 mW
KDJ	AZZ23C15	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 15 V/300 mW
KDK	AZZ23C16	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 16 V/300 mW
KDL	AZZ23C18	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 18 V/300 mW
KDL	AZZ2318W	Dio	56	SOT-323	kettős, közös anódú Z-dióda; 18 V/0,2 W
KDM	AZZ23C20	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 20 V/300 mW
KDN	AZZ23C22	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 22 V/300 mW
KDO	AZZ23C24	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 24 V/300 mW
KDP	AZZ23C27	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 27 V/300 mW
KDQ	AZZ23C30	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 30 V/300 mW
KDR	AZZ23C33	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 33 V/300 mW
KDS	AZZ23C36	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 36 V/300 mW
KDT	AZZ23C39	Dio	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 39 V/300 mW
KE1xx	MMBZ5231BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 5,1 V/150 mW (xx: adatkód)
KE2xx	MMBZ5232BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 5,6 V/150 mW (xx: adatkód)
KE4xx	MMBZ5234BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 6,2 V/150 mW (xx: adatkód)
KE5xx	MMBZ5235BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 6,8 V/150 mW (xx: adatkód)
KF1xx	MMBZ5236BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 7,5 V/150 mW (xx: adatkód)
KF2xx	MMBZ5237BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 8,2 V/150 mW (xx: adatkód)
KF4xx	MMBZ5239BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 9,1 V/150 mW (xx: adatkód)
KF5xx	MMBZ5240BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 10 V/150 mW (xx: adatkód)
KG1xx	MMBZ5226BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 3,3 V/150 mW (xx: adatkód)
KG2xx	MMBZ5227BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 3,6 V/150 mW (xx: adatkód)
KG3xx	MMBZ5228BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 3,9 V/150 mW (xx: adatkód)
KG4xx	MMBZ5229BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 4,3 V/150 mW (xx: adatkód)
KG5xx	MMBZ5230BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 4,7 V/150 mW (xx: adatkód)
KHxx	MMBZ5241BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 11 V/150 mW (xx: adatkód)
KH2xx	MMBZ5242BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 12 V/150 mW (xx: adatkód)
KH3xx	MMBZ5243BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 13 V/150 mW (xx: adatkód)
KH5xx	MMBZ5245BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 15 V/150 mW (xx: adatkód)
KJ1xx	MMBZ5246BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 16 V/150 mW (xx: adatkód)
KJ3xx	MMBZ5248BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 18 V/150 mW (xx: adatkód)
KJ5xx	MMBZ5250BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 20 V/150 mW (xx: adatkód)
KK1xx	MMBZ5251BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 22 V/150 mW (xx: adatkód)
KK2xx	MMBZ5252BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 24 V/150 mW (xx: adatkód)
KK4xx	MMBZ5254BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 27 V/150 mW (xx: adatkód)
KK5xx	MMBZ5255BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 28 V/150 mW (xx: adatkód)
KM	BST80	Philips	74	SOT-89	VN10
KM1xx	MMBZ5256BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 30 V/150 mW (xx: adatkód)
KM2xx	MMBZ5257BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 33 V/150 mW (xx: adatkód)
KM3xx	MMBZ5258BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 36 V/150 mW (xx: adatkód)
KM4xx	MMBZ5259BT	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 39 V/150 mW (xx: adatkód)
KN	BST84	Philips	74	SOT-89	n-csat. VMOS; 200 V/0,25 A
KO	BST86	Philips	74	SOT-89	n-csat. VMOS; 180 V/0,3 A
KP	CMDZ4L7	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 4,7 V 5%/250 mW, I_z = 0,5 mA
KV1	DZ23C2V7	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 2,7 V/300 mW
KV2	DZ23C3V0	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 3,0 V/300 mW
KV3	DZ23C3V3	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 3,3 V/300 mW
KV4	DZ23C3V6	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 3,6 V/300 mW
KV5	DZ23C3V9	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 3,9 V/300 mW
KV6	DZ23C4V3	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 4,3 V/300 mW
KV7	DZ23C4V7	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 4,7 V/300 mW
KV8	DZ23C5V1	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 5,1 V/300 mW
KV9	DZ23C5V6	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 5,6 V/300 mW
KVA	DZ23C6V2	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 6,2 V/300 mW
KVB	DZZ23C6V8	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 6,8 V/300 mW
KVC	DZZ23C7V5	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 7,5 V/300 mW
KVD	DZZ23C8V2	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 8,2 V/300 mW
KVE	DZZ23C9V1	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 9,1 V/300 mW
KVF	DZZ23C10	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 10 V/200 mW
KVG	DZZ23C11	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 11 V/300 mW
KVH	DZZ23C12	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 12 V/300 mW
KVI	DZZ23C13	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 13 V/300 mW
KVJ	DZZ23C15	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 15 V/300 mW
KVK	DZZ23C16	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 16 V/300 mW
KVL	DZZ23C18	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 18 V/300 mW
KVM	DZZ23C20	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 20 V/300 mW
KVN	DZZ23C22	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 22 V/300 mW
KVO	DZZ23C24	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 24 V/300 mW
KVP	DZZ23C27	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 27 V/300 mW
KVQ	DZZ23C30	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 30 V/300 mW
KVR	DZZ23C33	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 33 V/300 mW
KVS	DZZ23C36	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 36 V/300 mW
KVT	DZZ23C39	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 39 V/300 mW
KVU	DZZ23C43	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 43 V/300 mW
KVV	DZZ23C47	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 47 V/300 mW
KVW	DZZ23C51	Dio	57	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 51 V/300 mW
L	BAT62-03W	Siemens	64	SOD-323	BAT62 Schottky detektor
L	BBY53-02W	Siemens	64	SCD80	varikap; 2,2...5,3 pF
L	BB14	Philips	64	SOD- 523	alacsonyfeszültségű varikap
L0	HSMP-386B	HP	58	SOT-323	RF pin-dióda

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
L0	HSMP-3860	HP	58	SOT-23	kettős, soros pin-dióda
L0	BAT721S	Philips	58	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda; 40 V/200 mA
L0p	BAT721S	Philips	58	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda; 40 V/200 mA
L0t	BAT721S	Philips	58	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda; 40 V/200 mA
L0W	BAT721S	Philips	58	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda; 40 V/200 mA
L1	BSS65	Zetex	69		pnp kapcsolótranz.; 12 V/100 mA/400 MHz
L10	ZLLS1000	Zetex	58	SOT-23	Schottky dióda; 40 V/1,1 A (kis szivárgóáramú, magas hőm.)
L2	BB202	Philips	64	SOD- 523	alacsonyfeszültségű varikap
L2	HSMP-3862	HP	59	SOT-23	kettős RF pin-dióda
L2	BSS69	Zetex	69		pnp kapcsolótranz.; 40 V/100 mA/200 MHz
L2	BAT42W	CSC	64	SOD-123	Schottky dióda
L2	EDZ9.1B	Rohm	64	EMD-2	Z-dióda; 9,1 V/150 mW
L2	VDZ9.1B	Rohm	64	VMD-2	Z-dióda; 9,1 V/150 mW
L3	BSS70	Zetex	69		pnp kapcsolótranz.; 40 V/100 mA/200 MHz
L3	MMBC1623L3	Motorola	69		npn tranz.; 40 V
L3	HSMP-3863	HP	56	SOT-23	közös anódú RF pin-dióda
L3	BAT43W	CSC	64	SOD-123	Schottky dióda
L4	HSMP-3864	HP	57	SOT-23	közös katódú RF pin-dióda
L4	BAT54W	Philips	58	SOT-323	BAT85 Schottky dióda; 30 V/0,2 A
L4	BAT54W	CSC	64	SOD-123	Schottky dióda
L4p	BAT54	Philips	58	SOT-23	BAT85
L4t	BAT54	Philips	58	SOT-23	BAT85
L4W	BAT54	Philips	58	SOT-23	BAT85
L4Z	BAT54	Zetex	58	SOT-23	BAT85
L4	MMBC1623L4	Motorola	69		npn tranz.; 40 V
L5	BSS65R	Zetex	72		pnp kapcsolótranz.; 12 V/100 mA/400 MHz
L5	MMBC1623L5	Motorola	69		MPS3904 tranz.; h_{fe} = 135...270
L6	BAR17	Siemens	58		pin-dióda
L6	BSS69R	Zetex	69		pnp kapcsolótranz.; 40 V/100 mA/200 MHz
L6	MMBC1623L6	Motorola	69		MPS3904 tranz.; h_{fe} = 200...400
L6	BAT46W	CSC	64	SOD-123	Schottky dióda
L7p	BAT721	Philips	58	SOT-23	Schottky dióda; 40 V/200 mA
L7t	BAT721	Philips	58	SOT-23	Schottky dióda; 40 V/200 mA
L8W	BAT721	Philips	58	SOT-23	Schottky dióda; 40 V/200 mA
L7	BSS70R	Zetex	69		pnp kapcsolótranz.; 40 V/100 mA/200 MHz
L7	MMBC1623L7	Motorola	69		MPS3904 tranz.; h_{fe} = 300...600
L7	BAR14-1	Siemens	59		kettős pin-dióda; I_{max} =100 mA
L7	BAT17W	CSC	64	SOD-123	Schottky dióda
L8	BAT721A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda; 40 V/200 mA
L8p	BAT721A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda; 40 V/200 mA
L8t	BAT721A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda; 40 V/200 mA
L8W	BAT721A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda; 40 V/200 mA
L8	BAR15-1	Siemens	56		kettős pin-dióda I_{max} =100 mA
L9	BAT721C	Philips	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda; 40 V/200 mA
L9p	BAT721C	Philips	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda; 40 V/200 mA
L9t	BAT721C	Philips	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda; 40 V/200 mA
L9W	BAT721C	Philips	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda; 40 V/200 mA
L9	BAR16-1	Siemens	57		kettős, pin-dióda I_{max} =100 mA
L9	1SS349	Toshiba	58	SC-59	kettős, közös katódú Schottky dióda; 20 V/1 A
L14	DTB114GK	Rohm	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_2 = 10 kΩ, 500 mA
L20	BAS29	National	58	SOT-23	Si dióda; 120 V/50 mA
L21	BAS31	National	59	SOT-23	BAS29 kettősdióda
L22	BAS35	National	56	SOT-23	BAS29 kettősdióda
L14	DTD114GK	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz. ; R_2 = 10 kΩ, 500 mA
L30	BAV23	Philips	73	SOT-143	kettősdióda; 200 V/225 mA
L41	BAT74	Philips	73	SOT-143	BAT85 kettősdióda
L42p	BAT54A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
L42t	BAT54A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
L42W	BAT54A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
L43p	BAT54C	Philips	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
L43t	BAT54C	Philips	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
L43W	BAT54C	Philips	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
L44p	BAT54S	Philips	59	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda; 30 V/0,2 A
L44t	BAT54S	Philips	59	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda; 30 V/0,2 A
L44W	BAT54S	Philips	59	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda; 30 V/0,2 A
L51	BAS56	Philips	73	SOT-143	kettős ultra gyors kapcsolódióda; 60 V/200 mA
L77	FMMTL717	Zetex	69	SOT-23	pnp tranz.; 12 V/1,25 A, $h_{fe} \geq 300$
L78	FMMTL718	Zetex	69	SOT-23	pnp tranz.; 20 V/1 A, $h_{fe} \geq 200$

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
LAp	BF550	Philips	69	SOT-23	pnp tranz.; 40 V/25 mA
LB	S525T	Tfk	62		n-csat. VHF MOSFET; 200 MHz
LBs	BF999	Siemens	62	SOT-23	n-csat. VHF MOSFET; 300 MHz
LDs	BF543	Siemens	62	SOT-23	n-csat. VHF MOSFET; 300 MHz
LEs	BF660	Siemens	69	SOT-23	BF606A pnp VHF oszcillátortranz.; f_T = 800 MHz
LG	2SC4116		69		npn tranz.
LGs	BF775A	Siemens	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 5,6 GHz (KF-erősítőbe)
LHs	BF569	Siemens	69	SOT-23	BF970 pnp RF-tranz.
LKs	BF799	Siemens	69	SOT-23	BF959
LKs	BF799W	Siemens	69	SOT-323	BF959
LH	BF569R	Tfk	72		BF970
LM	BST120	Philips	74	SOT-89	p-csat. DMOSFET; 60 V/0,3 A
LN	BST122	Philips	74	SOT-89	p-csat. DMOSFET; 50 V/0,25 A
LKs	BF799	Siemens	69	SOT-23	BF959
LKs	BF799W	Siemens	69	SOT-323	BF959
LOs	BF775	Siemens	69	SOT-23	BFQ69
LOs	BF775W	Siemens	69	SOT-323	BFQ69
LP	CMDZ5L1	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 5,1 V/250 mW, I_z = 0,5 mA
LRs	BF517	Siemens	74	SOT-89	BF763 RF-tranz.; 2,5 GHz
LSs	BF770A	Siemens	69	SOT-23	npn alacsony zajú RF-tranz.; f_T = 6 GHz
M (ké)	BAR65-03W	Siemens	64	SOD-323	pin-dióda
M (fe)	BBY55-03W	Siemens	64	SOD-323	varikap; 5,4...2,3 pF
M	BAR64-02W	Siemens	64	SCD-80	pin-dióda
M	BAR65-07	Siemens	73	SOT-143	kettős pin-dióda
M01	BF901	Philips	77	SOT-143	N-csat. kétkapus MOSFET
M02	BF901R	Philips	6	SOT-143	N-csat. kétkapus MOSFET
M04	BF904	Philips	77	SOT-143B	N-csat. kétkapus MOSFET
M06	BF904R	Philips	6	SOT-143	N-csat. kétkapus MOSFET
M08	PMBFJ308	Philips	61	SOT-23	J308 VHF n-csat. jFET
M09	PMBFJ309	Philips	61	SOT-23	J309 VHF n-csat. jFET
M1	BFR30	Philips	61	SOT-23	BFW11, BF245
M1	MMSZ5256	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 30 V 5%/300 mW
M1B	MMBT2222L	Motorola	69	SOT-23	2N2222
M1E	MMBTA43L	Motorola	69	SOT-23	MPSA43 npn tranz.; U_{CE} = 200 V
M1F	MMBT5550L	Motorola	69	SOT-23	2N5550 npn tranz.; 140 V
M1J	MMBT2369L	Motorola	69	SOT-23	2N2369A
M2	BFR31	Philips	61	SOT-23	BFW12, BF245
M2	MMSZ5257	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 33 V 5%/300 mW
M2B	MMBT2907L	Motorola	69	SOT-23	2N2907 pnp tranz.
M2C	MMBTA70L	Motorola	69	SOT-23	MPSA70 pnp tranz.
M3	BfT 46	Philips	61	SOT-23	n-csat. jFET; kisjelű erősítő
M3	MMBA812M3	Motorola	69		2N5086 pnp tranz.; h_{fe} = 60...120
M3	MMSZ5258	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 36 V 5%/300 mW
M3A	MMBTH24L	Motorola	69	SOT-23	npn RF-tranz; f_T = 400 MHz, 30 V
M3B	MMBT918L	Motorola	69	SOT-23	2N918 RF-tranz. (UHF erősítő)
M3J	MMBTH69L	Motorola	69	SOT-23	pnp RF-tranz. (VHF erősítő); f_T = 2 GHz, 15 V
M4	BSR56	Philips	61		2N4856 n-csat. jFET
M4	MBD110DW	Motorola	29	SOT-363	kettős UHF Schottky dióda
M4	MMSZ5259	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 39 V 5%/300 mW
M4A	MMBV109	Motorola	58	SOT-323	varikap
M4B	MMBV432	Motorola	57	SOT-23	kettős, közös katódú varikap; 45 pF/2 V
M4C	MMBV3102	Motorola	58	SOT-23	varikap
M4E	MMBV105G	Motorola	58	SOT-23	varikap
M4F	MMBD353	Motorola	59	SOT-23	MBD101 kettős, soros
M4G	MMBV2101	Motorola	58	SOT-23	MV2101 varikap; 6,8 pF
M5	BSR57	Philips	61		2N5457 n-csat. FET
M5	MMBA812M5	Motorola	69		2N5086 pnp tranz.; h_{fe} = 135...270
M5	MMSZ5260	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 43 V 5%/300 mW
M5C	MMBD7000	Motorola	59	SOT-23	kettős, soros kapcsolódióda; 100 V
M5	MMBD352W	Motorola	80	SOT-323	2 x MBD101 (soros)
M6	BSR58	Philips	61	SOT-23	2N4858 n-csat. FET
M6	MMBA812M6	Motorola	69		2N5086 pnp tranz.; h_{fe} = 200...400
M6	BSS66	Zetex	69		npn kapcsolótranz.; 40 V/100 mA, f_T = 250 MHz
M6A	MMBF4416	Motorola	61	SOT-23	2N4416 n-csat. RF jFET
M6B	MMBF5484	Motorola	61	SOT-23	2N5484 n-csat. RF jFET
M6C	MMBFU310	Motorola	61	SOT-23	U310 n-csat. RF jFET
M6E	MMBF5460	Motorola	61	SOT-23	2N5460 n-csat. RF jFET
M6H	MMBD354	Motorola	56	SOT-23	MBD101 kettős, közös katódú dióda
M7	BSS67	Zetex	69		npn kapcsolótranz.; 40 V/100 mA, f_T = 300 MHz

Kód	Típus	Gyártó	Be-kö-tés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
M7	MMBA812M7	Motorola	69		2N5086 pnp tranz.; h_{fe} = 300...600
M8	BSS66R	Zetex	72		npn kapcsolótranz.; 40 V/100 mA, f_T = 250 MHz
M8	BSH103	Philips	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 50 V/0,11 A
M8p	BSN20	Philips	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 50 V/0,11 A
M9	BSS67R	Zetex	72		npn kapcsolótranz.; 40 V/100 mA, f_T = 300 MHz
M10	PMBFJ310	Philips	61	SOT-23	J310 n-csat. jFET
M16	PMBF4416A	Philips	16	SOT-23	2N4416A n-csat. jFET
M26	BF908	Philips	77	SOT-143	UHF n-csat. kétkapus MOSFET
M27	BF908R	Philips	6	SOT-143	UHF n-csat. kétkapus MOSFET
M28	BF909	Philips	77	SOT-143	UHF n-csat. kétkapus MOSFET
M29	BF909R	Philips	6	SOT-143	UHF n-csat. kétkapus MOSFET
M31	BSD20	Philips	32		n-csat. depl kapcsoló MOSFET 10 V
M32	BSD22	Philips	32		n-csat. depl kapcsoló MOSFET 20 V
M33	BF861A	Philips	16	SOT-23	n-csat. jFET
M34	BF861B	Philips	16	SOT-23	n-csat. jFET
M35	BF861C	Philips	16	SOT-23	n-csat. jFET
M52	BF992R	Philips	6	SOT-143R	n-csat. kétkapus MOSFET
M56	BF1100	Philips	77	SOT-143	kétkapus MOSFET; 14 V/30 mA/200 mW
M57	BF1100R	Philips	6	SOT-143R	kétkapus MOSFET; 14 V/30 mA/200 mW
M65	BF545A	Philips	16	SOT-23	VHF n-csat. jFET
M66	BF545B	Philips	16	SOT-23	VHF n-csat. jFET
M67	BF545C	Philips	16	SOT-23	VHF n-csat. jFET
M68	PMBFJ210	Philips	16	SOT-23	J210 n-csat. jFET
M69	PMBFJ211	Philips	16	SOT-23	J211 n-csat. jFET
M70	PMBFJ212	Philips	16	SOT-23	J212 n-csat. jFET
M74	BSS83	Philips	32		n-csat. növekm. kapcsoló MOSFET
M84	BF556A	Philips	16	SOT-23	VHF n-csat. jFET
M85	BF556B	Philips	16	SOT-23	VHF n-csat. jFET
M86	BF556C	Philips	16	SOT-23	VHF n-csat. jFET
M87	BF990A	Philips	77	SOT-23	UHF n-csat. kétkapus MOSFET
M90	BF990	Philips	77		BF980
M91	BF991	Philips	77		BF981
M92	BF992	Philips	77		BF982
M94	BF994	Philips	77		BF964
M96	BF996	Philips	77		BF966
M97	BFR101A	Vishay		SOT-143	n-csat jFET
M98	BFR101B	Vishay		SOT-143	n-csat jFET
MA	M1MA151AT	Motorola	60	SOT-346	kapcsolódióda; 40 V/100 mA
MA	MBT3904DW1	Motorola	17	SOT-363	kettős 2N3904
MA	M1MA152AT	Motorola	60	SOT-346	kapcsolódióda; 80 V/100 mA
MA	BFS17		69	SOT-23	BFW92
MAp	BF989	Philips	77	SOT-143	n-csat. kétkapus MOSFET
MB	BF998WR	Philips	6	SOT-343	BF988 n-csat. VHF kétkapus MOSFET
MB	BF995	Siemens	6		BF961 n-csat. VHF kétkapus MOSFET
MB	MBT3904DW9	Motorola			kettős 2N3904
MCs	BFS17P	Siemens	69	SOT-23	BFW92
MCs	BFS17PW	Siemens	69	SOT-323	BFW92
MC	ZVN3306F	Zetex	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 60 V/150 mA
MC	BF904WR	Philips	6	SOT-343R	n-csat. UHF kétkapus MOSFET
MD	BF908WR	Philips	6	SOT-343R	n-csat. UHF kétkapus MOSFET
MF	ZVN3310F	Zetex	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 100 V/100 mA
MF	BF1100WR	Philips	6	SOT-343R	n-csat. UHF kétkapus MOSFET
MG	BF994S	Tfk	77		BF964 n-csat. kétkapus VHF MOSFET
MGp	BF994S	Philips	77	SOT-343	BF964
MH	BF996S	Tfk	77		BF966 n-csat. kétkapus VHF MOSFET
MH	BF996S	Philips	77	SOT-343	BF966
MH	M1MA141KT	Motorola	58	SOT-323	kapcsolódióda; 40 V/100 mA
MH	M1MA151KT	Motorola	58	SOT-346	kapcsolódióda; 40 V/100 mA
MI	M1MA142KT	Motorola	58	SOT-323	kapcsolódióda; 80 V/100 mA
MI	M1MA152KT	Motorola	58	SOT-346	kapcsolódióda; 80 V/100 mA
ML	ZVP3306F	Zetex	68	SOT-23	p-csat. MOSFET; 60 V/90 mA
MN	M1MA141WA	Motorola	56	SOT-323	kettős, közös anódú dióda; 40 V/100 mA
MN	M1MA151WA	Motorola	56	SOT-346	kettős, közös anódú dióda; 40 V/100 mA
MO	M1MA142W	Motorola	56	SOT-323	kettős, közös anódú dióda; 80 V/100 mA
MO	M1MA152W	Motorola	56	SOT-346	kettős, közös anódú dióda; 80 V/100 mA
MOs	BF998	Siemens	77	SOT-143	BF988 n-csat. VHF kétkapus MOSFET
MOR	BF998R	Tfk	6	SOT-143R	BF988 n-csat. VHF kétkapus MOSFET
MOp	BF998	Philips	77	SOT-143	BF988 n-csat. VHF kétkapus MOSFET
MOp	BF998R	Siemens	6	SOT-143R	BF988 n-csat. VHF kétkapus MOSFET

Kód	Típus	Gyártó	Be-kö-tés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
MR	BF998W	Siemens	6	SOT-143R	BF988 n-csat. VHF kétkapus MOSFET
MR	ZVP3310F	Zetex	68	SOT-23	p-csat. MOSFET; 100 V/75 mA
MS	CF739	Siemens	77		kétkapus GaAsFET; 2 GHz
MT	M1MA141WK	Motorola	57	SOT-323	kettős, közös katódú dióda; 40 V/100 mA
MT	M1MA151WK	Motorola	57	SOT-346	kettős, közös katódú dióda; 40 V/100 mA
MU	M1MA142WK	Motorola	57	SOT-323	kettős, közös katódú dióda; 80 V/100 mA
MU	M1MA152WK	Motorola	57	SOT-346	kettős, közös katódú dióda; 80 V/100 mA
MU	ZVN3320F	Zetex	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 200 V/60 mA
MX	CF750	Siemens	75		előfeszített, kétkapus GaAsFET; 3...6 V
MY	VN10LF	Zetex	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 60 V/150 mA
MY	BF1012	Siemens	77		n-csat. kétkapus MOSFET; 1 GHz/12 V
MZ	ZVN4106F	Zetex	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 60 V/200 mA
MZ	BF1005	Siemens	77		n-csat. kétkapus MOSFET; 1 GHz/5 V
N	DAN202K	Rohm	57		kettős dióda; 80 V/100 mA
N	RN242CS	Rohm	64	VMN2	pin-dióda
N	BB181	Philips	64	SOD- 523	VHF varikap; 1...15 pF
N0	TN0200T	National	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 0,6 A
N1	MMBT100	National	69		npn kapcsolótranz.; 500 mA
N1	MMBF201N	Motorola	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 20 V/0,3 A
N1	MRF571	Motorola	69	SOT-416	npn RF-tranz.; 8 GHz/40 mA
N1	TN0201T	Temic	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 0,3 A/200 mW
N1	MMSZ5261	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 47 V 5%/300 mW
N2	MGSF1N02LT1	Motorola	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 20 V/85 mA
N2	MMBC1653N2	Motorola	69		npn tranz.; 130 V/50 mA, h_{fe} = 50...130
N2	BFS520	Philips	69	SOT-323	npn RF-tranz.; 9 GHz, 70 mA
N2	MMSZ5262	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 51 V 5%/300 mW
N3	MMBC1653N3	Motorola	69		npn tranz.; 130 V/50 mA, h_{fe} = 100...220
N3	MGSF1N03L	Motorola	68	SOT-23	n-csat. TMOSFET; 30 V/0,75 A
N3	MMSZ5263	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 56 V 5%/300 mW
N3	1PS66SB62	Philips	38	SOT666	3 x 40 V 20 mA Schottky diódahármas
N4	MMBC1653N4	Motorola	69		npn tranz.; 130 V 50 mA h_{fe} = 150...330
N4	MMSZ5264	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 80 V 5%/300 mW
N5	MMBC1654N5	Motorola	69		npn tranz.; 160V 50 mA h_{fe} = 50...130
N5	MMSZ5265	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda 300 mW 5% 62 V
N6	MMBC1653N6	Motorola	69		npn tranz.; 160 V 50 mA h_{fe} = 100...220
N6	BFS25A	Philips	69	SOT-323	npn RF tranz.; 5 GHz 6,5 mA 32 mW
N7	MMBC1653N7	Motorola	69		npn tranz.; 160V 50 mA h_{fe} = 150...330
N9	1SS372	Toshiba	59	SC-70	kettős, soros Schottky dióda; 10 V/100 mA, alacsony U_f
N9	1SS374	Toshiba	59	SC-59	kettős, soros Schottky dióda; 10 V/100 mA, alacsony U_f
N9	DAN222	Motorola	57	SOT-416	kettős, közös katódú Si dióda
N01	DDTC113TE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; R_1 = 1 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N01	DDTC113TUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; R_1 = 1 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N01	DDTC113TCA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; R_1 = 1 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N01	DDTC113TKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; R_1 = 1 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N02	DDTC113ZE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N02	DDTC113ZUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N02	DDTC113ZCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N02	DDTC113ZKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N03	DDTC123TE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N03	DDTC123TUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N03	DDTC123TCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N03	DDTC123TKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N04	DDTC123EE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N04	DDTC123EUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N04	DDTC123ECA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N04	DDTC123EKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N05	S02484	STM	69		2N2484
N05	DDTC123YE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N05	DDTC123YUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N05	DDTC123YCA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N05	DDTC123YKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N06	DDTC123JE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N06	DDTC123JUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N06	DDTC123JCA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
N06	DDTC123JKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N06	DDC123JU	Dio	17	SOT-363	npn digit. kettőstranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
N06	DDC123JK	Dio	17	SOT-26	npn digit. kettőstranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
N07	DDTC143TE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N07	DDTC143TUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N07	DDTC143TCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N07	DDTC143TKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N07	DDC143TU	Dio	17	SOT-363	npn digitális kettőstranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA
N07	DDC143TK	Dio	17	SOT-26	npn digitális kettőstranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA
N08	DDTC143EE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N08	DDTC143EUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N08	DDTC143ECA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N08	DDTC143EKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N08	SO930	STM	69		2N930
N09	DDTC123XE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N09	DDTC123XUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N09	DDTC123XCA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N09	DDTC123XKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N10	SO918	STM	69		2N918
N10	DDTC143FE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N10	DDTC143FUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N10	DDTC143FCA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N10	DDTC143FKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N11	DDTC143ZE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N11	DDTC143ZUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N11	DDTC143ZCA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N11	DDTC143ZKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N11	SO2369	STM	69		2N2369
N12	SO2221	STM	69		2N2221
N12	DDTC114TE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N12	DDTC114TUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N12	DDTC114TCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N12	DDTC114TKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N12	DDC114TU	Dio	17	SOT-363	npn digitális kettőstranz.; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA
N12	DDC114TK	Dio	17	SOT-26	npn digitális kettőstranz.; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA
N13	DDTC114EE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N13	DDTC114EUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N13	DDTC114ECA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N13	DDTC114EKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N13	DDC114EU	Dio	17	SOT-363	npn digit. kettőstranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
N13	DDC114EK	Dio	17	SOT-26	npn digit. kettőstranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
N13	SO2222	STM	69		2N2222
N14	DDTC114YE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N14	DDTC114YUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N14	DDTC114YCA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N14	DDTC114YKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N14	DDC114YU	Dio	17	SOT-363	npn digit. kettőstranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
N14	DDC114YK	Dio	17	SOT-26	npn digit. kettőstranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
N15	DDTC114WE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N15	DDTC114WUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N15	DDTC114WCA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N15	DDTC114WKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N16	DDTC124TE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; R_1 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N16	DDTC124TUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; R_1 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N16	DDTC124TCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; R_1 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N16	DDTC124TKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; R_1 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N17	DDTC124EE	Dio	17	SOT-523	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N17	DDTC124EUA	Dio	17	SOT-323	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N17	DDTC124ECA	Dio	17	SOT-23	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N17	DDTC124EKA	Dio	17	SC-59	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N17	DDC124EU	Dio	17	SOT-363	npn digit. kettőstranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
N17	DDC124EK	Dio	17	SOT-26	npn digit. kettőstranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
N18	SO1711	STM	69		2N1711
N18	DDTC124XE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ 100 mA/150 mW
N18	DDTC124XUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N18	DDTC124XCA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N18	DDTC124XKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N19	DDTC144TE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; R_1 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N19	DDTC144TUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; R_1 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N19	DDTC144TCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; R_1 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N19	DDTC144TKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; R_1 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N20	DDTC124EE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N20	DDTC124EUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N20	DDTC124ECA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N20	DDTC124EKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N20	DDC144EU	Dio	17	SOT-363	npn digit. kettőstranz.; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
N20	DDC144EK	Dio	17	SOT-26	npn digit. kettőstranz.; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
N20	SO2222A	STM	69		2N2222A
N21	DDTC144VE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N21	DDTC144VUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N21	DDTC144VCA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N21	DDTC144VKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
N22	DDTC144WE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N22	DDTC144WUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N22	DDTC144WCA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N22	DDTC144WKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N23	DDTC115TE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; R_1 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N23	DDTC115TUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; R_1 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N23	DDTC115TCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; R_1 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N23	DDTC115TKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; R_1 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N24	DDTC115EE	Dio	69	SOT-523	npn digitális tranz.; 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
N24	DDTC115EUA	Dio	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N24	DDTC115ECA	Dio	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N24	DDTC115EKA	Dio	69	SC-59	npn digitális tranz.; 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
N25	DDTC125TE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; R_1 = 200 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N25	DDTC125TUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; R_1 = 200 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N25	DDTC125TCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; R_1 = 200 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N25	DDTC125TKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; R_1 = 200 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N26	DDTC114GE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; R_2 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N26	DDTC114GUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; R_2 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N26	DDTC114GCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; R_2 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N26	DDTC114GKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; R_2 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW

Kód	Típus	Gyártó	Be-kö-tés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
N27	SO1893	STM	69		2N1893
N27	DDTC124GE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N27	DDTC124GUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N27	DDTC124GCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N27	DDTC124GKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N28	BFR520	Philips	69	SOT-23	npn RF 9 GHz 70 mA
N28	DDTC144GE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N28	DDTC144GUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N28	DDTC144GCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N28	DDTC144GKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N29	BFR540	Philips	69	SOT-23	npn RF 9 GHz 120 mA
N29	DDTC115GE	Dio	69	SOT-523	npn digit. tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
N29	DDTC115GUA	Dio	69	SOT-323	npn digit. tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N29	DDTC115GCA	Dio	69	SOT-23	npn digit. tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N29	DDTC115GKA	Dio	69	SC-59	npn digit. tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
N30	BFR505	Philips	69	SOT-23	npn RF-tranz.; 9 GHz/15 V/18 mA
N33	BFG505	Philips	39	SOT-143	npn RF-tranz.; 9 GHz/15 V/18 mA
N36	BFG520	Philips	78	SOT-143	npn RF-tranz.; 9 GHz/70 mA
N37	BFG540	Philips	78	SOT-143	npn RF-tranz.; 9 GHz/120 mA
N38	BFG590	Philips	39	SOT-143	npn RF-tranz.; 5 GHz/15 V 0,2A
N39	BFG505X	Philips	78		npn RF-tranz.; 9 GHz/15 V/18 mA
N44	BFG590X	Philips	78		npn RF-tranz.; 5 GHz/15 V/0,2A
N54	SO2221A	STM	69		2N2221A
N70	BFG10	Philips	39	SOT-143	npn RF-tranz.; 8 V/250 mA/1,8 GHz (teljesítményerősítő)
N71	SO3904	STM	69		2N3904
N71	BFG10X	Philips	78		npn tranz.; 8 V/250 mA/1,8 GHz (teljesítményerősítő)
N72	BFG11	Philips	39	SOT-143	npn tranz.; 8 V/400 mA/1,8 GHz (teljesítményerősítő)
N72	SO3903	STM	69		2N3903
N73	BFG11X	Philips	78		npn tranz.; 8 V/400 mA/1,8 GHz (teljesítményerősítő)
N79	SO5550	STM	69		2N5550
N80	SO5551	STM	69		2N5551
N81	SO2369A	STM	69		2N2369A
N91	SO642	STM	69		npn tranz.; U_{CE} = 300 V
N94	SO517	STM	69		npn Darlingtonpár
NA	CFY35-20	Siemens	36		10 GHz GaAsFET
NA	BF1105WR	Philips	6	SOT-343R	UHF n-csat. kétkapus MOSFET
NAp	BE1105R	Philips	6	SOT-143R	UHF n-csat. kétkapus MOSFET
NB	BF1109WR	Philips	6	SOT-343R	UHF n-csat. kétkapus MOSFET
NBp	BF1109R	Philips	6	SOT-143R	UHF n-csat. kétkapus MOSFET
NEp	BF1105	Philips	6	SOT-143	UHF n-csat. kétkapus MOSFET
NFp	BF1109	Philips	6	SOT-143	UHF n-csat. kétkapus MOSFET
NB	CFY35-23	Siemens	36		GaAsFET; 10 GHz
NP	CMDZ5L6	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 5,6 V/250 mW, I_z = 0,5 mA
NY	BF1012s	Siemens	77		n-csat. kétkapus MOSFET; 1 GHz/12 V
NZ	MGSF1N02L	Motorola	68		n-csat. TMOSFET
O (fe)	BAT14-03W	Siemens	64	SOD-323	RF Schottky dióda; 4 V/90 mA
O05	SO2484R	STM	72		2N2484
O08	SO930R	STM	72		2N930
O9	1SS385F	Toshiba	57	ESM	közös katódú Schottky dióda; 10 V/0,1 A
O9	1SS385	Toshiba	57	SSM	közös katódú Schottky dióda; 10 V/0,1 A
O9	1SS378	Toshiba	57	SC-70	közös katódú Schottky dióda; 10 V/0,1 A
O9	1SS377	Toshiba	57	SC-59	közös katódú Schottky dióda; 10 V/0,1 A
O10	SO918R	STM	72		2N918
O12	SO2221R	STM	72		2N2221
O13	SO2222R	STM	72		2N2222
O2	BST82	Philips	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 80 V/175 mA
O20	SO2222AR	STM	72		2N2222A
O27	SO1893R	STM	72		2N1893
O54	SO2221AR	STM	72		2N2221A
O79	SO5550R	STM	72		2N5550
O80	SO5551R	STM	72		2N5551
O91	SO642R	STM	72		npn tranz.; U_{CE} = 300 V
OP	CMDZ6L2	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 6,2 V/250 mW, I_z = 0,5 mA
P (fe)	BAT15-03W	Siemens	64	SOD-323	RF Schottky dióda; 4 V/100 mA
P	KV1841E	Tok	64	URD	UHF varikap; 7...15 pF
P	RSX051VA-30	Rohm	64	TUMD-2	Schottky dióda; 30 V/500 mA
P	DAP202K	Rohm	56		kettősdióda; 80 V/100 mA
P0	BFP90A	Philips	1	SOT-173	BFG90A
P0	TP0101T	Temic	68	SOT-23	p-csat. MOSFET; 12 V/500 mA

Kód	Típus	Gyártó	Be-kö-tés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
P0	HSMS-285B	HP	58	SOT-323	zero-bias Schottky dióda
P0	HSMS-2850	HP	58	SOT-23	zero-bias Schottky dióda
P01	SO2906	STM	69		2N2906
P01	SST201	Siliconix	61	SOT-23	J201 n-csat. jFET
P01	DDTA113TE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; R_1 = 1 kΩ, 50 V/0,1 A/150 mW
P01	DDTA113TUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; R_1 = 1 kΩ, 50 V/0,1 A/200 mW
P01	DDTA113TCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; R_1 = 1 kΩ, 50 V/0,1 A/200 mW
P01	DDTA113TKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_1 = 1 kΩ, 50 V/0,1 A/200 mW
P02	SST202	Siliconix	61	SOT-23	J202 n-csat. jFET
P02	DDTA113ZE	Dio	69	SOT-523	pnp digit. tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
P02	DDTA113ZUA	Dio	69	SOT-323	pnp digit. tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P02	DDTA113ZCA	Dio	69	SOT-23	pnp digit. tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P02	DDTA113ZKA	Dio	69	SC-59	pnp digit. tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P03	SO2907A	STM	69		2N2907A
P03	SST203	Siliconix	61	SOT-23	J203 n-csat. jFET
P03	DDTA123TE	Dio	69	SOT-523	pnp digit. tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
P03	DDTA123TUA	Dio	69	SOT-323	pnp digit. tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P03	DDTA123TCA	Dio	69	SOT-23	pnp digit. tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P03	DDTA123TKA	Dio	69	SC-59	pnp digit. tranz.; R_1 = 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P04	SST204	Siliconix	61	SOT-23	J204 n-csat. jFET
P04	DDTA123EE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
P04	DDTA123EUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P04	DDTA123ECA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P04	DDTA123EKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P05	SO2907	STM	69		2N2907
P05	DDTA123YE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P05	DDTA123YUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P05	DDTA123YCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P05	DDTA123YKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P06	SO2894	STM	69		2N2894
P06	DDTA123JE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
P06	DDTA123JUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P06	DDTA123JCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P06	DDTA123JKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P06	DDA123JU	Dio	4	SOT-363	pnp digit. kettőstranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/100 mA
P06	DDA123JK	Dio	4	SOT-26	pnp digit. kettőstranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/100 mA
P07	DDTA143TE	Dio	69	SOT-523	pnp digit. tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
P07	DDTA143TUA	Dio	69	SOT-323	pnp digit. tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P07	DDTA143TCA	Dio	69	SOT-23	pnp digit. tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P07	DDTA143TKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P07	DDA143TU	Dio	4	SOT-363	pnp digitális kettőstranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
P07	DDA143TK	Dio	4	SOT-26	pnp digitális kettőstranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
P08	DDTA143EE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P08	DDTA143EUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P08	DDTA143ECA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P08	DDTA143EKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P09	DDTA123XE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P09	DDTA123XUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P09	DDTA123XCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P09	DDTA123XKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P1	BB131	Philips	64	SOD-323	VHF varikap; 1...15 pF
P1	BFP91A	Philips	1	SOT-173	BFG91A
P1	SST201	Temic	61	SOT-23	J201 n-csat. jFET
P1	MMSZ5266	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 68 V 5%/300 mW
P1	BZX84C11T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 11 V/150 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
P1D	PZTA42	Motorola	71		MPSA42 npn tranz.; 300 V/10 mA
P1F	PZT2222A	Motorola	71		2N2222A npn kapcsolótranz.
P1N	PZTA14	Motorola	71		MPSA14 Darlingtonpár
P1	BFR92	Philips	69	SOT-23	BFR90
P1D	PZTA42	Motorola	71		MPSA42 npn tranz.; 300 V
P1N	PZTA14	Motorola	71		MPSA14 npn Darlingtonpár
P2	BB132	Philips	64	SOD-323	VHF varikap; 2,5...28,8 pF
P2	BFR92A	Philips	69	SOT-23	BFR90A
P2p	BFR92AW	Philips	69	SOT-323	BFR90A
P2	HSMSM-285C	HP	59	SOT-323	HSMS-285B kettős, dióda soros
P2	HSMSM-2852	HP	59	SOT-23	HSMS-285B kettős, dióda soros
P2	MMSZ5267	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 75 V 5%/300 mW
P2	BZX84C12T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 12 V/150 mW
P2D	PZTA92	Motorola	71		MPSA92 pnp tranz.; 300 V
P2F	PZT2907A	Motorola	71		2N2907A kapcsoló pnp
P2V	PZTA64	Motorola	71		MPSA64 Darlingtonpár
P3	BB133	Philips	64	SOD-323	VHF varikap 2,5-18,5 pF
P3	MMBF2202P	Motorola	68	SOT-23	p-csat. TMOSFET 0,3 A 20 V
P3	TP0202T	Temic	68		p-csat. MOSFET 0,3 A 20 V
P3	BZX84C13T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda 150 mW 13 V
P4	BFR92R	Philips	72	SOT-23R	BFR90
P4	BB134	Philips	64	SOD-323	UHF varikap 2-12 pF
P4	BZX84C15T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda 150 mW 15 V
P5	BB135	Philips	64	SOD-323	UHF varikap 2-12 pF
P5	BFR92AR	Philips	72	SOT-23R	BFR90A
P5	FMMT2369A	Zetex	69		2N2369A
P5	HSMSM-2855	HP	73	SOT-143	szigetelt pár HSMS-2850
P5	BZX84C16T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda 150 mW 16 V
P6	BFP96	Philips	1	SOT-173	BFG96
P6	BZX84C18T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda 150 mW 18 V
P7	BB147	Philips	64	SOD-323	VHF varikap 2,5-42 pF
P7	BZX84C20T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda 150 mW 20 V
P8	BB148	Philips	64	SOD-323	VHF varikap 2,5-17,5 pF
P8	BZX84C22T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda 150 mW 22 V
P8A	FLLD258	Zetex	57	SOT-23	kettős, közös anódú, kis szivárgóáramú Si dióda
P9	BB149	Philips	64	SOD-323	UHF varikap; 2...11 pF
P9	BCX70KR	Philips	72	SOT-23R	BCY59-x
P9	DAP222	Motorola	56	SOT-416	kettős, közös anódú kapcsolódióda
P9	BZX84C24T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 24 V/150 mW
P10	DDTA143FE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P10	DDTA143FUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P10	DDTA143FCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P10	DDTA143FKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P11	DDTA143ZE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P11	DDTA143ZUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P11	DDTA143ZCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P11	DDTA143ZKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P12	SO2906A	STM	69		2N2906A
P12	DDTA114TE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/ /150 mW
P12	DDTA114TUA	Dio	69	SOT-323	pnp digit. tranz.; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P12	DDTA114TCA	Dio	69	SOT-23	pnp digit. tranz.; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P12	DDTA114TKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P12	DDA114TU	Dio	4	SOT-363	pnp digitális kettőstranz.; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA
P12	DDA114TK	Dio	4	SOT-26	pnp digitális kettőstranz.; R_1 = 10 kΩ, 50 V/100 mA
P13	DDTA114EE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P13	DDTA114EUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P13	DDTA114ECA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P13	DDTA114EKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P13	DDA114EU	Dio	4	SOT-363	pnp digit. kettőstranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
P13	DDA114EK	Dio	4	SOT-26	pnp digit. kettőstranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
P14	DDTA114YE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P14	DDTA114YUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P14	DDTA114YCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P14	DDTA114YKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P14	DDA114YU	Dio	4	SOT-363	pnp digit. kettőstranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
P14	DDA114YK	Dio	4	SOT-26	pnp digit. kettőstranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA/
P15	DDTA114WE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P15	DDTA114WUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P15	DDTA114WCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P15	DDTA114WKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P16	DDTA124TE	Dio	69	SOT-523	pnp digit. tranz.; R_1 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
P16	DDTA124TUA	Dio	69	SOT-323	pnp digit. tranz.; R_1 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P16	DDTA124TCA	Dio	69	SOT-23	pnp digit. tranz.; R_1 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P16	DDTA124TKA	Dio	69	SC-59	pnp digit. tranz.; R_1 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P17	DDTA124EE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P17	DDTA124EUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P17	DDTA124ECA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P17	DDTA124EKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P17	DDC124EU	Dio	4	SOT-363	pnp digit. kettőstranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
P17	DDC124EK	Dio	4	SOT-26	pnp digit. kettőstranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
P18	DDTA124XE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P18	DDTA124XUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P18	DDTA124XCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P18	DDTA124XKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P19	DDTA144TE	Dio	69	SOT-523	pnp digit. tranz.; R_1 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
P19	DDTA144TUA	Dio	69	SOT-323	pnp digit. tranz.; R_1 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P19	DDTA144TCA	Dio	69	SOT-23	pnp digit. tranz.; R_1 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P19	DDTA144TKA	Dio	69	SC-59	pnp digit. tranz.; R_1 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P20	DDTA124EE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P20	DDTA124EUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitáiis tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P20	DDTA124ECA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P20	DDTA124EKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA /200 mW
P20	DDA144EU	Dio	4	SOT-363	pnp digit. kettőstranz.; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
P20	DDA144EK	Dio	4	SOT-26	pnp digitális kettőstranz.; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P21	DDTA144VE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 47 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P21	DDTA144VUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 47 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P21	DDTA144VCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 47 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P21	DDTA144VKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 47 kΩ + 10 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P22	DDTA144WE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P22	DDTA144WUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P22	DDTA144WCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P22	DDTA144WKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P23	DDTA115TE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; R_1 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/ /150 mW
P23	DDTA115TUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; R_1 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/ /200 mW
P23	DDTA115TCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; R_1 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/ /200 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
P23	DDTA115TKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_1 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/ /200 mW
P24	DDTA115EE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/ /100 mA/150 mW
P24	DDTA115EUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P24	DDTA115ECA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P24	DDTA115EKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; 100 kΩ + 100 kΩ, 50 V/ /100 mA/200 mW
P25	DDTA125TE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; R_1 = 200 kΩ, 50 V/100 mA/ /150 mW
P25	DDTA125TUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; R_1 = 200 kΩ, 50 V/100 mA/ /200 mW
P25	DDTA125TCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; R_1 = 200 kΩ, 50 V/100 mA/ /200 mW
P25	DDTA125TKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_1 = 200 kΩ, 50 V/100 mA/ /200 mW
P25	SO3906	STM	69		2N3906
P26	SO3905	STM	69		2N3905
P26	DDTA114GE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; R_2 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/ /150 mW
P26	DDTA114GUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; R_2 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/ /200 mW
P26	DDTA114GCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; R_2 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/ /200 mW
P26	DDTA114GKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_2 = 10 kΩ, 50 V/100 mA/ /200 mW
P27	DDTA124GE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
P27	DDTA124GUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P27	DDTA124GCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P27	DDTA124GKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_2 = 22 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P28	DDTA144GE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
P28	DDTA144GUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P28	DDTA144GCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P28	DDTA144GKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_2 = 47 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P29	DDTA115GE	Dio	69	SOT-523	pnp digitális tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/150 mW
P29	DDTA115GUA	Dio	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P29	DDTA115GCA	Dio	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P29	DDTA115GKA	Dio	69	SC-59	pnp digitális tranz.; R_2 = 100 kΩ, 50 V/100 mA/200 mW
P32	SO5400	STM	69		2N5400
P33	SO5401	STM	69		2N5401
P38	SST4338	Siliconix	61	SOT-23	2N4338
P39	SST4339	Siliconix	61		2N4339
P39	SO692	STM			pnp tranz.; U_{ce} = 300 V
P40	SST4340	Siliconix	61	SOT-23	2N4340
P41	SST4341	Siliconix	61	SOT-23	2N4341
P57	SST5457	Siliconix	61	SOT-23	2N5457
P58	SST5458	Siliconix	61	SOT-23	2N5458
P59	SST5459	Siliconix	61	SOT-23	2N5459
P60	SST5460	Siliconix	61	SOT-23	2N5460
P61	SST5461	Siliconix	61	SOT-23	2N5461
P62	SST5462	Siliconix	61	SOT-23	2N5462
P63	SST5463	Siliconix	61	SOT-23	2N5463
P64	SST5464	Siliconix	61	SOT-23	2N5464
P65	SST5465	Siliconix	61	SOT-23	2N5465
PA	BB151	Philips	64	SOD-323	alacsonyfeszültségű varikap
PB	BB152	Philips	64	SOD-323	VHF varikap; 2,5...23 pF
PC	BB153	Philips	64	SOD-323	VHF varikap; 2,5...15 pF
PC	MGSF1P02L	Motorola	68	SOT-23	p-csat. növekm. TMOSFET
PD	BSS84L	Motorola	68	SOT-23	p-csat. növekm. TMOSFET
PE	BB155	Philips	64	SOD-323	alacsonyfeszültségű varikap
PF	BB156	Philips	64	SOD-323	alacsonyfeszültségű varikap
PG	BB157	Philips	64	SOD-323	VHF varikap; 2,7...13,7 pF
PH	BB158	Philips	64	SOD-323	VHF varikap; 2,5...17,5 pF
PH2	SST4302	Siliconix	61	SOT-23	2N4302
PH3	SST4303	Siliconix	61	SOT-23	2N4303
PH4	SST4304	Siliconix	61	SOT-23	2N4304
PJ	BB159	Philips	64	SOD-323	UHF varikap; 2...11 pF
PK	BB164	Philips	64	SOD-323	VHF varikap; 3...22,5 pF
PL	BB149A	Philips	64	SOD-323	varikap; 2...12 pF
PN	BB190	Philips	64	SOD-323	alacsonyfeszültségű varikap
POs	BAR64	Siemens	58	SOT-23	RF pin-dióda; 200 V

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
PP	CMDZ6L8	CSC	64	SOD-323	Z-dióda 250 mW I_z 0,5 mA/6,8 V
PPs	BAR64-04	Siemens	59	SOT-23	kettős, soros RF pin-dióda; 200 V
PPs	BAR64-04W	Siemens	59	SOT-323	kettős, soros RF pin-dióda; 200 V
PRs	BAR64-05	Siemens	57	SOT-23	kettős, közös katódú RF pin-dióda; 200 V
PRs	BAR64-05W	Siemens	57	SOT-323	kettős, közös katódú RF pin-dióda; 200 V
PSs	BAR64-06	Siemens	56	SOT-23	kettős, közös anódú RF pin-dióda; 200 V
PSs	BAR64-06W	Siemens	56	SOT-323	kettős, közös anódú RF pin-dióda; 200 V
Q	RSX071VA-30	Rohm	64	TUMD-2	Schottky dióda; 0,7 A/30 V
Q3	MMBC1321Q3	Motorola	69		npn VHF erősítőtranz.; f_T = 0,6 GHz
Q4	MMBC1321Q4	Motorola	69		npn VHF erősítőtranz.; f_T = 0,6 GHz
Q5	MMBC1321Q5	Motorola	69		npn VHF erősítőtranz.; f_T = 0,6 GHz
QP	CMDZ7L5	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 7,5 V/250 mW, I_z = 0,5 mA
QQ	2SC4536	NEC	71		npn RF-tranz.; f_T = 5,7 GHz/2 W, h_{fe} = 40...80
QR	2SC4536	NEC	71		npn RF-tranz.; f_T = 5,7 GHz/2 W, h_{fe} = 60...120
QS	2SC4536	NEC	71		npn RF-tranz.; f_T = 5,7 GHz/2 W, h_{fe} = 100...200
R	BA895	Siemens	64	SCD-80	pin-dióda; 50 V/50 mA
R	BA585	Siemens	64	SOD-123	pin-dióda; I_{max} = 50 mA
R	RSX101VA-30	Rohm	64	TUMD-2	Schottky dióda; 30 V/1 A
R (sá)	BA597	Siemens	64	SOD-323	UHF pin-dióda; I_{max} = 100 mA
R (fe)	BA595	Siemens	64	SOD-323	UHF pin-dióda; I_{max} = 50 mA
R1	BFR93	STM	69	SOT-23	BFR91
R1	HSMS-8101	HP	66	SOT-23	Schottky keverődióda; 10...14 GHz
R1	UMT4401	Rohm	69	SC-70	2N4401
R1	BZX84C4V7T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 4,7 V/150 mW
R1A	SST3904	Rohm	69	SOT-23	2N3904
R1A	UMT3904	Rohm	69	SC-70	2N3904
R1A	MMST3904	Rohm	69	SC-59	2N3904
R1G	SSTA06	Rohm	69	SOT-23	MPSA06
R1G	MMSTA06	Rohm	69	SC-59	MPSA06
R1H	SSTA05	Rohm	69	SOT-23	MPSA05
R1J	SST6427	Rohm	69	SOT-23	
R1K	MMST6428	Rohm	69	SC-59	
R1M	SSTA13	Rohm	69	SOT-23	MPSA13
R1M	MMSTA13	Rohm	69	SC-59	MPSA13
R1N	SSTA14	Rohm	69	SOT-23	MPSA14
R1N	MMSTA14	Rohm	69	SC-59	MPSA14
R1O	MMST5088	Rohm	69	SC-59	2N5088
R1P	SST2222A	Rohm	69	SOT-23	2N2222A
R1P	UMT2222A	Rohm	69	SC-70	2N2222A
R1P	MMST2222A	Rohm	69	SC-59	2N2222A
R2	BFR93A	Philips	69	SOT-23	BFR91A
R2	2SC2351P	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 4,5 GHz, h_{fe} = 40...120
R2	2SC4225	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 40...120
R2	BZX84C5V1T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 5,1 V/150 mW
R2A	SST3906	Rohm	69	SOT-23	2N3906
R2A	UMT3906	Rohm	69	SC-70	2N3906
R2A	MMST3906	Rohm	69	SC-59	2N3906
R2B	MMST2907	Rohm	69	SC-59	2N2907
R2F	SST2907A	Rohm	69	SOT-23	2N2907A
R2F	UMT2907A	Rohm	69	SC-70	2N2907A
R2F	MMST2907A	Rohm	69	SC-59	2N2907A
R2G	SSTA56	Rohm	69	SOT-23	MPSA56
R2G	MMSTA56	Rohm	69	SC-59	MPSA56
R2K	MMST8598	Rohm	69	SC-59	
R2O	MMST5087	Rohm	69	SC-59	
R2P	MMST5086	Rohm	69	SC-59	
R2T	SST4403	Rohm	69	SOT-23	2N4403
R2T	UMT4403	Rohm	69	SC-70	2N4403
R2T	MMST4403	Rohm	69	SC-59	2N4403
R2V	MMSTA64	Rohm	69	SC-59	MPSA64
R2X	SST4401	Rohm	69	SOT-23	2N4401
R2X	MMST4401	Rohm	69	SC-59	2N4401
R3	2SC2351Q	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 4,5 GHz, h_{fe} = 100...200
R3	2SC4225	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 100...200
R3	BZX84C5V6T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 5,6 V/150 mW
R3B	SST918	Rohm	69	SOT-23	2N918
R3B	MMST918	Rohm	69	SC-59	2N918
R4	BFR93R	Tfk	72		BFR91
R4	2SC4092	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 6 GHz, h_{fe} = 40...120

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
R4	BZX84C6V2T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 6,2 V/150 mW
R5	HSMS-8205	HP	73	SOT-143	HSMS-8101 szigetelt pár
R5	BFR93AR	STM	72	SOT-23R	BFR91A
R5	2SC4092	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 6 GHz, h_{fe} = 100...200
R5	BZX84C6V8T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 6,8 V/150 mW
R6	BZX84C7V5T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 7,5 V/150 mW
R6A	2SC4187	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 50...100
R6B	2SC4187	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 80...160
R6C	2SC4187	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 125...250
R7	HSMS-8207	HP	23	SOT-145	HSMS-8101 négyes (ring) keverő
R7	BFR106	Philips	69	SOT-23	BFR96S
R7	BZX84C8V2T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 8,2 V/150 mW
R8	BFG93A	Siemens	39	SOT-143	BFG90
R8	BZX84C9V1T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 9,1 V/150 mW
R9	BZX84C10T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 10 V/150 mW
R9	1SS393	Toshiba	57	SC-70	kettős, közös katódú Schottky dióda; 40 V/100 mA
R9	1SS392	Toshiba	57	SC-59	kettős, közös katódú Schottky dióda; 40 V/100 mA
R10	MMST5088	Rohm	69	SMT-3	2N5088
R13	2SC4885	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 3,5 GHz
R22	2SC3356	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz @ 20 V/200 mW
R23	2SC3356Q	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz, h_{fe} = 50...100
R23	2SC4226	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 4,5 GHz, h_{fe} = 40...80
R24	2SC3356R	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz, h_{fe} = 80...160
R24	2SC4226	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 4,5 GHz, h_{fe} = 70...140
R25	2SC3356S	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz, h_{fe} = 125...250
R25	2SC4226	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T 4,5 = GHz, h_{fe} = 125...250
R26	2SC4093Q	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T 6,5 = GHz, h_{fe} = 50...100
R26	2SC5011Q	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T 6,5 = GHz, h_{fe} = 50...100
R27	2SC4093R	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T 6,5 = GHz, h_{fe} = 80...160
R27	2SC5011R	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T 6,5 = GHz, h_{fe} = 80...160
R28	2SC4093S	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T 6,5 = GHz, h_{fe} = 125...250
R28	2SC5011S	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T 6,5 = GHz, h_{fe} = 125...250
R32	2SC3583	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz @ 20 mA
R33	2SC3583Q	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz, h_{fe} = 50...100
R33	2SC4227	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz, h_{fe} = 40...90
R34	2SC3583R	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz, h_{fe} = 80...160
R34	2SC4227 *	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz, h_{fe} = 70...150
R35	2SC3583S	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz, h_{fe} = 125...250
R35	2SC4227	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz, h_{fe} = 110...240
R36	2SC4094Q	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz, h_{fe} = 50...100
R36	2SC5012	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz, h_{fe} = 50...100
R37	2SC4094R	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz, h_{fe} = 80...160
R37	2SC5012	NEC	3	SOT-343	2SC4094
R38	2SC4094S	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz, h_{fe} = 125...250
R38	2SC5012	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz, h_{fe} = 125...250
R42	2SC3585	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 10 GHz @ 10 mA
R43	2SC3585Q	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 10 GHz, h_{fe} = 50...100
R43	2SC4228	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 8,5 GHz, h_{fe} = 50...100
R44	2SC3585R	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 10 GHz, h_{fe} = 80...160
R44	2SC4228	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 8,5 GHz, h_{fe} = 80...160
R45	2SC3585S	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 10 GHz, h_{fe} = 125...250
R45	2SC4228	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 8,5 GHz, h_{fe} = 125...250
R46	2SC4095Q	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 10 GHz
R46	2SC5013Q	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 10 GHz
R47	2SC4095R	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 10 GHz
R47	2SC5013R	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 10 GHz
R48	2SC4095S	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 10 GHz
R48	2SC5013S	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 10 GHz
R62	2SC3663	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz @1 mA
R64	2SC4091	NEC	3		npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz @1 mA
R66	2SC4091Q	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 50...100
R67	2SC4091R	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 80...160
R68	2SC4091S	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 125...250
R97	SSTIS97	Rohm	69	SOT-23	TIS97
RA	BFQ81	Siemens	69	SOT-23	BFQ69 npn RF-tranz.; f_T = 5,8 GHz
RAxx	RGF1A	Vishay	64	DO-214	gyors egyenirányító dióda; 50 V/1 A (xx: adatkód)
RAs	BF772	Siemens	78	SOT-143	npn RF-tranz.; tv-tunerhez
RAT	SSTA28	Rohm	69	SOT-23	MPSA28
RAT	MMSTA28	Rohm	69	SC-59	MPSA28

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
RAV	MMST8908	Rohm	69	SC-59	
RBR	SST6838	Rohm	69	SOT-23	
RB	MSC1621	Motorola	63	SOT-23	npn kapcsolótranz.; 20 V/200 MHz
RB	BZX84C2V4T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda 2,4 V/150 mW
RBxx	RGF1B	Vishay	64	DO-214	gyors egyenirányító dióda; 100 V/1A (xx: adatkód)
RBs	BF771	Siemens	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 8 GHz
RBs	BF771W	Siemens	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 8 GHz
RC	BZX84C2V7T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 2,7 V/150 mW
RCs	BFP193	Siemens	78	SOT-143	BFQ82 npn-tranz.; f_T = 8 GHz
RCs	BFP193W	Siemens	3	SOT-343	BFQ82
RCs	BFR193	Siemens	69	SOT-23	BFQ82
RCs	BFR193T	Siemens	69	SC-75	BFQ82
RD	BZX84C3V0T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 3 V/150 mW
RDxx	RGF1D	Vishay	64	DO-214	gyors egyenirányító dióda; 200 V/1 A (xx: adatkód)
RDs	BFP180	Siemens	78	SOT-143	npn RF-tranz.; 8 V/4 mA, f_T = 7 GHz
RDs	BFP180W	Siemens	3	SOT-343	npn RF-tranz.; 8 V/4 mA, f_T = 7 GHz
RDs	BFR180	Siemens	69	SOT-23	npn RF-tranz.; 8 V/4 mA, f_T = 7 GHz
RDs	BFR180W	Siemens	69	SOT-323	npn RF-tranz.; 8 V/4 mA, f_T = 7 GHz
RE	BZX84C2V4T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 3,3 V/150 mW
REs	BFS480	Siemens	40	SOT-363	kettős npn RF-tanz.; f_T = 7 GHz
REs	BFR280	Siemens	69	SOT-23	npn RF-tranz.; 8 V/8 mA, f_T = 7,5 GHz
REs	BFR280W	Siemens	69	SOT-323	npn RF-tranz.; 8 V/8 mA, f_T = 7,5 GHz
REs	BFP280	Siemens	78	SOT-143	npn RF-tranz.; 8 V/8 mA, f_T = 7,5 GHz
REs	BFP280W	Siemens	3	SOT-343	npn RF-tranz.; 8 V/8 mA, f_T = 7,5 GHz
RE	2SC3357	NEC	71	SOT-89	npn RF-tranz.; 1,2 W, f_T = 6,5 GHz
RF	BZX84C3V6T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 3,6 V/150 mW
RFs	BFR181	Siemens	69	SOT-23	npn RF-tranz.; 12 V/20 mA, f_T = 8 GHz
RFs	BFP181	Siemens	78	SOT-143	npn RF-tranz.; 12 V/20 mA, f_T = 8 GHz
RFs	BFP181W	Siemens	3	SOT-343	npn RF-tranz.; 12 V/20 mA, f_T = 8 GHz
RFs	BFS481	Siemens	40	SOT-363	kettős BFR181
RF	2SC3357	NEC	71	SOT-89	npn RF-tranz.; 1,2 W, f_T = 6,5 GHz
RFQ	SST6839	Rohm	69	SOT-23	
RG	BZX84C3V9T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 3,9 V/150 mW
RGxx	RGF1G	Vishay	64	DO-214	gyors egyenirányító dióda; 400 V/1 A (xx: adatkód)
RGs	BFR182	Siemens	69	SOT-23	npn RF-tranz.; 12 V/35 mA, f_T = 8 GHz
RGs	BFR182W	Siemens	69	SOT-323	npn RF-tranz.; 12 V/35 mA, f_T = 8 GHz
RGs	BFP182	Siemens	78	SOT-143	npn RF-tranz.; 12 V/35 mA, f_T = 8 GHz
RGs	BFP182W	Siemens	3	SOT-343	npn RF-tranz.; 12 V/35 mA, f_T = 8 GHz
RGs	BFR182T	Siemens	69	SC-75	npn RF-tranz.; 12 V/35 mA, f_T = 8 GHz
RGs	BFS482	Siemens	40	SOT-363	kettős BFR182
RH	BZX84C4V3T	Dio	58	SOT-523	Z-dióda; 4,3 V/150 mW
RHs	BFR183	Siemens	69	SOT-23	npn RF-tranz.; 12 V/65 mA, f_T = 8 GHz
RHs	BFR183W	Siemens	69	SOT-323	npn RF-tranz.; 12 V/65 mA, f_T = 8 GHz
RHs	BFR183T	Siemens	69	SC-75	npn RF-tranz.; 12 V/65 mA, f_T = 8 GHz
RHs	BFP183	Siemens	78	SOT-143	npn RF-tranz.; 12 V/65 mA, f_T = 8 GHz
RHs	BFP183W	Siemens	3	SOT-343	npn RF-tranz.; 12 V/65 mA, f_T = 8 GHz
RH	2SC3357	NEC	71	SOT-89	npn RF-tranz.; 1,2 W, f_T = 6,5 GHz
RHs	BFS483	Siemens	40	SOT-363	Kettős BFR183 npn RF-tranz.
RIs	BFP196	Siemens	78	SOT-143	pnp RF-tranz.; 12 V/100 mA, f_T = 7,5 GHz
RJxx	RGF1J	Vishay	64	DO-214	gyors egyenirányító dióda; 600 V/1 A (xx: adatkód)
RKs	BFP194	Siemens	78	SOT-143	pnp RF-tranz.; 15 V/100 mA, f_T = 5 GHz
RKs	BFR194	Siemens	69	SOT-233	pnp RF-tranz.; 15 V/100 mA, f_T = 5 GHz
RKM	RK7002	Rohm		SOT-23	
RK	2SC3357	NEC	71	SOT-89	npn RF-tranz.; 1,2 W, f_T = 6,5 GHz
RKxx	RGF1K	Vishay	64	DO-214	gyors egyenirányító dióda; 800 V/1 A (xx: adatkód)
RMxx	RGF1M	Vishay	64	DO-214	gyors egyenirányító dióda; 1000 V/1 A (xx: adatkód)
RP	CMDZ8L2	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 8,2 V/250 mW, I_F = 0,5 mA
RR	BBY59-02V	Infineon	64	SC-79	varikap; 7...28 pF
RR	BFR93P	Siemens	69	SOT-23	BFR91
RVX	MMST918	Rohm	69	SC-59	2N918
RVZ	MMST4126	Rohm	69	SC-59	2N4126
RW	BFR194	Siemens	69		pnp RF-tranz.; 1,5 GHz (erősítő)
RZC	SST4124	Rohm	69	SOT-23	2N4124
RZC	MMST4124	Rohm	69	SC-59	2N4124
S (ké)	BA592	Siemens	64	SOD-323	BA282
S (pír)	BB640	Siemens	64	SOD-323	varikap; 3...70 pF
S (fe)	BB535	Siemens	64	SOD-323	varikap; 2...18 pF
S (sá)	BB639	Siemens	64	SOD-323	varikap; 2,7...39 pF
S	BAP64-02	Philips	64	SOD-523	pin-dióda; 3 GHz

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
S	BB515	Siemens	64	SOD-123	varikap; 17,7 pF @ 1 V, Umax = 30 V
S0	HSMP-3880	HP	58	SOT-23	pin kapcsolódióda
S1	HSMP-3881	HP	66	SOT-23	pin kapcsolódióda
S1	BBY31	Philips	58	SOT-23	BB405
S1A	S1A	Fairchild	64	DO-214	1N4001
S1B	S1B	Fairchild	64	DO-214	1N4002
S1D	S1D	Fairchild	64	DO-214	1N4003
S1G	S1G	Fairchild	64	DO-214	1N4004
S1J	S1J	Fairchild	64	DO-214	1N4005
S2	BBY40	Philips	58	SOT-23	BB809
S2	BFQ31	Zetex	69		npn VHF-tranz.; 15 V/100 mA
S3	BFQ31R	Zetex	72		npn VHF-tranz.; 15 V/100 mA
S3	BBY51	Siemens	57	SOT-23	kettős, közös katódú varikap
S3	1SS388	Toshiba	64	ESC	alacsony nyitófeszültségű Schottky dióda; 10 V/100 mA
S3	1SS357	Toshiba	64	USC	alacsony nyitófeszültségű Schottky dióda; 10 V/100 mA
S4	BFQ31A	Zetex	69		npn VHF-tranz.; 15 V/0,1A
S4	1SS389	Toshiba	64	ESC	alacsony nyitófeszültségű Schottky dióda; 40 V/100 mA
S4	1SS367	Toshiba	64	USC	alacsony nyitófeszültségű Schottky dióda; 40 V/100 mA
S5	BFQ31AR	Zetex	72		npn VHF-tranz.; 15 V/100 mA
S5	BBY52	Siemens	57	SOT-23	kettős, közös katódú varikap
S5	BAT15-099	Siemens	28	SOT-143	BAT15 kettős Schottky dióda
S6	BAT15-099R	Siemens	41		BAT15 négyes (ring) Schottky dióda
S6	BF510	Philips	62		BF410A
S6	SD103AW	Vishay	64	SOD-123	Schottky dióda
S6	1PS76SB62	Philips	64	SOD-323	Schottky dióda; 40 V/20 mA
S7	BF511	Philips	62		BF410B
S7	SD103BW	Vishay	64	SOD-123	Schottky dióda
S7	SST177	Temic	61	SOT-23	J177 p-csat. analóg kapcsoló jFET
S7s	BBY53-05	Siemens	57	SOT-23	kettős, közös katódú varikap
S7s	BBY53-05W	Siemens	57	SOT-323	kettős, közös katódú varikap
S7	BAT114-099	Siemens	28	SOT-143	kettős Schottky
S8	BF512	Philips	62		BF410C
S8	SD103CW	Vishay	64	SOD-123	Schottky dióda
S8	BAT14-099	Siemens	28	SOT-143	kettős Schottky
S9	BAT14-099R	Siemens	41		négyes (ring) Schottky dióda
S9	1SS395	Toshiba	58	SC-70	alacsony nyitófeszültségű Schottky dióda; 10 V/100 mA
S9	1SS394	Toshiba	58	SC-59	alacsony nyitófeszültségű Schottky dióda; 10 V/100 mA
S9	BF513	Philips	62		BF410D
S12	BBY39	Philips	57	SOT-23	2x BBY31
S14	SST5114	Siliconix	61	SOT-23	2N5114
S15	SST5115	Siliconix	61	SOT-23	2N5115
S16	SST5116	Siliconix	61	SOT-23	2N5116
S16	ZHCS1006	Zetex	58	SOT-23	Schottky dióda; 60 V/1 A
S56	ZHCS506	Zetex	58	SOT-23	Schottky dióda; 60 V/500 mA
S70	SST270	Siliconix	61	SOT-23	J270 p-csat. jFET
S71	SST271	Siliconix	61	SOT-23	J271 p-csat. jFET
S74	SST174	Siliconix	61	SOT-23	J174 p-csat. jFET
S75	SST175	Siliconix	61	SOT-23	J175 p-csat. jFET
S76	SST176	Siliconix	61	SOT-23	J176 p-csat. jFET
S76	ZHCS756	Zetex	58	SOT-23	Schottky dióda; 60 V/0,75 A
S77	SST177	Siliconix	61	SOT-23	J177 p-csat. jFET
SA	BSS123	Siemens	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 100 V/0,17 A
SA	SD101AW	Vishay	64	SOD-123	Schottky dióda
SBp	BB200	Philips	57	SOT-23	kettős, alacsonyfeszültségű varikap
SB	SD101BW	Vishay	64	SOD-123	Schottky dióda
SC	SD101CW	Vishay	64	SOD-123	Schottky dióda
SCp	BB201	Philips	57	SOT-223	kettős, alacsonyfeszültségű varikap
SD	BSS284	Siemens	68	SOT-23	p-csat. MOSFET; 50 V/0,13 A
SE	2SC4703	NEC	71	SOT-89	npn RF-tranz.; 1,8 W, f_T = 6 GHz
SF	2SC4703	NEC	71	SOT-89	npn RF-tranz.; 1,8 W, f_T = 6 GHz
SFs	BB804	Siemens	56	SOT-23	kettős, közös katódú VHF varikap; 45...26 pF
SF2	BB804W	Philips	57	SOT-23	kettős VHF varikap
SF5	BB804	Philips	57	SOT-23	kettős VHF varikap
sSG	SN7002	Siemens	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 60 V/0,19 A
SH	2SC4703	NEC	71	SOT-89	npn RF-tranz.; 1,8 W, f_T = 6 GHz
SH2	BB814	Siemens	56	SOT-23	kettős, közös katódú varikap; 45...20 pF
SM	BB914	Siemens	57	SOT-23	kettős varikap, FM rádiókhoz
SR	BSS131	Siemens	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 240 V/100 mA
SP	BSS84	Siemens	68	SOT-23	p-csat. MOSFET; 50 V/0,13 A

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
SP	CMDZ9L1	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 9,1 V/250 mW, I_z = 0,5 mA
SS	BSS138	Siemens	68	SOT-23	n-csat. MOSFET; 50 V/0,22 A
ST	BSS139	Siemens	68	SOT-23	n-csat. kiürüléses MOSFET; 250 V/0,04 A
T	BAR67-02W	Siemens	64	SOD-80	
T	RN15G	Rohm	64	VMD-2	pin-dióda
T	BB811	Siemens	64	SOD-123	varikap; 9,8 pF @ 1 V, U_{max} = 30 V
T0	TP0601T	Temic	68	SOT-23	p-csat. MOSFET; 60 V/0,12 A
T0	HSMS-2860	HP	58	SOT-23	zero bias Schottky dióda
T0	HSMS-286B	HP	58	SOT-323	zero bias Schottky dióda
T1	BCX17	Philips	69	SOT-23	BC327
T1p	BCX17	Philips	69	SOT-23	BC327
T1t	BCX17	Philips	69	SOT-23	BC327
T1	IMT1A	Rohm	42		2 x 2SA1037AK pnp tranz.
T1	BSS63	Motorola	69	SOT-23	pnp tranz.; 100 V/100 mA
T1	GDZ5.1B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 5,1 V/200 mW
T2	BCX18	Philips	69	SOT-23	BC328
T2p	BCX18	Philips	69	SOT-23	BC328
T2t	BCX18	Philips	69	SOT-23	BC328
T2	IMT2A	Rohm	43		2 x 2SA1037AK
T2	HSMS-286C	HP	59	SOT-323	kettős, soros HSMS-286B
T2	HSMS-2862	HP	59	SOT-23	kettős, soros HSMS-286B
T2	GDZ5.6B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 5,6 V/200 mW
T2L	2SC5661	Rohm	69	VMT-3	RF-tranz.; 18 V/50 mA, f_T = 1,5 GHz
T3	BSS63	Philips	69	SOT-23	BSS68
T3	HSMS-286E	HP	56	SOT-323	kettős HSMS-286B, közös anódú
T3	HSMS-2863	HP	56	SOT-23	kettős HSMS-286B, közös anódú
T3	GDZ6.2B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 6,2 V/200 mW
T4	BCX17R	Philips	72	SOT-23R	BC327
T4	HSMS-286F	HP	57	SOT-323	kettős, közös katódú HSMS-286B
T4	HSMS-2864	HP	57	SOT-23	kettős, közös katódú HSMS-286B
T4	MBD330DW	Motorola	29	SOT-363	kettős UHF Schottky dióda
T4	GDZ6.8B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 6,8 V/200 mW
T4	ZUMTS17	Zetex	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 1,3 GHz @ 15 V/25 mA, h_{fe} = 25...150
T4H	ZUMTS17H	Zetex	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 1,3 GHz @ 15 V/25 mA, h_{fe} = 70...200
T5	HSMS-2865	HP	73	SOT-143	szigetelt, kettős HSMS-286B
T5	BCX18R	Philips	72	SOT-23R	BC328
T5	GDZ7.5B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 7,5 V/200 mW
T6	BSS63R	Philips	72	SOT-23R	BSS68
T6	GDZ8.2B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 8,2 V/200 mW
T7	BSR15	STM	69	SOT-23	2N2907
T7	GDZ9.1B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 9,1 V/200 mW
T7p	BSR15	Philips	69	SOT-23	2N2907
T7t	BSR15	Philips	69	SOT-23	2N2907
T8	BSR16	STM	69	SOT-23	2N2907A
T8	GDZ10B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 10 V/200 mW
T8p	BSR16	Philips	69	SOT-23	2N2907A
T8t	BSR16	Philips	69	SOT-23	2N2907A
T9	GDZ11B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 11 V/200 mW
T9	1SS396	Toshiba	57	SC-59	kettős, soros Schottky dióda; 40 V/100 mA
T32	2SC4182	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 1,1 GHz @ 3 V, h_{fe} = 60...105
T33	2SC4182	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 1,1 GHz @3 V, h_{fe} = 85...150
T34	2SC4182	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 1,1 GHz @ 3 V, h_{fe} = 120...220
T42	2SC3545P	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 2 GHz, h_{fe} = 50...100
T42	2SC4184	NEC	69	SOT-323	npn RF RF-tranz.; f_T = 1,8 GHz, h_{fe} = 40...80
T43	2SC3545Q	NEC	69	SOT-23	UHF osc/mix.; f_T = 2 GHz, h_{fe} = 70...140
T43	2SC4184	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 1,8 GHz, h_{fe} = 60...120
T44	2SC3545R	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 2 GHz, h_{fe} = 120...250
T44	2SC4184	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 1,8 GHz, h_{fe} = 100...200
T61	ZUMT617	Zetex	69	SOT-323	npn kapcsolótranz.; 15 V/1,5 A
T62	ZUMT618	Zetex	69	SOT-323	npn kapcsolótranz.; 20 V/1,25 A
T62	2SC3841P	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 40...80
T62	2SC4186	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 40...80
T63	2SC3841Q	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 60...120
T63	2SC4186	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 60...120
T63	ZUMT619	Zetex	69	SOT-323	npn kapcsolótranz.; 50 V/1,0 A
T64	2SC3841R	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 100...200
T64	2SC4186	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 4 GHz, h_{fe} = 100...200

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
T71	BSR15R	STM	72	SOT-23R	2N2907
T71	ZUMT717	Zetex	69	SOT-323	pnp kapcsolótranz.; 12 V/1,5 A
T72	2SC4568	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 5,5 GHz, h_{fe} = 40...80
T72	2SC4570	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 5,5 GHz, h_{fe} = 40...80
T72	ZUMT718	Zetex	69	SOT-323	pnp kapcsolótranz.; 20 V/1,0 A
T73	2SC4568	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 5,5 GHz, h_{fe} = 60...120
T73	2SC4570	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 5,5 GHz, h_{fe} = 60...120
T73	ZUMT719	Zetex	69	SOT-323	pnp kapcsolótranz.; 40 V/1,0 A
T74	2SC4568	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 5,5 GHz, h_{fe} = 100...200
T74	2SC4570	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 5,5 GHz, h_{fe} = 100...200
T75	2SC4569	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 5 GHz, h_{fe} = 40...80
T75	2SC4571	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 5 GHz, h_{fe} = 40...80
T76	2SC4569	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 5 GHz, h_{fe} = 60...120
T76	2SC4571	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 5 GHz, h_{fe} = 60...120
T77	2SC4569	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 5 GHz, h_{fe} = 100...200
T76	2SC4571	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 5 GHz, h_{fe} = 100...200
T78	2SC5507	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 25 GHz, 3 V/10 mA
T79	2SC5508	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 25 GHz, 3 V/30 mA
T80	2SC5507	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 17 GHz, 3 V/90 mA
T81	BSR16R	STM	72	SOT-23R	2N2907A
T82	2SC4954	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 3 V/5 mA
T82	2SC4956	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 3 V/5 mA
T82	2SC4958	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 3 V/5 mA
T82	2SC5014	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 3 V/5 mA
T83	2SC4955	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 3 V/10 mA
T83	2SC4957	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 3 V/10 mA
T83	2SC4959	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 3 V/10 mA
T83	2SC5015	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 3 V/10 mA
T84	2SC5177	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 13 GHz @ 2 V/7 mA
T84	2SC5179	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 13 GHz @ 2 V/7 mA
T84	2SC5178	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 13 GHz @ 2 V/7 mA
T84	2SC5180	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 13 GHz @ 2 V/7 mA
T86	2SC5182	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 2 V/20 mA
T86	2SC5183	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 2 V/20 mA
T86	2SC5184	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 2 V/20 mA
T86	2SC5183	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 2 V/20 mA
T88	2SC5191	NEC	69	SOT-23	npn RF-tranz.; f_T = 8,5 GHz @ 3 V/20 mA
T88	2SC5192	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 8,5 GHz @ 3 V/20 mA
T88	2SC5193	NEC	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 8,5 GHz @ 3 V/20 mA
T88	2SC5193	NEC	3	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 8,5 GHz @ 3 V/20 mA
T89	2SC5288	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.
T90	2SC5289	NEC	3	SOT-143	npn RF-tranz.
T92	BSR18A	Fairchild	69	SOT-23	2N3904
T92P	BSR18A	Philips	69	SOT-23	2N3904
T92	2SA1977	NEC	69	SOT-23	pnp RF-tranz.; f_T = 8,5 GHz
T93	2SA1978	NEC	69	SOT-23	pnp RF-tranz.; f_T = 8,5 GHz
TA	2SC5431EB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 4,3 GHz @ 12 V/60 mA
TA	GDZ12B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 12 V/200 mW
TB	2SC5431FB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 4,3 GHz @ 12 V/60 mA
TB	GDZ13B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 13 V/200 mW
TC	2SC5432EB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 4,5 GHz @ 12 V/100 mA
TC	GDZ15B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 15 V/200 mW
TD	2SC5432FB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 4,5 GHz @ 12 V/100 mA
TD	GDZ16B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 16 V/200 mW
TE	2SC5433EB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz @ 10 V/65 mA
TE	GDZ18B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 18 V/200 mW
TF	2SC5433FB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz @ 10 V/65 mA
TFX	BAL99	Motorola	76	SOT-23	kapcsolódióda
TH	2SC5434EB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 8 GHz @ 10 V/35 mA
TH	GDZ20B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 20 V/200 mW
TJ	2SC5434FB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 8 GHz @ 10 V/35 mA
TK	2SC5435EB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 9 V/30 mA
TK	GDZ22B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 22 V/200 mW
TL	2SC5435FB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 9 V/30 mA
TL	GDZ24B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 24 V/200 mW
TM	GDZ27B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 27 V/200 mW
TN	GDZ30B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 30 V/200 mW
TN	2SC5436EB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 14 GHz @ 5 V/30 mA
TP	2SC5436FB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 14 GHz @ 5 V/30 mA

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
TP	GDZ33B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 33 V/200 mW
TP	CMDZ10L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 10 V/250 mW I_z = 0,5 mA
TS	2SC5437EB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 9,5 GHz @ 9 V/50 mA
TT	2SC5437FB	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 9,5 GHz @ 9 V/50 mA
TT	GDZ36B	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 36 V/200 mW
TV	2SC5599	NEC	69	SC-70	npn RF-tranz.; f_T = 5 GHz @ 5,5 V/5 mA
TV	2SC5600	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 5 GHz @ 5,5 V/15 mA
TV	MMBF112L	Motorola	61	SOT-23	RF jFET
TW	2SC5602	NEC	69	SC-70	npn RF-tranz.; f_T = 13,5 GHz @ 6 V/5 mA
TW	2SC5603	NEC	69	SC-59	npn RF-tranz.; f_T = 13,5 GHz @ 6 V/15 mA
U	BB545	Siemens	64	SOD-323	varikap; 22...20 pF
U	BB145	Philips	64	SOD-523	alacsonyfeszültségű varikap
U1	BCX19	Motorola	69	SOT-23	BC337
U1p	BCX19	Philips	69	SOT-23	BC337
U1t	BCX19	Philips	69	SOT-23	BC337
U1	BGX50A	Siemens	24	SOT-143	négyes (ring) Si kapcsolódióda
U1A	3SK230A	NEC	6	SOT-143	kétkapus RF-MOSFET
U1B	3SK230B	NEC	6	SOT-143	kétkapus RF-MOSFET
U1C	3SK231C	NEC	6	SOT-143	kétkapus RF-MOSFET
U1D	3SK231D	NEC	6	SOT-143	kétkapus RF-MOSFET
U1E	3SK252E	NEC	6	SOT-143	kétkapus RF-MOSFET
U1E	3SK254E	NEC	6	SOT-343	kétkapus RF-MOSFET
U1G	3SK253G	NEC	6	SOT-143	kétkapus RF-MOSFET
U1G	3SK255G	NEC	6	SOT-343	kétkapus RF-MOSFET
U2	BCX20	Philips	69	SOT-23	BC338
U2t	BCX20	Philips	69	SOT-23	BC338
U3	BSS64	Philips	69	SOT-23	npn tranz.; 120 V/0,25 A/200 mW
U4	BCX19R	Philips	72	SOT-23R	BC337
U5	BCX20R	Philips	72	SOT-23R	BC338
U6	BSS64R	Philips	72	SOT-23R	npn tranz.; 120 V/0,25 A/200 mW
U7	BSR13	STM	69	SOT-23	2N2222
U7	3SK320	Toshiba	44	SC61	kétkapus GaAsFET
U7p	BSR13	Philips	69	SOT-23	2N2222
U7t	BSR13	Philips	69	SOT-23	2N2222
U8	BSR14	STM	69	SOT-23	2N2222A
U8p	BSR14	Philips	69	SOT-23	2N2222A
U8t	BSR14	Philips	69	SOT-23	2N2222A
U16	2SC4183	NEC	69		npn RF-tranz.; 5 V, f_T = 1 GHz, h_{fe} = 60...120
U17	2SC4183	NEC	69		npn RF-tranz.; 5 V, f_T = 1 GHz, h_{fe} = 90...180
U18	2SC4183	NEC	69		npn RF-tranz.; 5 V, f_T = 1 GHz, h_{fe} =120...240
U21	2SC4185	NEC	69		npn RF-tranz.; 10 V, f_T = 2,4 GHz, h_{fe} =40...80
U22	2SC4185	NEC	69		npn RF-tranz.; 10 V, f_T = 2,4 GHz, h_{fe} =60...120
U23	2SC4185	NEC	69		npn RF-tranz.; 10 V, f_T = 2,4 GHz, h_{fe} =90...180
U55	3SK134B	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET
U55	3SK245	NEC	6	SOT-343	kétkapus MOSFET
U56	3SK134B	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET
U56	3SK245	NEC	6	SOT-343	kétkapus MOSFET
U65	3SK135A	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET
U66	3SK135A	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET
U71	BSR13R	STM	72	SOT-23R	2N2222
U71	3SK177	NEC	6	SOT-143	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 5...15 mA
U71	3SK299	NEC	6	SOT-343	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 5...15 mA
U72	3SK177	NEC	6	SOT-143	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 10...25 mA
U72	3SK299	NEC	6	SOT-343	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 10...25 mA
U73	3SK177	NEC	6	SOT-143	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 20...35 mA
U73	3SK299	NEC	6	SOT-343	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 20...35 mA
U74	3SK177	NEC	6	SOT-143	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 30...40 mA
U74	3SK299	NEC	6	SOT-343	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 30...40 mA
U76	3SK206	NEC	6	SOT-143	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 10...25 mA
U77	3SK206	NEC	6	SOT-143	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 20...35 mA
U78	3SK206	NEC	6	SOT-143	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 30...50 mA
U79	3SK206	NEC	6	SOT-143	kétkapus GaAsFET I_{dss} = 45...80 mA
U81	BSR14R	STM	72	SOT-23R	2N2222A
U87	3SK176A	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET
U88	3SK176A	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET
U90	3SK223	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET
U90	3SK243	NEC	6	SOT-343	kétkapus MOSFET
U91	3SK223	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET
U91	3SK243	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET

Kód	Típus	Gyártó	Be-kö-tés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
U92	BSR17A	Fairchild	69	SOT-23	2N3904
U92p	BSR17A	Philips	69	SOT-23	2N3904
U94	3SK224D	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET
U94	3SK244D	NEC	6	SOT-343	kétkapus MOSFET
U95	3SK224E	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET
U95	3SK244E	NEC	6	SOT-143	kétkapus MOSFET
UB	2SB852K	Rohm	69		pnp Darlingtonpár; (komplementere: 2SD1383K)
UC	MSC2404-C	Motorola	63		npn RF-tranz.; f_T = 450 MHz/20 V
UF	3SK293	Toshiba	44	SC-61	3SK291 kétkapus MOSFET; UHF erősítő
UH	3SK260	Toshiba	44	SC-61	3SK151 kétkapus MOSFET; tv-tuner
UI	3SK259	Toshiba	44	SC-61	3SK253 kétkapus MOSFET; VHF/UHF erősítő
UK	3SK294	Toshiba	44	SC-61	3SK292 kétkapus MOSFET; VHF/UHF erősítő
UN	3SK274	Toshiba	44	SC-61	3SK240 kétkapus GaAsFET; UHF erősítő
UO	3SK249	Toshiba	44	SC-61	3SK232 kétkapus MOSFET; UHF erősítő
UP	CMDZ11L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 11 V/250 mW, I_z = 0,5 mA
UR	3SK256	Toshiba	44	SC-61	3SK207 kétkapus MOSFET; UHF erősítő
UT	3SK257	Toshiba	44	SC-61	3SK225 kétkapus MOSFET; VHF erősítő
UU	3SK258	Toshiba	44	SC-61	3SK226 kétkapus MOSFET; VHF erősítő
V01	VN50300T	Siliconix	68		n-csat. növekm. MOSFET; 500 V/22 mA
V02	VN0605T	Siliconix	68		n-csat. növekm. MOSFET; 60 V/0,18 A
V04	VN45350T	Siliconix	68		n-csat. növekm. MOSFET; 450 V/20 mA
V1p	BIT 25	Philips	69	SOT-23	npn RF-tranz.; 5 V/6,5 mA/2,3 GHz
V1	MRF959	Motorola	69	SC-75	npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz
V1	DZ23C2V7	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 2,7 V/300 mW
V1	1SV160	Toshiba	57	SC-59	FM AFC varikap; 10 pF
V2	BFQ67	Tfk	69		npn RF-tranz.; f_T = 7,5 GHz/50 mA
V2	DZ23C3V0	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 3 V/300 mW
V3	BFG67	Philips	78	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 8 GHz/50 mA
V3	DZ23C3V3	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 3,3 V/300 mW
V3	1SV225	Toshiba	21	SMINI	kettős, FM-hangoló varikap; 20 pF
pV3	BAT54A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
tV3	BAT54A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
wV3	BAT54A	Philips	56	SOT-23	kettős, közös anódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
V4	DZ23C3V6	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda 3,6 V/300 mW
V4	1SV228	Toshiba	21	SMINI	kettős, FM-hangoló varikap; 30 pF
pV4	BAT54S	Philips	59	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda; 30 V/0,2 A
tV4	BAT54S	Philips	59	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda; 30 V/0,2 A
wV4	BAT54S	Philips	59	SOT-23	kettős, soros Schottky dióda; 30 V/0,2 A
V5	BFG197	Philips	78	SOT-143	npn RF-tranz.; f_T = 7,5 GHz/100 mA
V5	DZ23C3V9	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 3,9 V/300 mW
V5	1SV242	Toshiba	21	SMINI	ketős varikap; 39 pF
V6	DZ23C4V3	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 4,3 V/300 mW
V7	DZ23C4V7	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 4,7 V/300 mW
V8	DZ23C5V1	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 5,1 V/300 mW
V9	DZ23C5V6	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 5,6 V/300 mW
V10	DZ23C6V2	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 6,2 V/300 mW
V11	3SK131	NEC	6	SOT-143	kétkapus VHF MOSFET
V11	3SK242	NEC	6	SOT-343	kétkapus VHF MOSFET
V11	DZZ23C6V8	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 6,8 V/300 mW
V12	DZZ23C7V5	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 7,5 V/300 mW
V12	3SK131	NEC	6	SOT-143	kétkapus VHF MOSFET
V12	3SK242	NEC	6	SOT-343	kétkapus VHF MOSFET
V13	3SK131	NEC	6	SOT-143	kétkapus VHF MOSFET
V13	ZC932	Zetex	58	SOT-23	varikap; 5...17 pF
V13	3SK242	NEC	6	SOT-343	kétkapus VHF MOSFET
V13	DZZ23C8V2	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 8,2 V/300 mW
V14	ZC931	Zetex	58	SOT-23	varikap; 4...13,5 pF
V14	DZZ23C9V1	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 9,1 V/300 mW
V15	ZC930	Zetex	58	SOT-23	varikap; 3...9 pF
V15	DZZ23C10	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 10 V/200 mW
V16	ZC934	Zetex	58	SOT-23	varikap; 25...95 pF
V16	DZZ23C11	Dio	56	SOT-23	kettős,közös katódú Z-dióda; 11 V/300 mW
V17	ZC933	Zetex	58	SOT-23	varikap; 12...42 pF
V17	DZZ23C12	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 12 V/300 mW
V18	DZZ23C13	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 13 V/300 mW
V19	DZZ23C15	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 15 V/300 mW
V20	DZZ23C16	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 16 V/300 mW
V21	3SK222	NEC	6	SOT-143	kétkapus VHF MOSFET
V21	3SK246	NEC	6	SOT-343	kétkapus VHF MOSFET

Kód	Típus	Gyártó	Be-kö-tés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
V21	DZZ23C18	Dio	56	SOT-23	kettős közös katódú Z-dióda; 18 V/300 mW
V22	3SK222	NEC	6	SOT-143	kétkapus VHF MOSFET
V22	3SK246	NEC	6	SOT-343	kétkapus VHF MOSFET
V22	DZZ23C22	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 22 V/300 mW
V23	DZZ23C22	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 22 V/300 mW
V24	DZZ23C24	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 24 V/300 mW
V25	DZZ23C27	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 27 V/300 mW
V26	DZZ23C30	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 30 V/300 mW
V27	DZZ23C33	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 33 V/300 mW
V28	DZZ23C36	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 36 V/300 mW
V29	DZZ23C39	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 39 V/300 mW
V30	DZZ23C43	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 43 V/300 mW
V31	DZZ23C47	Dio	56	SOT-23	kettős közös katódú Z-dióda; 47 V/300 mW
V32	DZZ23C51	Dio	56	SOT-23	kettős, közös katódú Z-dióda; 51 V/300 mW
V50	VP0610T	Siliconix	68		p-csat. növekm. MOSFET; 60 V/120 mA
VB	MSC2295-B	Motorola	63		npn RF-tranz.; f_T = 150 MHz/20 V
VC	MSC2295-C	Motorola	63		npn RF-tranz.; f_T = 150 MHz/20V
VP	CMDZ12L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 12 V/250 mW, I_z = 0,5 mA
W0F	TSDF1205RW	Vishay	3	SOT-343R	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 4 V/5 mA
W03	S503TRW	Vishay	6	SOT-343R	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
W04	S504TRW	Vishay	6	SOT-343R	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
W05	S505TRW	Vishay	6	SOT-343R	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
W1	BZT52B2V4	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 2,4 V/300 mW
W1	BZT52C2V4	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 2,4 V 5%/300 mW
W1	BZT52C2V7S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 2,7 V 2%/200 mW
W1	BZX384B2V4	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 2,4 V 2%/200 mW
W1	BZX384C2V4	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 2,4V 5%/200 mW
pW1	BAT54C	Philips	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
tW1	BAT54C	Philips	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda, 30 V/0,2 A
wW1	BAT54C	Philips	57	SOT-23	kettős, közös katódú Schottky dióda; 30 V/0,2 A
W1s	BIT 92	Siemens	69	SOT-23	BFQ51/BFQ76
W1s	BCR10PN	Siemens	5	SOT-363	pnp/npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 100 m A
W2	TSDF1220RW	Tfk	3	SOT-343	npn RF-tranz.; 12 GHz @ 6 V/20 mA
W2	BZT52B2V7	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 2,7 V 2%/300 mW
W2	BZT52C2V7	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 2,7 V 5%/300 mW
W2	BZT52C3V0S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 3 V/200 mW
W2	BZX384B2V7	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 2,7 V 2%/200 mW
W2	BZX384C2V7	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 2,7 V 5%/200 mW
W2F	TSDF1220RW	Vishay	3	SOT-343R	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 6 V/40 mA
W3	BZX84-C2V4	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 2,4 V 5%/300 mW
W3	BZT52B3V0	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3 V 2%/300 mW
W3	BZT52C3V0	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3 V 5%/300 mW
W3	BZT52C3V3S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 3,3 V/200 mW
W3	BZX384B3V0	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 3 V 2%/200 mW
W3	BZX384C3V0	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 3 V 5%/200 mW
W4	BZX84-C2V7	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 2,7 V 5%/300 mW
W4	BZT52B3V3	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,3 V 2%/300 mW
W4	BZT52C3V3	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,3 V 5%/300 mW
W4	BZT52C3V6S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 3,6 V/200 mW
W4	BZX384B3V3	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 3,3 V 2%/200 mW
W4	BZX384C3V3	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 3,3 V 5%/200 mW
W5	BZX84-C3V0	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3 V 5%/300 mW
W5	BZT52B3V6	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,6 V 2%/300 mW
W5	BZT52C3V6	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,6 V 5%/300 mW
W5	BZT52C3V9S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 3,9 V/200 mW
W5	BZX384B3V6	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 3,6 V 2%/200 mW
W5	BZX384C3V6	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 3,6 V 5%/200 mW
W5F	TSDF1250RW	Vishay	3	SOT-343R	npn RF-tranz; f_T =12 GHz @ 6 V/60 mA
W6	BZX84-C3V3	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,3 V 5%/300 mW
W6	BZT52B3V9	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,9 V 2%/300 mW
W6	BZT52C3V9	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 3,9 V 5%/300 mW
W6	BZT52C4V3S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 4,3 V/200 mW
W6	BZX384B3V9	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 3,9 V 2%/200 mW
W6	BZX384C3V9	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 3,9 V 5%/200 mW
W7	BZX84-C3V6	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,6 V5%/300 mW
W7	BZT52B4V3	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 4,3 V 2%/300 mW
W7	BZT52C4V3	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 4,3 V 5%/300 mW
W7	BZT52C4V7S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 4,7 V/200 mW
W7	BZX384B4V3	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 4,3 V 2%/200 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
W7	BZX384C4V3	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 4,3 V 5%/200 mW
W8	BZX84-C3V9	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,9 V 5%/300 mW
W8	BZV49C3V9	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 3,9 V 5%/1 W
W8	BZT52B4V7	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 4,7 V 2%/300 mW
W8	BZT52C4V7	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 4,7 V 5%/300 mW
W8	BZT52C5V1S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 5,1 V/200 mW
W8	BZX384B4V7	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 4,7 V 2%/200 mW
W8	BZX384C4V7	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 4,7 V 5%/200 mW
W9	BZX84-C4V3	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 4,3 V 5%/300 mW
W9	BZV49C4V3	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 4,3 V 5%/1 W
W9	BZT52B5V1	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 5,1 V 2%/300 mW
W9	BZT52C5V1	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 5,1 V 5%/300 mW
W9	BZT52C5V6S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 5,6 V/200 mW
W9	BZX384B5V1	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 5,1 V 2%/200 mW
W9	BZX384C5V1	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 5,1 V 5%/200 mW
W10	CMPZDA27V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 27 V/350 mW
W11	CMPZDA30 V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 30 V/350 mW
W12	CMPZDA33V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 33 V/350 mW
W13	CMPZDA36V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 36 V/350 mW
W13	S913TWR	Vishay	6	SOT-343R	kétkapus MOSFET, 9 V-os UHF tv-tunerhez
W14	CMPZDA39V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 39 V/350 mW
W15	CMPZDA43V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 43 V/350 mW
W16	CMPZDA47V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 47 V/350 mW
W18	BFP181TW	Tfk	78		npn RF-tranz.; f_T = 7,8 GHz @ 10 V/20 mA
W18	BFP181TRW	Tfk	3		npn RF-tranz.; f_T = 7,8 GHz @ 10 V/20 mA
W22	S822TW	Tfk	78		npn RF-tranz.; f_T = 5,2 GHz @ 6 V/8 mA
W22	S822TRW	Tfk	3		npn RF-tranz.; f_T = 5,2 GHz @ 6 V/8 mA
W28	BFP280TRW	Tfk	3		npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz @ 8 V/10 mA
W28	BFP280TW	Tfk	78		npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz @ 8 V/10 mA
W52	S852TW	Tfk	78		npn RF-tranz.; f_T = 5,2 GHz @ 6 V/8 mA
W59	S595TRW	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
W67	BFP67W	Tfk	78		npn RF-tranz.; f_T = 7,5 GHz @ 10 V/50 mA
W82	BFP182TRW	Tfk	3		npn RF-tranz.; f_T = 7,5 GHz @ 10 V/35 mA
W82	BFP182TW	Tfk	78		npn RF-tranz.; f_T = 7,5 GHz @10 V/35 mA
W83	BFP183TRW	Tfk	3		npn RF-tranz.; f_T = 7,4 GHz @ 10 V/65 mA
W83	BFP183T	Tfk	78		npn RF-tranz.; f_T = 7,4 GHz @ 10 V/65 mA
W92	BFP92AW	Tfk	78	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 6 GHz @ 15 V/30 mA
W93	S593TRW	Vishay	6	SOT-343R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
W94	S594TRW	Vishay	6	SOT-343R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
W99	S949TRW	Vishay	6	SOT-343R	előfeszített, kétkapus UHF MOSFET, 9 V-os tv-tunerhez
WA	BZT52B5V6	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 5,6 V 2%/300 mW
WA	BZT52C5V6	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 5,6 V 5%/300 mW
WA	BZT52C6V2S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 6,2 V/200 mW
WB	2SD1383K	Rohm	69		npn Darlingtonpár; (komplementerje: 2SB852K)
WB	BZT52B6V2	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 6,2 V 2%/300 mW
WB	BZT52C6V2	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 6,2 V 5%/300 mW
WB	BZT52C6V8S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 6,8 V/200 mW
WC	BZT52B6V8	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 6,8 V 2%/300 mW
WC	BZT52C6V8	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 5% 6,8V 5%/300 mW
WC	BZT52C7V5S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 7,5 V/200 mW
WCs	BCR133	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
WCs	BCR133T	Siemens	69	SC-75	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
WCs	BCR133U	Siemens	69	SOT-457	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
WCs	BCR133W	Siemens	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
WCs	BCR133S	Siemens	17	SOT-363	BCR133 kettős digitális tranz.
WD	BZT52B7V5	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 7,5 V 2%/300 mW
WD	BZT52C7V5	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 7,5 V 5%/300 mW
WD	BZT52C8V2S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 8,2 V/200 mW
WDs	BCR141	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
WDs	BCR141T	Siemens	69	SC-75	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
WDs	BCR141W	Siemens	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
WDs	BCR141S	Siemens	17	SOT-363	BCR141 kettős digitális tranz.
WE	BZT52B8V2	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 8,2 V 2%/300 mW
WE	BZT52C8V2	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 8,2 V 5%/300 mW
WE	BZT52C9V1S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 9,1 V/200 mW
WEs	BCR148	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WEs	BCR148T	Siemens	69	SC-75	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WEs	BCR148U	Siemens	69	SOT457	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WEs	BCR148W	Siemens	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
WEs	BCR148S	Siemens	17	SOT-363	BCR148 kettős digitális tranz.
WE1	BFS17W	Tfk	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 2,1 GHz
WE2	BFS17AW	Tfk	69	SOT-323	npn RF-tranz.; f_T = 3,2 GHz
WF	BZT52B9V1	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 9,1 V 2%/300 mW
WF	BZT52C9V1	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 9,1 V 5%/300 mW
WF	BZT52C10S	Dio	64	SOD-323	Z-dióda; 10 V/200 mW
WFs	BCR08PN	Siemens	5	SOT-363	pnp/npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 0,1 A
WFs	BCR112	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/0,1 A
WF0	TSDF1205W	Vishay	78	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 4 V/12 mA
WF2	TSDF1220W	Vishay	78	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 6 V/40 mA
WF5	TSDF1250W	Vishay	78	SOT-343	npn RF-tranz.; f_T = 12 GHz @ 6 V/60 mA
WFE	BFP93A	Tfk	78	SOT-343	BFP93A npn RF-tranz.; f_T = 6 GHz
WG	BZT52B10	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 2% 10 V 2%/300 mW
WG	BZT52C10	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 10 V 5%/300 mW
WG	BZT52C11S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 11 V 5%/300 mW
WG	BZX384B10	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 10 V 2%/200 mW
WG	BZX384C10	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 10 V 5%/200 mW
WGs	BCR116	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/0,1 A
WGs	BCR116W	Siemens	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/0,1 A
WH	BZT52B11	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 11 V 2%/300 mW
WH	BZT52C11	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 11 V 5%/300 mW
WH	BZX384B11	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 11 V 2%/200 mW
WH	BZX384C11	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 11 V 5%/200 mW
WG	BZT52C12S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 12 V 5%/300 mW
WHs	BCR108	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WHs	BCR108T	Siemens	69	SC-75	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WHs	BCR108W	Siemens	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WHs	BCR108S	Siemens	17	SOT-363	BCR108 kettős digitális tranz.
WI	BZT52B12	Vishay	64	SOD-123	300 mW Z-dióda 2% 12 V
WI	BZT52C12	Vishay	64	SOD-123	300 mW Z-dióda 5% 12 V
WI	BZT52C13S	Vishay	64	SOD-123	300 mW Z-dióda 5% 13 V
WI	BZX384B12	Vishay	64	SOD-323	200 mW Z-dióda 2% 12 V
WI	BZX384C12	Vishay	64	SOD-323	200 mW Z-dióda 5% 12 V
WIs	BCR158	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WIs	BCR158T	Siemens	69	SC-75	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WIs	BCR158W	Siemens	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WJs	BCR135	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WJs	BCR135T	Siemens	69	SC-75	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WJs	BCR135W	Siemens	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WJs	BCR135S	Siemens	17	SOT-363	BCR135 kettős digitális tranz.
WJ	BZT52C15S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 15 V 5%/300 mW
WK	BZT52B13	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 13 V 2%/300 mW
WK	BZT52C13	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 13 V 5%/300 mW
WK	BZT52C16S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 16 V 5%/300 mW
WK	BZX384B13	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 13 V 2% /200 mW
WK	BZX384C13	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 13 V 5%/200 mW
WKs	BCR119	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
WKs	BCR119S	Siemens	17	SOT-363	npn digitális tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
WKs	BCR119W	Siemens	69	SOT-323	npn digitális tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
WL	BZT52B15	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 15 V 2%/300 mW
WL	BZT52C15	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 15 V 5%/300 mW
WL	BZT52C18S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 18 V 5%/300 mW
WL	BZX384B15	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 15 V 2%/200 mW
WL	BZX384C15	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 15 V 5%/200 mW
WLs	BCR146	Siemens	69	SOT-23	kettős npn digitális tranz.; 50 V
WLs	BCR146W	Siemens	69	SOT-323	npn digitális tranz.; 47 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
WM	BZT52B16	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 16 V 2%/300 mW
WM	BZT52C16	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 16 V 5%/300 mW
WG	BZT52C20S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 20 V 5%/300 mW
WM	BZX384B16	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 16 V 2%/200 mW
WM	BZX384C16	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 16 V/ 5%200 mW
WMs	BCR183	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
WMs	BCR183W	Siemens	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
WMs	BCR183T	Siemens	69	SC-75	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
WMs	BCR183U	Siemens	69	SOT457	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
WMs	BCR183S	Siemens	4	SOT-363	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
WMO	BF998RW	Tfk	6	SOT-343R	BF988 VHF kétkapus MOSFET
WN	BZT52B18	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 18 V 2%/300 mW
WN	BZT52C18	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 18 V 5%/300 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
WN	BZT52C22S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 22 V 5%/300 mW
WN	BZX384B18	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 18 V 2%/200 mW
WN	BZX384C18	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 5% 18 V 5%/200 mW
WNs	BCR185	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WNs	BCR185U	Siemens	69	SOT457	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WNs	BCR185W	Siemens	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WNs	BCR185S	Siemens	4	SOT-363	BCR185 kettős digitális tranz.
WO	BZT52B20	Vishay	64	SOD-123	300 mW Z-dióda 2% 20 V
WO	BZT52C20	Vishay	64	SOD-123	300 mW Z-dióda 5% 20 V
WO	BZT52C24S	Vishay	64	SOD-123	300 mW Z-dióda 5% 24 V
WO	BZX384B20	Vishay	64	SOD-323	200 mW Z-dióda 2% 20 V
WO	BZX384C20	Vishay	64	SOD-323	200 mW Z-dióda 5% 20 V
WOs	BCR191	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
WOs	BCR191W	Siemens	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
WOs	BCR191S	Siemens	4	SOT-363	BCR191 kettős digitális tranz.
WO	BZX284-B2V4	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 2,4 V 2%/400 mW
WP	BZX284-B2V7	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 2,7 V 2%/400 mW
WP	BZT52B22	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 22 V 2%/300 mW
WP	BZT52C22	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 22 V 5%/300 mW
WP	BZT52C27S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 27 V 5%/300 mW
WP	BZX384B22	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 22 V 5%/200 mW
WP	BZX384C22	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 22 V 5%/200 mW
WPs	BCR192	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WPs	BCR192T	Siemens	69	SC-75	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WPs	BCR192W	Siemens	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 22 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WPs	BCR22PN	Siemens	5	SOT-363	pnp/npn digit. tranz.; 22 kΩ + 22 kΩ, 50 V/100 mA
WP2	BFR92A	Tfk	69	SOT-23	BRF90A npn RF-tranz.
WQ	BZX284-B3V0	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 3 V 2%/400 mW
WQ	BZT52C30S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 30 V 5%/300 mW
WR	BZT52B24	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 24 V 2%/300 mW
WR	BZT52C24	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 24 V 5%/300 mW
WR	BZT52C33S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 33 V 5%/300 mW
WR	BZX384B24	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 24 V 2%/200 mW
WR	BZX384C24	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 24 V 5%/200 mW
WR	MSD602R	Motorola	69	SOT-346	npn tranz.; 25 V/150 mA
WRs	BCR198	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WRs	BCR198W	Siemens	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 47 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WRs	BCR198S	Siemens	59	SOT-363	BCR198 kettős digitális tranz.
WR	BZX284-B3V3	Philips	64	SOD-110	Z-dióda 3,3 V 2%/400 mW
WR2	BFR93AW	Tfk	69		BFR91A npn RF-tranz.
WRE	BFR280TW	Tfk	69		npn RF-tranz.; f_T = 7,5 GHz
WRF	BFR181TW	Tfk	69		npn RF-tranz.; f_T = 7,8 GHz
WRG	BFR182TW	Tfk	69		npn RF-tranz.; f_T = 7 GHz
WRH	BFR183TW	Tfk	69		npn RF-tranz.; f_T = 7,4 GHz
WS	BCR169	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
WS	BCR169W	Siemens	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
WS	BCR169S	Siemens	4	SOT-363	BC169 kettős digitális tranz.
WS	BZT52B27	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 27 V 2%/300 mW
WS	BZT52C27	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 27 V 5%/300 mW
WS	BZT52C36S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 36 V 5%/300 mW
WS	BZX384B27	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 27 V 2%/200 mW
WS	BZX384C27	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 27 V 5%/200 mW
WS	BZX284-B3V6	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 3,6 V 2%/400 mW
WT	BCR166	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WT	BCR166W	Siemens	69	SOT-323	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WT	BCR48PN	Siemens	5	SOT-363	pnp/npn digitális tranz.; npn: 47 kΩ + 47 kΩ, pnp: 2,2 kΩ + 47 kΩ
WT	BZT52B30	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 30 V 2%/300 mW
WT	BZT52C30	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 30 V 5%/300 mW
WT	BZT52C39S	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 39 V 5%/300 mW
WT	BZX384B30	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 30 V 2%/200 mW
WT	BZX384C30	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 30 V 5%/200 mW
WT	BZX284-B3V9	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 3,9 V 2%/400 MW
WU	BCR162	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
WU	BCR162T	Siemens	69	SC-75	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/100 mA
WU	BCR35PN	Siemens	5	SOT-363	pnp/npn digit. tranz.; 10 kΩ + 47 kΩ, 50 V/100 mA
WU	BZX284-B4V3	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 4,3 V 2%/400 mW
WU	BZT52B33	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 33 V 2%/300 mW
WU	BZT52C33	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 33 V 5%/300 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
WU	BZX384B33	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 33 V 2%/200 mW
WU	BZX384C33	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 33 V 5%/200 mW
WU	MRF2947A	Motorola	45	SOT-363	MRF941 kettős npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz
WW	BZT52B36	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 36 V/300 mW
WW	BZT52C36	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 36 V 5%/300 mW
WW	BZX384B36	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 36 V 2%/200 mW
WW	BZX384C36	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 36 V 5%/200 mW
WW3	CMPZDA2V4	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 2,4 V/350 mW
WW4	CMPZDA2V7	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 2,7 V/350 mW
WW5	CMPZDA3V0	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3 V/350 mW
WW6	CMPZDA3V3	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3,3 V/350 mW
WW7	CMPZDA3V6	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3,6 V/350 mW
WW8	CMPZDA3V9	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 3,9 V/350 mW
WW9	CMPZDA4V3	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 4,3 V/350 mW
WX	BZT52B39	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 39 V 2%/300 mW
WX	BZT52C39	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 39 V/ 5%300 mW
WX	BZX384B39	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 39 V 2%/200 mW
WX	BZX384C39	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 39 V 5%/200 mW
WX3	S593TXRW	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
WX4	S594TXRW	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
WX5	S595TXRW	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
WX6	S504TXRW	Vishay	6	SOT-343R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
WX7	S505TXRW	Vishay	6	SOT-343R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
WX8	S503TXRW	Vishay	6	SOT-343R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
WY	BZT52B43	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 43 V 2%/300 mW
WY	BZT52C43	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 43 V 5%/300 mW
WY	BZX384B43	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 43 V 2%/200 mW
WY	BZX384C43	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 43 V 5%/200 mW
WY5	S505TXRW	Vishay	6	SOT-343R	kétkapus MOSFET; 5 V-os UHF tv-tunerhez
WY6	S506TXRW	Vishay	6	SOT-343R	kétkapus MOSFET; 5 V-os UHF tv-tunerhez
WZ	BZT52B47	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 47 V 2%/300 mW
WZ	BZT52C47	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 47 V 5%/300 mW
WZ	BZX384B47	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 47 V 2%/200 mW
WZ	BZX384C47	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 47 V 5%/200 mW
X (fe)	BB833	Siemens	64	SOT-323	varikap; 0,75...9,3 pF
X (sá)	BB835	Siemens	64	SOT-323	varikap; 0,6...9,1 pF
X	BB187	Philips	64	SOD- 523	VHF varikap; 2,7...13,7 pF
X03	S503TX	Vishay	77	SOT-143	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
X04	S504TX	Vishay	77	SOT-143	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
X05	S505TX	Vishay	77	SOT-143	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
X1	BFT93	Siemens	69	SOT-23	BFQ23, BFQ75
X1p	BFT93	Philips	69	SOT-23	BFQ23, BFQ75
X1	IMX1	Rohm	46		2SC2412K kettős npn tranz.
X1	BZX84-C27	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 27 V 5%/300 mW
X1	BZT52B51	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 51 V 2%/300 mW
X1	BZT52C51	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 51 V 5%/300 mW
X1	BZX384B51	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 51 V 2%/200 mW
X1	BZX384C51	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 51 V 5%/200 mW
X1	CMDZ5221B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 2,4 V 5%/250 mW
X2	IMX2	Rohm	47		2SC2412K
X2	BZX99-C13	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 13 V 5%/300 mW
X2	BZX84-C30	Zetex	58	SOT-23	Z-dióda; 30 V 5%/300 mW
X2	BZV49C30	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 30 V 5%/1 W
X2	BZT52B56	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 56 V 2%/300 mW
X2	BZT52C56	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 56 V 5%/300 mW
X2	BZX384B56	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 56 V 2%/200 mW
X2	BZX384C56	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 56 V 5%/200 mW
X2	CMDZ5222B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 2,5 V 5%/250 mW
X3	BZX99-C15	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 15 V 5%/300 mW
X3	BZX84-C33	Zetex	58	SOT-23	Z-dióda; 33 V 5%/300 mW
X3	BZT52B62	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 62 V 2%/300 mW
X3	BZT52C62	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 62 V 5%/300 mW
X3	BZX384B62	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 62 V 2%/200 mW
X3	BZX384C62	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 62 V 5%/200 mW
X3	CMDZ5223B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 2,7 V 5%/250 mW
X3R	S593TXR	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
X4	BFT93R	Siemens	72	SOT-23R	BFQ23, BFQ75
X4	BZX84-C36	Zetex	58	SOT-23	Z-dióda; 36 V 5%/300 mW
X4	BZT52B68	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 68 V 2%/300 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
X4	BZT52C68	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 68 V 5%/300 mW
X4	BZX384B68	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 68 V 2%/200 mW
X4	BZX384C68	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 68 V 5%/200 mW
X4	CMDZ5224B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 2,8 V 5%/250 mW
X4R	S594TXR	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
X5	BZV49C39	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 39 V 5%/1 W
X5	MMBV409G	Motorola	58	SOT-23	varikap
X5	BZT52B75	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 75 V 2%/300 mW
X5	BZT52C75	Vishay	64	SOD-123	Z-dióda; 75 V 5%/300 mW
X5	BZX384B75	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 75 V 2%/200 mW
X5	BZX384C75	Vishay	64	SOD-323	Z-dióda; 75 V 5%/200 mW
X5	CMDZ5225B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 3 V/ 5%/250 mW
X5R	S595TXR	Vishay	6	SOT-143R	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
X6	BZV49C43	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 43 V 5%/1 W
X6	BZX84-C43	Zetex	58	SOT-23	Z-dióda; 43 V 5%/300 mW
X6	CMDZ5226B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 3,3 V 5%/250 mW
X6R	S504TXR	Vishay	6	SOT-143R	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
X7	BZX84-C47	Zetex	58	SOT-23	Z-dióda; 47 V 5%/300 mW
X7	CMDZ5227B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 3,6 V 5%/250 mW
X7R	S505TXR	Vishay	6	SOT-143R	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
X8	CMDZ5228B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 3,9 V 5%/250 mW
X8C	S503TXR	Vishay	6	SOT-143R	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
X9	CMDZ5229B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 4,3 V 5%/250 mW
X93	S593TX	Vishay	77	SOT-143	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
X94	S594TX	Vishay	77	SOT-143	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
X95	S595TX	Vishay	77	SOT-143	előfeszített, kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
XAs	BCR503	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/500 mA
XA	BZX284-B7V5	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 7,5 V 2%/400 mW
XA	BZX99-C4V7	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 4,7 V/300 mW
XA	CMDZ5230B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 4,7 V 5%/250 mW
XBs	BCR553	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 2,2 kΩ, 50 V/500 mA
XB	BZX284-B8V2	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 8,2 V 2%/400 mW
XB	BZX99-C5V1	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 5,1 V/300 mW
XB	CMDZ5231B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 5,1 V 5%/250 mW
XCs	BCR533	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/500 mA
XC	BZX284-B9V1	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 9,1 V 2%/400 mW
XC	BZX99-C5V6	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 5,6 V/300 mW
XC	CMDZ5232B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 5,6 V 5%/250 mW
XDs	BCR555	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/500 mA
XD	BZX284-B10	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 10 V 2%/400 mW
XD	BZX99-C6V2	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 6,2 V/300 mW
XD	CMDZ5233B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 6 V 5%/250 mW
XE	BZX284-B11	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 11 V 2%/400 mW
XE	BZX99-C6V8	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 6,8 V/300 mW
XE	CMDZ5234B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 6,2 V 5%/250 mW
XFs	BCR512	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/500 mA
XF	BZX284-B12	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 12 V 2%/400 mW
XF	CMDZ5235B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 6,8 V 5%/250 mW
XGs	BCR523	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/500 mA
XG	BZX284-B13	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 13 V 2%/400 mW
XG	CMDZ5236B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 7,5 V 5%/250 mW
XHs	BCR573	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/500 mA
XH	BZX284-B15	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 15 V 2%/400 mW
XH	MMSD701	Motorola	64	SOD-123	MMBD701
XH	CMDZ5237B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 8,2 V 5%/250 mW
XI	BZX284-B16	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 16 V 2%/400 mW
XJ	BZX284-B18	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 18 V 2%/400 mW
XJ	CMDZ5238B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 8,2 V 5%/250 mW
XKs	BCR519	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/500 mA
XK	BZX284-B20	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 20 V 2%/400 mW
XK	CMDZ5239B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 9,1 V 5%/250 mW
XLs	BCR569	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; R_1 = 4,7 kΩ, 50 V/500 mA
XL	BZX284-B22	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 22 V 2%/400 mW
XL	BZX99-C2V4	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 2,4 V/300 mW
XL	CMDZ5240B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 10 V 5%/250 mW
XMs	BCR583	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 10 kΩ + 10 kΩ, 50 V/500 mA
XM	BZX284-B24	Philips	64	SOD-110	Z-dióda 24 V ±2% 400 mW
XM	BZX99-C2V7	Philips	58	SOT-23	2,7 V 300 mW Z-dióda
XN	BZX284-B27	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 27 V 2%/400 mW
XN	BZX99-C3V0	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3 V/300 mW
XN	CMDZ5241B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 11 V 5%/250 mW
XO	BZX284-B30	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 30 V 2%/400 mW
XO	CMDZ5242B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 12 V 5%/250 mW
XP	MMBD3000	Motorola	58	SOT-346	Si dióda; 30 V/200 mA
XP	BZX284-B33	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 33 V 2%/400 mW
XP	BZX99-C3V3	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,3 V/300 mW
XP	CMDZ5243B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 13 V 5%/250 mW
XP	CMDZ13L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 13 V/250 mW, I_r = 0,5 mA
XQ	MMBD3005	Motorola	56	SOT-346	MMBD3000 kettős, közös anódú dióda
XQ	BZX284-B36	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 36 V 2%/400 mW
XQ	2PD602AQ	Philips	69	SOT-346	npn tranz.; h_{fe} = 85...170
XQ	CMDZ5244B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 14 V 5%/250 mW
XR	BZX284-B39	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 39 V 2%/400 mW
XR	BZX99-C3V6	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,6 V/300 mW
XR	MRF2947RA	Motorola	48	SOT-363	MRF941 kettős npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz
XR	2PD602AR	Philips	69	SOT-346	npn tranz.; h_{fe} = 120...240
XR	CMDZ5245B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 15 V 5%/250 mW
XS	MMBD3010	Motorola	57	SOT-346	MMBD3000
XS	BZX284-B43	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 43 V 2%/400 mW
XS	BZX99-C3V9	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,9 V/300 mW
XS	2PD602AS	Philips	69	SOT-346	npn tranz.; h_{fe} = 170...340
XS	CMDZ5246B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 16 V 5%/250 mW
XT	BZX284-B47	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 47 V 2%/400 mW
XT	MMSD301	Motorola	64	SOD-123	MBD301
XT	BZX99-C4V3	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 4,3 V/300 mW
XT	CMDZ5247B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 17 V 5%/250 mW
XU	BZX284-B51	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 51 V 2%/400 mW
XU	MRF2947RA	Motorola	48		MRF941 kettős npn RF-tranz.; f_T = 9 GHz
XUs	BCR562	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 4,7 kΩ + 4,7 kΩ, 50 V/500 mA
XU	BZX99-C7V5	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 7,5 V/300 mW
XU	CMDZ5248B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 18 V 5%/250 mW
XV	BZX284-B56	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 56 V 2%/400 mW
XVs	BCR521	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 1 kΩ + 1 kΩ, 50 V/500 mA
XV	BZX99-C8V2	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 8,2 V/300 mW
XV	CMDZ5249B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 19 V 5%/250 mW
XW	BZX284-B62	Philips	64	SOD-110	Z-dióda 62 V 2%/400 mW
XWs	BCR505	Siemens	69	SOT-23	npn digitális tranz.; 2,2 kΩ + 10 kΩ, 50 V/500 mA
XW	BZX99-C9V1	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 9,1 V/300 mW
XX	BZX284-B68	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 68 V 2%/400 mW
XX	BZX99-C10	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 10 V/300 mW
XX	CMDZ5250B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 20 V 5%/250 mW
XXs	BCR571	Siemens	69	SOT-23	pnp digitális tranz.; 1 kΩ + 1 kΩ, 50 V/500 mA
XY	BZX99-C11	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 11 V/300 mW
XY	BZX284-B75	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 75 V 2%/400 mW
XY	CMDZ5251B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 22 V 5%/250 mW
XZ	CMDZ5252B	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 24 V 5%/250 mW
XZ	BZX99-C12	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 12 V/300 mW
Y	BB182B	Philips	64	SOD-523	VHF varikap
Y0s	CGY121B	Siemens			GaAs MMIC
Y05	S505TX	Vishay	77	SOT-143	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
Y06	S506TX	Vishay	77	SOT-143	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
Y1	BZX84-C11	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 11 V 5%/300 mW
Y1p	BZX84-C11	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 11 V 5%/300 mW
Y1	BZV49C11	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 11 V 5%/1 W
Y1	CMDZ5253B	CSC	64	SOT-323	Z-dióda; 25 V 5%/250 mW
Y2	CLY2	Siemens	49	MW-6	GaAsFET; 0,25 W/3 GHz
Y2	BZX84-C12	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 12 V 5%/300 mW
Y2	CMDZ5254B	CSC	64	SOT-323	Z-dióda; 27 V 5%/250 mW
Y3	BZX84-C13	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 13 V 5%/300 mW
Y3	CMDZ5255B	CSC	64	SOT-323	Z-dióda; 28 V 5%/250 mW
Y4	BZX84-C15	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 15 V 5%/300 mW
Y4	BZV49C15	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 15 V 5%/1 W
Y4	CMDZ5256B	CSC	64	SOT-323	Z-dióda; 250 mW 5% 30 V
Y5s	CGY59	Siemens	50	SOT-363	GaAs 0.9/1.8 GHz előrősítő
Y5	BZX84-C16	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 16 V 5%/300 mW
Y5	BZV49C16	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 16 V 5%/1 W
Y5	CMDZ5257B	CSC	64	SOT-323	Z-dióda; 250 mW 5% 33 V
Y5R	S505TXR	Vishay	6	SOT-143R	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
Y6s	CGY62	Siemens	50	MW-6	GaAs MMIC
Y6	BZX84-C18	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 18 V 5%/300 mW
Y6	CMDZ5258B	CSC	64	SOT-323	Z-dióda; 36 V 5%/250 mW
Y6R	S506TXR	Vishay	6	SOT-143R	kétkapus MOSFET, 5 V-os UHF tv-tunerhez
Y7	CGY60	Siemens	50	MW-6	GaAs előrősítő MMIC; 1,8 GHz
Y7	BZX84-C20	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 20 V 5%/300 mW
Y7	CMDZ5259B	CSC	64	SOT-323	Z-dióda; 39 V 5%/250 mW
Y8	CGY120	Siemens		MW-6	GaAs MMIC
Y8	BZX84-C22	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 22 V 5%/300 mW
Y8	BZV49C22	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 22 V 5%/1 W
Y8	CMDZ5260B	CSC	64	SOT-323	Z-dióda; 43 V 5%/250 mW
Y9s	CGY121A	Siemens		MW6	GaAs MMIC
Y9	BZX84-C24	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 24 V 5%/300 mW
Y9	BZV49C24	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 24 V 5%/1 W
Y9	CMDZ5261B	CSC	64	SOT-323	Z-dióda; 47 V 55/250 mW
Y10	BZX84-C27	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 27 V 5%/300 mW
Y11	BZX84-C30	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 30 V 5%/300 mW
Y12	BZX84-C33	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 33 V 5%/300 mW
Y13	BZX84-C36	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 36 V 5%/300 mW
Y14	BZX84-C39	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 39 V 5%/300 mW
Y15	BZX84-C43	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 43 V 5%/300 mW
Y16	BZX84-C47	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 47 V 5%/300 mW
Y17	BZX84-C51	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 51 V 5%/300 mW
Y18	BZX84-C56	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 56 V 5%/300 mW
Y19	BZX84-C62	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 62 V 5%/300 mW
Y20	BZX84-C68	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 68 V 5%/300 mW
Y21	BZX84-C75	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 75 V 5%/300 mW
Y36	BZX84-C13V6	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 13,6 V 5%/300 mW
Y50	BZX84-A2V4	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 2,4 V 1%/300 mW
Y51	BZX84-A2V7	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 2,7 V 1%/300 mW
Y52	BZX84-A3V0	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3 V 1%/300 mW
Y53	BZX84-A3V3	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,3 V 1%/300 mW
Y54	BZX84-A3V6	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,6 V 1%/300 mW
Y55	BZX84-A3V9	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,9 V 1%/300 mW
Y56	BZX84-A4V3	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 4,3 V 1%/300 mW
Y57	BZX84-A4V7	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 4,7 V 1%/300 mW
Y58	BZX84-A5V1	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 5,1 V 1%/300 mW
Y59	BZX84-A5V6	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 5,6 V 1%/300 mW
Y60	BZX84-A6V2	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 6,2 V 1%/300 mW
Y61	BZX84-A6V8	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 6,8 V 1%/300 mW
Y62	BZX84-A7V5	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 7,5 V 1%/300 mW
Y63	BZX84-A8V2	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 8,2 V 1%/300 mW
Y64	BZX84-A9V1	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 9,1 V 1%/300 mW
Y65	BZX84-A10	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 10 V 1%/300 mW
Y66	BZX84-A11	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 11 V 1%/300 mW
Y67	BZX84-A12	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 12 V 1%/300 mW
Y68	BZX84-A13	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 13 V 1%/300 mW
Y69	BZX84-A15	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 15 V 1%/300 mW
Y70	BZX84-A16	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 16 V 1%/300 mW
Y71	BZX84-A18	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 18 V 1%/300 mW
Y72	BZX84-A20	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 20 V 1%/300 mW
Y73	BZX84-A22	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 22 V 1%/300 mW
Y74	BZX84-A24	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 24 V 1%/300 mW
Y75	BZX84-A27	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 27 V 1%/300 mW
Y76	BZX84-A30	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 30 V 1%/300 mW
Y77	BZX84-A33	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 33 V 1%/300 mW
Y78	BZX84-A36	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 36 V 1%/300 mW
Y79	BZX84-A39	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 39 V 1%/300 mW
Y80	BZX84-A43	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 43 V 1%/300 mW
Y81	BZX84-A47	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 47 V 1%/300 mW
Y82	BZX84-A51	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 51 V 1%/300 mW
Y83	BZX84-A56	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 56 V 1%/300 mW
Y84	BZX84-A62	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 62 V 1%/300 mW
Y85	BZX84-A68	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 68 V 1%/300 mW
Y86	BZX84-A75	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 75 V 1%/300 mW
YBs	BSS84	Infineon	68	SOT-23	p-csat. MOSFET; 50 V/130 mA
Y0	BZX284-C2V4	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 2,4 V 5%/400 mW
YP	BZX284-C2V7	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 2,7 V 5%/400 mW
YP	CMDZ15L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 15 V/250 mW, I_r = 0,5 mA

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
Y0	BZX284-C3V0	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 3 V 5%/400 mW
YR	MSD601R	Motorola	69	SOT-346	npn tranz.; 25 V
YR	BZX284-C3V3	Philips	64	SOD-110	Z-dióda 3,3 V 5%/400 mW
YS	MSD601S	Motorola	69	SOT-346	npn tranz.; 25 V
YS	BZX284-C3V6	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 3,6 V 5%/400 mW
YT	BZX284-C3V9	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 3,9 V 5%/400 mW
YU	BZX284-C4V3	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 4,3 V 5%/400 mW
YV	BZX284-C4V7	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 4,7 V 5%/400 mW
YW	BZX284-C5V1	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 5,1 V 5%/400 mW
YX	BZX284-C5V6	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 5,6 V 5%/400 mW
YY	BZX284-C6V2	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 6,2 V 5%/400 mW
YY1	CMPZDA11V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 11 V/350 mW
YY2	CMPZDA12V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 12 V/350 mW
YY3	CMPZDA13V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 13 V/350 mW
YY4	CMPZDA15V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 15 V/350 mW
YY5	CMPZDA16V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 16 V/350 mW
YY6	CMPZDA18V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 18 V/350 mW
YY7	CMPZDA20V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 20 V/350 mW
YY8	CMPZDA22V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 22 V/350 mW
YY9	CMPZDA24V	CSC	56	SOT-23	kettős, közös anódú Z-dióda; 24 V/350 mW
YZ	BZX284-C6V8	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 6,8 V 5%/400 mW
Z	BB145B	Philips	64	SOD-523	alacsony feszültségű varikap
Z0	SST310	Temic	61	SOT-23	J310 n-csat. jFET
Z0	PDZ2.4B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 2,4 V/400 mW
Z08	SST308	Siliconix	61	SOT-23	J308 n-csat. jFET
Z09	SST309	Siliconix	61	SOT-23	J309 n-csat. jFET
Z10	SST310	Siliconix	61	SOT-23	J310 n-csat. jFET
Z1	BB145B-01	Philips	64	SOD-723	alacsony feszültségű varikap
Z1	BZX84-C4V7	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 4,7 V/300 mW
Z1	SSTJ211	Siliconix	61	SOT-23	J211 n-csat. jFET
Z1	PDZ2.7B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 2,7 V/400 mW
Z1	IMZ1A	Rohm	51		2SC2414 npn, 2SA1037AK pnp
Z1	BZV49C4V7	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 4,7 V 5%/1 W
Z2	BZX84-C5V1	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 4,7 V/300 mW
Z2	SSTJ212	Siliconix	61	SOT-23	J212 n-csat. jFET
Z2	IMZ2A	Rohm	52		2SC2414 npn, 2SA1037AK pnp
Z2	PDZ3.0B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 3 V/400 mW
Z2	BZV49C5V1	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 5,1 V 5%/1 W
Z2U	FMMTA63	Zetex	69	SOT-23	MPSA63
Z2V	FMMTA64	Zetex	69	SOT-23	MPSA64
Z3	BZX84-C5V6	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 5,6 V/300 mW
Z3	PDZ3.3B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 3,3 V/400 mW
Z3	2SK1078	Toshiba	74	SOT-89	n-csat. MOSFET; 60 V/0,8 A
Z3	BZV49C5V6	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 5,6 V/1 W 5%
Z4	BZX84-C6V2	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 6,2 V/300 mW
Z4	PDZ3.6B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 3,6 V/400 mW
Z4	2SK1079	Toshiba	74	SOT-89	n-csat. MOSFET; 100 V/0,6 A
Z4	BZV49C6V2	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 6,2 V/1 W
Z5	BZX84-C6V8	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 6,8 V/300 mW
Z5	PDZ3.9B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 3,9 V/400 mW
Z5	2SK1717	Toshiba	74	SOT-89	n-csat. MOSFET; 60 V/2 A
Z5	BZV49C6V8	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 6,8 V 5%/1 W
Z6	BZX84-C7V5	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 7,5 V/300 mW
Z6	PDZ4.3B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 4,3 V/400 mW
Z6	2SJ238	Toshiba	74	SOT-89	p-csat. MOSFET; 60 V/1 A
Z6	BZV49C7V5	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 7,5 V 5%/1 W
Z7	BZX84-C8V2	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 8,2 V/300 mW
Z7	PDZ4.7B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 4,7 V/0,4W
Z7	BZV49C8V2	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 8,2 V/1 W 5%
Z8	BZX84-C9V1	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 9,1 V/300 mW
Z8	PDZ5.1B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 5,1 V/400 mW
Z8	BZV49C9V1	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 9,1 V 5%/1 W
Z9	BZX84-C10	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 10 V/300 mW
Z9	PDZ5.6B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 5,6 V/400 mW
Z1	BZV49C10	Zetex	70	SOT-89	Z-dióda; 10 V 5%/1 W
Z10	SST310	Siliconix	61	SOT-23	J310 n-csat. jFET
Z11	BZX84-C2V4	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 2,4 V 5%/300 mW
Z12	BZX84-C2V7	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 2,7 V 5%/300 mW
Z13	BZX84-C3V0	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3 V 5%/300 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
Z14	BZX84-C3V3	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,3 V 5%/300 mW
Z15	BZX84-C3V6	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,6 V 5%/300 mW
Z16	BZX84-C3V9	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,9 V 5%/300 mW
Z17	BZX84-C4V3	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 4,3 V 5%/300 mW
Z21	DTC113ZE	Rohm	69	EMT-3	npn digitális tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
Z21	DTC113ZUA	Rohm	69	SC-70	npn digitális tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
Z21	DTC113ZKA	Rohm	69	SC-59	npn digitális tranz.; 1 kΩ + 10 kΩ, 50 V/100 mA
Z50	BZX84-B2V4	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 2,4 V 2%/300 mW
Z51	BZX84-B2V7	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 2,7 V 2%/300 mW
Z52	BZX84-B3V0	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3 V 2%/300 mW
Z53	BZX84-B3V3	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,3 V 2%/300 mW
Z54	BZX84-B3V6	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,6 V 2%/300 mW
Z55	BZX84-B3V9	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 3,9 V 2%/300 mW
Z56	BZX84-B4V3	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 4,3 V 2%/300 mW
Z57	BZX84-B4V7	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 4,7 V 2%/300 mW
Z58	BZX84-B5V1	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 5,1 V 2%/300 mW
Z59	BZX84-B5V6	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 5,6 V 2%/300 mW
Z60	BZX84-B6V2	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 6,2 V 2%/300 mW
Z61	BZX84-B6V8	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 6,8 V 2%/300 mW
Z62	BZX84-B7V5	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 7,5 V 2%/300 mW
Z63	BZX84-B8V2	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 8,2 V 2%/300 mW
Z64	BZX84-B9V1	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 9,1 V 2%/300 mW
Z65	BZX84-B10	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 10 V 2%/300 mW
Z66	BZX84-B11	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 11 V 2%/300 mW
Z67	BZX84-B12	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 12 V 2%/300 mW
Z68	BZX84-B13	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 13 V 2%/300 mW
Z69	BZX84-B15	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 15 V 2%/300 mW
Z70	BZX84-B16	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 16 V 2%/300 mW
Z71	BZX84-B18	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 18 V 2%/300 mW
Z72	BZX84-B20	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 20 V 2%/300 mW
Z73	BZX84-B22	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 22 V 2%/300 mW
Z74	BZX84-B24	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 24 V 2%/300 mW
Z75	BZX84-B27	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 27 V 2%/300 mW
Z76	BZX84-B30	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 30 V 2%/300 mW
Z77	BZX84-B33	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 33 V 2%/300 mW
Z78	BZX84-B36	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 36 V 2%/300 mW
Z79	BZX84-B39	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 39 V 2%/300 mW
Z80	BZX84-B43	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 43 V 2%/300 mW
Z81	BZX84-B47	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 47 V 2%/300 mW
Z82	BZX84-B51	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 51 V 2%/300 mW
Z83	BZX84-B56	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 56 V 2%/300 mW
Z84	BZX84-B62	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 62 V 2%/300 mW
Z85	BZX84-B68	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 68 V 2%/300 mW
Z86	BZX84-B75	Philips	58	SOT-23	Z-dióda; 75 V 2%/300 mW
ZA	BZX284-C7V5	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 7,5 V 5%/400 mW
ZA	PDZ6.2B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 6,2 V/400 mW
ZB	FMMT4123	Zetex	69	SOT-23	2N4123
ZB	PDZ6.8B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 6,8 V/400 mW
ZB	BZX284-C8V2	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 8,2 V 5%/400 mW
ZC	FMMT4124	Zetex	69	SOT-23	2N4124
ZC	BZX284-C9V1	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 9,1 V 5%/400 mW
ZC	PDZ7.5B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 7,5 V/400 mW
ZD	FMMT4125	Zetex	69	SOT-23	2N4125
ZD	MMBT4125	Motorola	69	SOT-23	2N4125
ZD	BZX284-C10	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 10 V 5%/400 mW
ZD	PDZ8.2B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 8,2 V/400 mW

Kód	Típus	Gyártó	Bekötés	Tok	Ekvivalens típus/adatok
ZE	FMMT4126	Zetex	69	SOT-23	2N4126
ZE	MMBT4123	National	69	SOT-23	2N4123
ZE	BZX284-C11	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 11 V 5%/400 mW
ZE	PDZ9.1B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 9,1 V/400 mW
ZF	BZX284-C12	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 12 V 5% 400 mW
ZF	PDZ10B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 10 V/400 mW
ZG	BZX284-C13	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 13 V 5%400 mW
ZG	PDZ11B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 11 V/400 mW
ZH	BZX284-C15	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 15 V 5%400 mW
ZH	PDZ12B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 12 V/400 mW
ZHK	SM2Z5V1	STM	64	2W SMD	Z-dióda; 5,1 V/2 W
ZHL	SM2Z5V6	STM	64	2 W SMD	Z-dióda; 5,6 V/2 W
ZHW	SM2Z12	STM	64	2 W SMD	Z-dióda; 12 V/2 W
ZI	BZX284-C16	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 16 V 5%/400 mW
ZJ	BZX284-C18	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 18 V 5%/400 mW
ZJ	PDZ13B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 13 V/400 mW
ZJF	SM2Z18	STM	64	2 W SMD	Z-dióda; 18 V/2 W
ZJQ	SM2Z30	STM	64	2 W SMD	Z-dióda; 30 V/2 W
ZK	BZX284-C20	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 20 V 5%/400 mW
ZK	PDZ15B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 15 V/400 mW
ZKR	SM2Z150	STM	64	2 W SMD	Z-dióda; 150/V 2 W
ZL	BZX284-C22	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 22 V 5%/400 mW
ZL	PDZ16B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 16 V/400 mW
ZM	BZX284-C24	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 24 V 5%/400 mW
ZM	PDZ18B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 18 V/400 mW
ZN	BZX284-C27	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 27 V 5%/400 mW
ZN	PDZ20B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 20 V/400 mW
ZO	BZX284-C30	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 30 V 5%/400 mW
ZP	BZX284-C33	Philips	64	SOD-100	Z-dióda; 33 V 5%/400 mW
ZP	PDZ22B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 22 V/400 mW
ZP	CMDZ16L	CSC	64	SOD-323	Z-dióda; 16 V/250 mW, I_Z = 0,5 mA
ZQ	BZX284-C36	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 36 V 5%/400 mW
ZQ	PDZ24B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 24 V/400 mW
Z-Q	2PC4081Q	Philips	69	SOT-323	npn tranz.; h_{fe} = 120...270
ZtQ	2PC4081Q	Philips	69	SOT-323	npn tranz.; h_{fe} = 120...270
ZR	MSD1819A	Motorola	69	SOT-323	npn tranz.; 50 V
ZR	BZX284-C39	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 39 V 5%/400 mW
ZR	PDZ27B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 27 V/400 mW
Z-R	2PC4081R	Philips	69	SOT-323	npn tranz.; h_{fe} = 180...390
ZtR	2PC4081R	Philips	69	SOT-323	npn tranz.; h_{fe} = 180...390
ZS	BZX284-C43	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 43 V 5%/400 mW
ZS	PDZ30B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 30 V/400 mW
ZS1	ZHCS1000	Zetex	58	SOT-23	Schottky dióda; 30 V/1 A
ZS2	ZHCS2000	Zetex	58	SOT-23	Schottky dióda; 40 V/2 A
ZS5	ZHCS500	Zetex	58	SOT-23	Schottky dióda; 40 V/500 mA
ZS7	ZHCS750	Zetex	58	SOT-23	Schottky dióda; 30 V/750 mA
Z-S	2PC4081S	Philips	69	SOT-323	npn tranz.; h_{fe} = 270...560
ZtS	2PC4081S	Philips	69	SOT-323	npn tranz.; h_{fe} = 270...560
ZT	BZX284-C47	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 47 V 5%/400 mW
ZT	PDZ33B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 33 V/400 mW
ZU	BZX284-C51	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 51 V 5%/400 mW
ZU	PDZ36B	Philips	64	SOD-323	Z-dióda; 36 V/400 mW
ZV	BZX284-C56	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 56 V 5%/0,4W
ZW	BZX284-C62	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 62 V 5%/400 mW
ZX	BZX284-C68	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 68 V 5%/400 mW
ZY	BZX284-C75	Philips	64	SOD-110	Z-dióda; 75 V 5%/400 mW

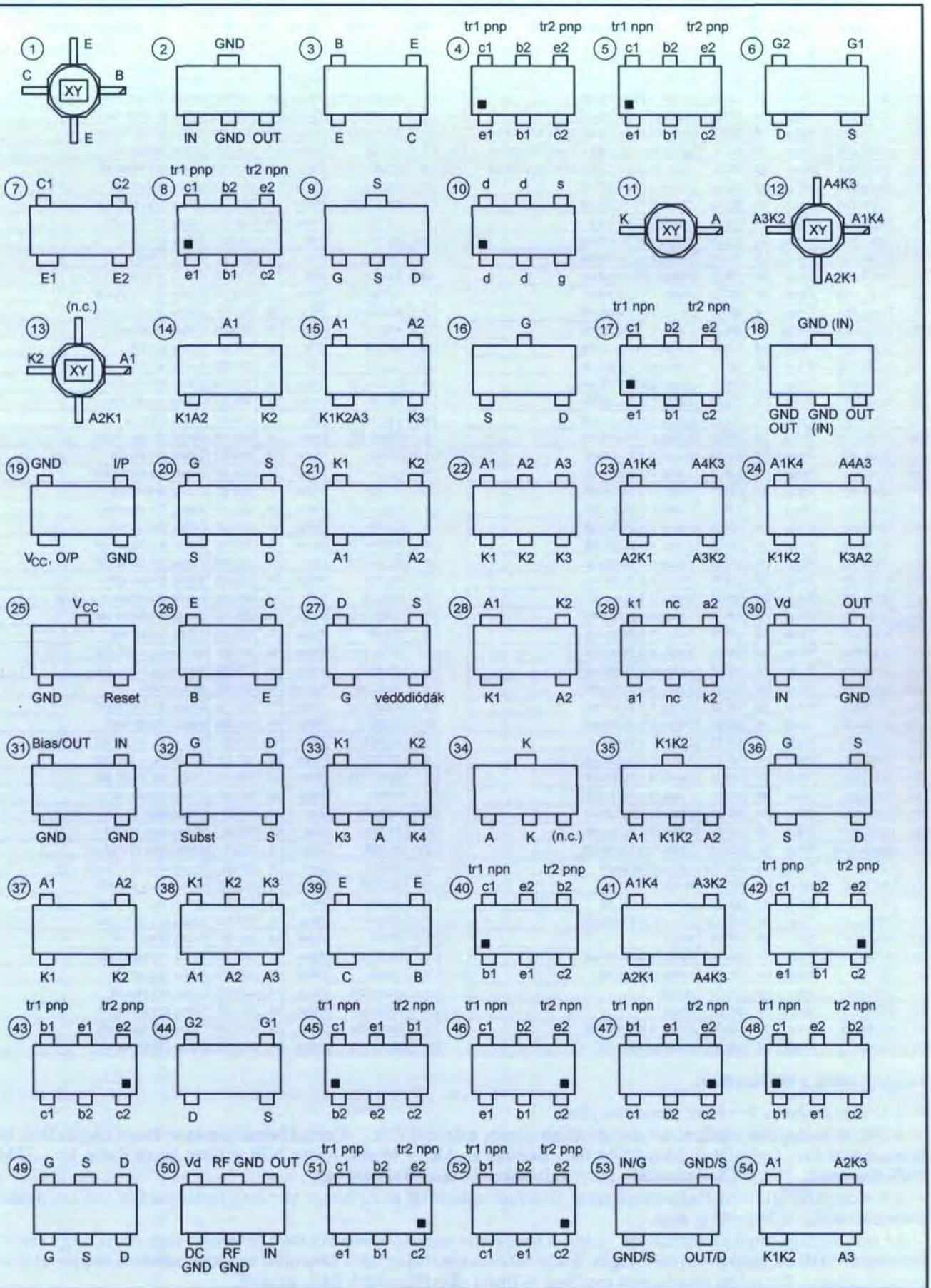
Megjegyzések a táblázathoz:

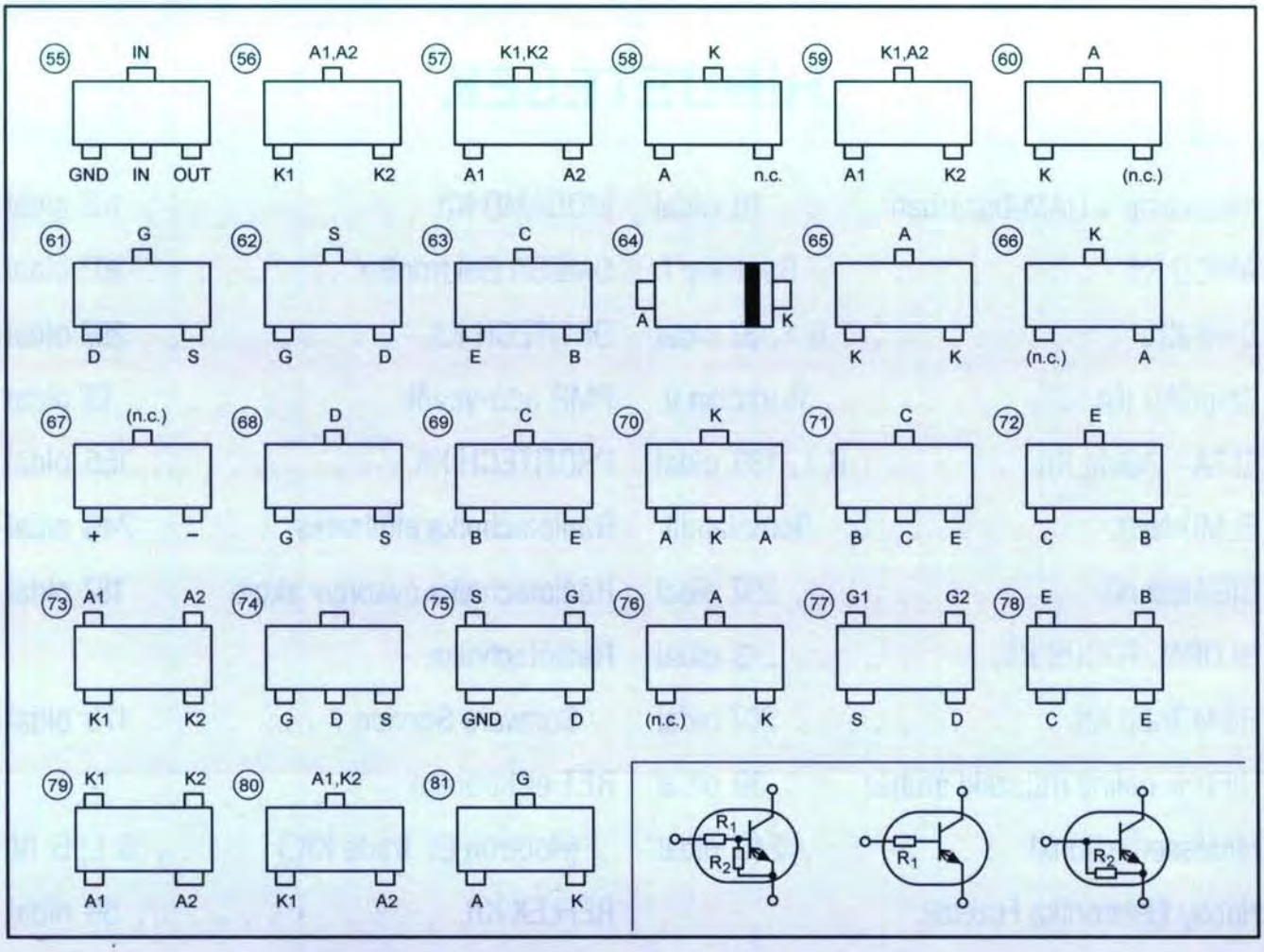
– A *Kód* oszlopban a fe = fehér színjelzést jelent.

– 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 (digit.) tranzisztorok" csipje a báziskörbe integrált ellenállás(oka)t tartalmaz; vagy egyet, vagy kettőt. A lábkiosztás-vázlatok gyűjteményének végén, külön bekeretezve ábrázoltuk a háromféle variációt, amelyek alapján az e tranzisztorfajtához a *Ekvivalens típus/adatok* mezőben található ellenállásadatok értelmezhetők.


1 E C B XY E
2 GND IN GND OUT
3 B E E C
4 tr1 pnp tr2 pnp c1 b2 e2 e1 b1 c2
5 tr1 npn tr2 pnp c1 b2 e2 e1 b1 c2
6 G2 G1 D S
7 C1 C2 E1 E2
8 tr1 pnp tr2 npn c1 b2 e2 e1 b1 c2
9 S G S D
10 d d s d d g
11 K XY A
12 A4K3 A3K2 XY A1K4 A2K1
13 (n.c.) K2 XY A1 A2K1
14 A1 K1A2 K2
15 A1 A2 K1K2A3 K3
16 G S D
17 tr1 npn tr2 npn c1 b2 e2 e1 b1 c2
18 GND (IN) GND OUT GND (IN) OUT
19 GND I/P V_{CC}, O/P GND
20 G S S D
21 K1 K2 A1 A2
22 A1 A2 A3 K1 K2 K3
23 A1K4 A4K3 A2K1 A3K2
24 A1K4 A4A3 K1K2 K3A2
25 V_{CC} GND Reset
26 E C B E
27 D S G védődiódák
28 A1 K2 K1 A2
29 k1 nc a2 a1 nc k2
30 Vd OUT IN GND
31 Bias/OUT IN GND GND
32 G D Subst S
33 K1 K2 K3 A K4
34 K A K (n.c.)
35 K1K2 A1 K1K2 A2
36 G S S D
37 A1 A2 K1 K2
38 K1 K2 K3 A1 A2 A3
39 E E C B
40 tr1 npn tr2 pnp c1 e2 b2 b1 e1 c2
41 A1K4 A3K2 A2K1 A4K3
42 tr1 pnp tr2 pnp c1 b2 e2 e1 b1 c2
43 tr1 pnp tr2 pnp b1 e1 e2 c1 b2 c2
44 G2 G1 D S
45 tr1 npn tr2 npn c1 e1 b1 b2 e2 c2
46 tr1 npn tr2 npn c1 b2 e2 e1 b1 c2
47 tr1 npn tr2 npn b1 e1 e2 c1 b2 c2
48 tr1 npn tr2 npn c1 e2 b2 b1 e1 c2
49 G S D G S D
50 Vd RF GND OUT DC GND RF GND IN
51 tr1 pnp tr2 npn c1 b2 e2 e1 b1 c2
52 tr1 npn tr2 pnp b1 b2 e2 c1 e1 c2
53 IN/G GND/S GND/S OUT/D
54 A1 A2K3 K1K2 A3



1% Segítsen Ön is!

Reményi István Rádióamatőr Alapítvány

18226429-1-43

Az alapítványt támogatja a

RÁDIÓTECHNIKA

Elektronika FÜZETEK

„AKCIÓ-239" ÉVKÖNYVRENDELÉS

3800 Ft helyett CSAK 3190 Ft-ért!
(plusz postaköltség)

Már most megrendelheti és megveheti a 2009-es RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVÉ-t
(Szállítása 2008 novemberében)

Rendelek: ..... db-ot.

Név: .....

Cím: .....

Ajánlatunk (rendelésre/befizetésre) 2008. június 30-ig érvényes!

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 . . . . 18. oldal
ANICO Kft. . . . . Borítólap I.
C+F Kft. . . . . B. I., 37. oldal
ChipCAD Kft. . . . . Borítólap II.
ELFA – AGeta Kft. . . . . B. I., 139. oldal
ELMŰ Nyrt. . . . . Borítólap III.
GIGAtechnik . . . . . 207. oldal
GLOBAL FOCUS Kft. . . . . 3. oldal
H&M Trafo Kft. . . . . 207. oldal
HIFImix online műszaki áruház . . . 39. oldal
Hirdessen nálunk! . . . . . 240. oldal
Hobby Elektronika Füzetek
1., 2., 3. száma . . . . . 69. oldal
INCOMP Kft. . . . . B. I., 39. oldal
Intelligens PIC-programozó . . . . 115. oldal
Kezdő PIC-ező csomag . . . . . 117. oldal
LOMEX Kft. . . . . 187. oldal
MAXWELL multiméterek . . . . . 89. oldal
MODAMO Kft. . . . . 167. oldal
OMEGA Elektronika . . . . . 207. oldal
OPTITECH Kft. . . . . 207. oldal
PMR adó-vevők . . . . . 18. oldal
PROFITECH Kft. . . . . 155. oldal
Rádiótechnika előfizetés . . . . . 240. oldal
Rádiótechnika évkönyv akció . . . 187. oldal
Rádiótechnika
Software Service . . . . . 175. oldal
RET elektronika
(Robtron El. Trade Kft.) . . . . B. I., B. IV.
REFLEX Kft. . . . . 59. oldal
Reményi I. Rádióamatőr
Alapítvány . . . . . 155., 239. oldal
SAGAX Kft. . . . . 207. oldal
Szakkönyvek a HAM-bazárból . . . 75. oldal
TALI Bt. . . . . 205. oldal
2009-es RT évkönyv akció . . . . 239. oldal

Előfizetne a RÁDIÓTECHNIKA folyóiratra?
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 ügyfélszolgálata,
amely helyi tarifával hívható és az ügyek nagyobb részét már ott intézik. A

Telecentrum

munkatársai a

06-40-38-38

számon készséggel állnak rendelkezésre bármilyen, számlázással, számlafizetéssel, szerződéskötéssel, hibabejelentéssel kapcsolatos ügyben.

elmű

a pozitív energia

3600 Ft 15 € 20 USD

ret elektronika

Miért pont a 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

Diotec TEKO O. HEIL Amphenol YAGEO YAGEO EUROPE GMBH formerly VITROHM Deutschland GmbH NC Eurotech Ltd VISHAY ESKA celduc display display elektronik gmbh FUJITSU LITEON Jauch The pulse of progress E-tec the Swiss connection RECOM INTERNATIONAL POWER GmbH HELMUT GERTHI TRANSFORMATORENBAU FUTABA CORPORATION Radiohm fischer elektronik

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