

RÁDIÓ — TECHNIKA ÉVKÖNYVE 2009



LoTW



Single-Ended



**2/10 m-es
TRX konverter**



R-326



műholdvételel

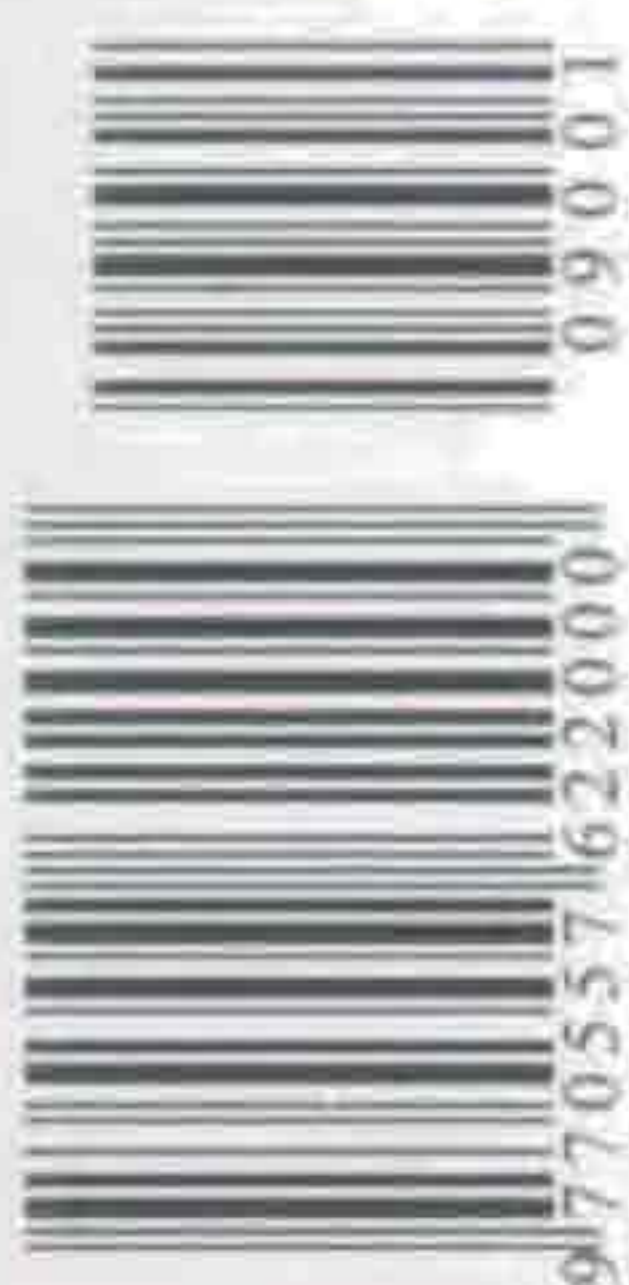
www.ret.hu
ret
elektronika
Telefon: (62) 554-600

Anico
VIRÁGTECHNIKAI KÖRÉKÉZELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.
Nyíregyháza – Budapest
Tel: 42/507-620, Tel.: 1/329-4089
hivatalos
MOTOROLA TAIT **YAESU**
márkakereskedő és szakszerviz

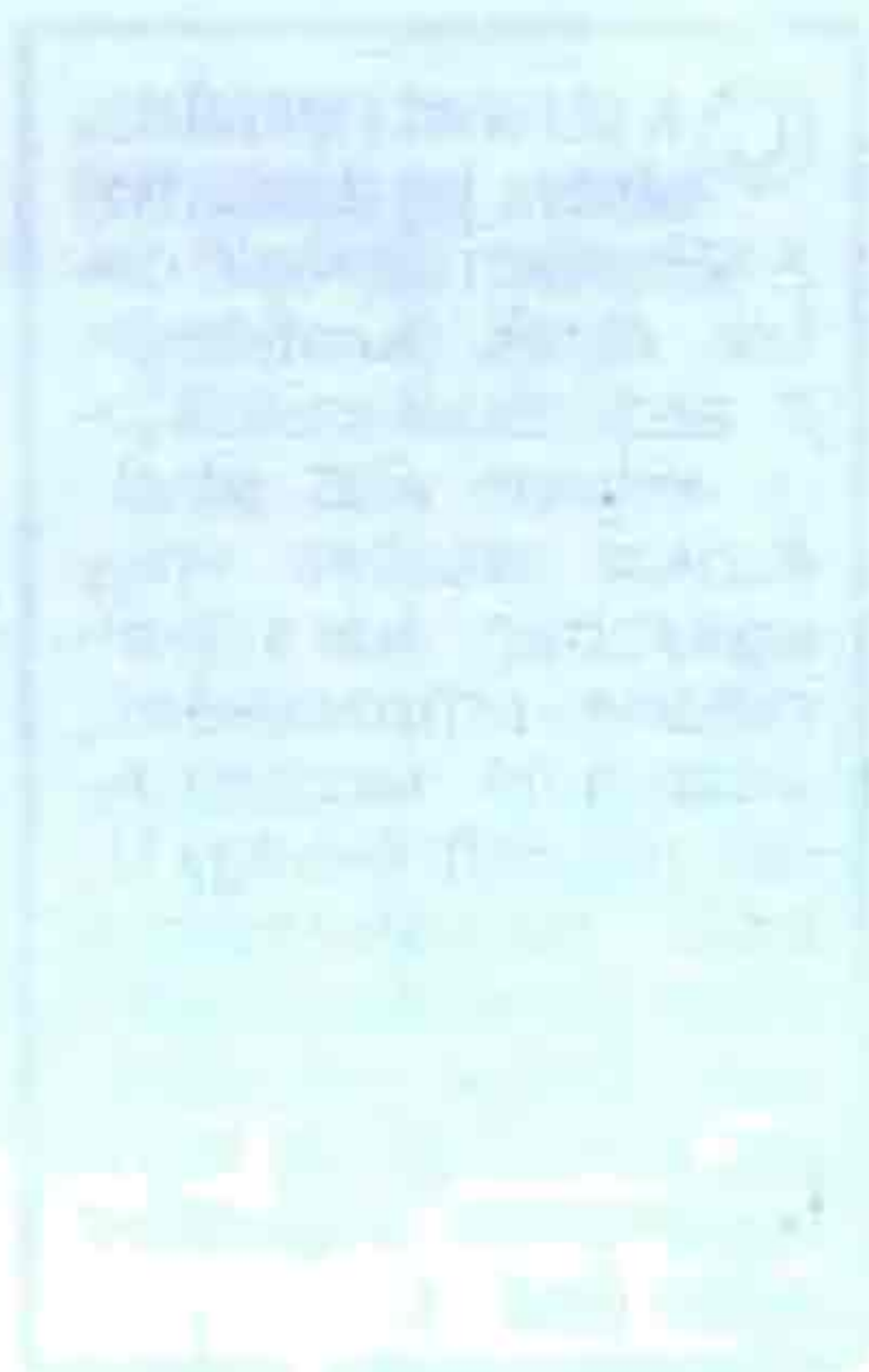
INCOMP Electronics
Alkatrész kis- és nagykereskedelem
EXPORT - IMPORT
2120 Dunakeszi, Fő út 35. ☎ (27) 342-407
www.incomp.hu

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

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



A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE 2009



Szerkesztette:

Békei Ferenc főszerkesztő

okl. vill. üzemmérnök, HA5KU

Írták:

Balás B. Dénes távközlési technikus

Békei Ferenc okl. vill. üzemmérnök, HA5KU

Bus László okl. villamosmérnök

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ

Dr. Fábrián Tibor okl. villamosmérnök

Gunter Crämer

Dr. Holman Tamás okl. vill.mérnök, HA5PT

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök

Mednyánszky László villamosmérnök, HA7VC

Nagy Gyula villamosmérnök, HA8ET

Nagy Sándor okl. villamosmérnök

Nagymáté Csaba villamosmérnök

Pálinkás Tibor gépészmérnök

Plachtovics György műszeripari technikus

Dr. Simoncsics László okl. villamosmérnök

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök

Dr. Tolnai János okl. h.tech.-i szakmérnök, HA5LQ

Venczel Miklós HAØLZ

Vörös Tamás tanár

Tartalomjegyzék

Előszó	3
Az ORION történetéből	4
Időjárás-figyelő műholdak vétele	12
Hangsugárzók építése (3.)	31
Hangerősítő kapcsolások orosz csövekkel (2.)	64
Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása (11.) Rádióesztétika (2.)	88
A világ rádiómúzeumai: Bologna	101
A TENS készülék és használata	104
Félvezető detektoros sugárzásindikátor	124
A vezetékes rádió	134
Technikatörténet – évszámokban.	144
Titkos ábrák a csipek felületén	151
Könyvajánló: PIC mikrovezérlők alkalmazástechnikája . .	156
Nagyfrekvenciás erősítőkapcsolások (2.)	159
Rádió-iránymérés, rádió-iránymérők	174
144/28 MHz-es adó-vevő konverter	182
Nagyfrekvenciás mérőpanelok	191
Katonai rádiók amatőrkézben (7.) – R-326	196
LoTW = a világ logbookja	206
CQ de HA... CQ de HG... 2008	213
Sok kis kapcsolás	218
Akciós 2010-es évkönyv-rendelés	223
Hirdetések	224

© A könyvvel kapcsolatos minden jog fenntartva!

A könyvben szereplő cikkek, ábrák, illusztrációk, ill. azok részesei 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, 2008 www.aduprint.hu
Felelős vezető: Tóth Éva ügyvezető igazgató

HU-ISSN 0557-6229

Előszó

A „Rádiótechnika” folyóirat évkönyveinek ezen legújabb, XLII. kötetében – hagyományainkhoz híven – alapvetően a rádió adás-vétel technika, a műszer- és mérés technika és az általános elektronika területéről adunk cikkösszeállítást.

A 2009-es évkönyvünk anyagai nemcsak témáikban, de időben és térben is széles határokat ölelnek át. Ezúttal ilyen szempontok szerint emelünk ki néhányat a változatos cikk-kínálatból. Legújabb évkönyvünkben is jelentkezik a „Technikatörténet – évszámokban” c. népszerű összeállításunk, mely négyszáz évre tekint vissza a villamosság és a fizika területén. A gazdag ismeretanyagról valló, „Az ORION történetéből” c. szakmatörténeti írásunk érdekessége, hogy németországi szerző tollából származik. Az „Időjárás-figyelő műholdak vétele”, illetve „A TENS készülék és használata” c. anyagaink – képletesen szólva – a világűrrel az emberi szervezethez fognak át néhány száz kilométert. És ez mind-mind tömény rádiózás + elektronika.

A 2009-es évkönyvünkben – egyebek mellett – ismét jelentkeznek a szokásos állandó rovatok: az alkatrész-alkalmazás, a hangtechnika, a számítástechnika, a háztáji elektronika és az amatőr rádiózás.

Kedves Olvasóink! Bizton állíthatjuk: ezen kötetünkkel is széles témaválasztékhoz kívánhatunk kellemesen hasznos évkönyvlapozgatást.

A szerkesztőség

SOS
electronic
europa

SOS electronic **katalógus**

SOS electronic

elektronikai alkatrészek
forgalmazása
csomagküldés
nagy raktárkészletről

WEBÁRUHÁZ www.soselectronic.hu 3527 Miskolc, Budai József u.1. tel: 06/46/501 380 fax: 06/46/501 389

Az ORION történetéből

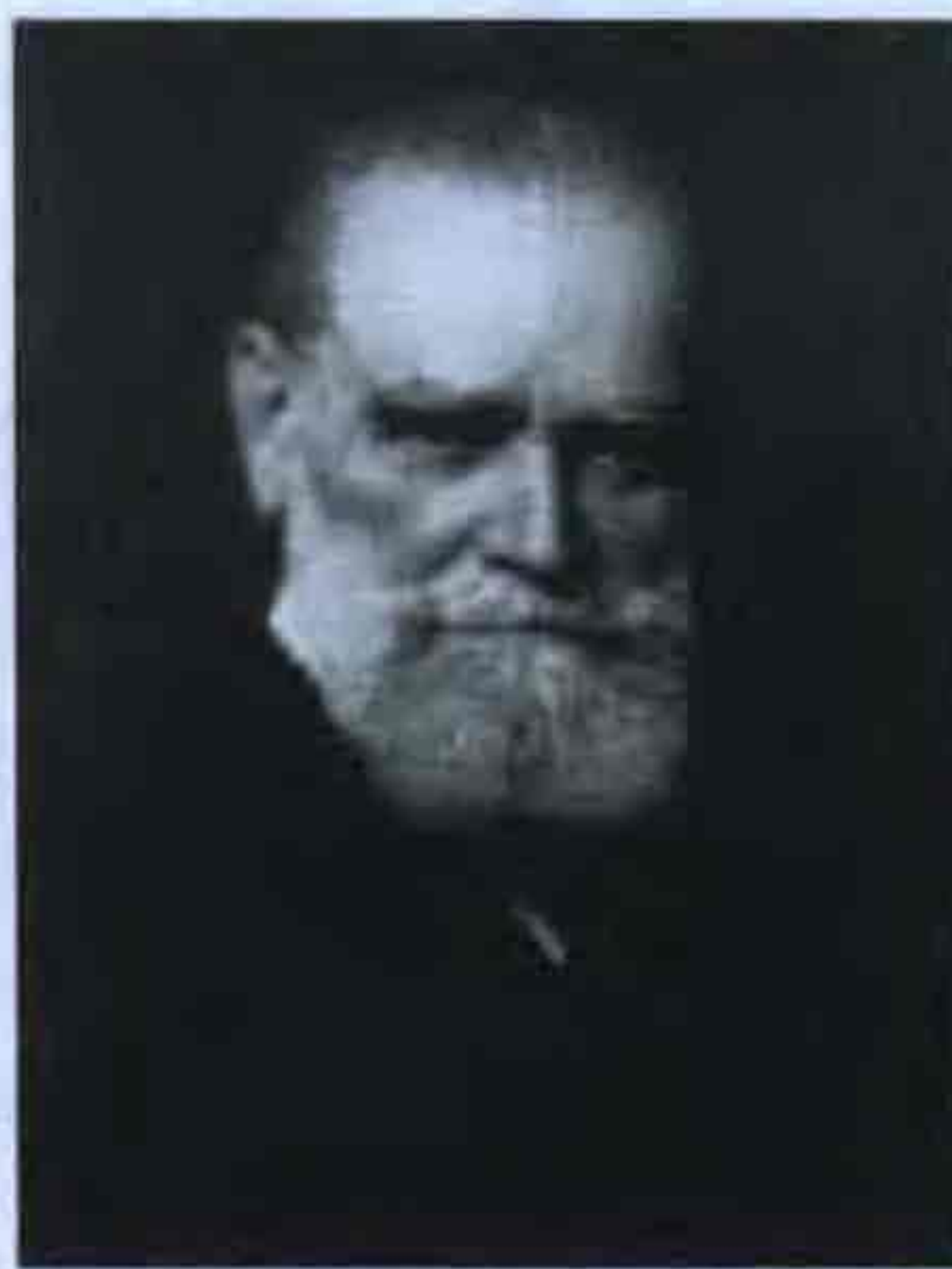
Gunter Crämer*

A budapesti ORION cég története az Osztrák-Magyar Monarchiában, a XIX. században kezdődött. A magyar cégtörténeti kiadványok csak magyar szempontból világítják meg e nagynevű vállalat múltját. E cikk szerzője megpróbált kutatásai során részletes információkat gyűjteni a kezdetekről, illetve a cég nemzetközi összeköttetéseiről is.

Az ORION megalapítója, *Kremenczky János* (egyéb írásmódok: Johann Kremenczky, Johann Kremenczky, Kremenczky János) 1850. február 1-jén, Odesszában született. Pályafutását elektrotechnikusként kezdte az Orosz Délnyugati Vasúttársaságnál, ahol több távíróvonal építésén dolgozott. 1874-ben beiratkozott a berlini Műszaki Főiskola Gépipari Szakára (elektrotechnikai tanszék nem volt). Egyetemi tanulmányainak finanszírozására munkát vállalt a már akkor is jó hírnévvel rendelkező Siemens & Halske cégnél. Itt ismerkedett meg a elektromos világítás problémáival, valamint elkészítette az első két telefonkészüléket Werner von Siemens részére.

Három évvel később a párizsi Sociéte Générale d'Electricité Procédé-nél dolgozott főmérnökként, ahol ívlámpák szerelésével foglalkozott. 1880 nyarán a bécsi Volksgartenben 40 ívlámpát szereltek fel Kremenczky János irányításával, melyeket két lokomobil által meghajtott generátorok láttak el elektromos energiával. A munka végeztével Bécsben maradt és önállósította magát. Egy 1881-ben kifejlesztett váltóáramú generátorával az Első Elektrotechnikai Kiállításon Párizsban kitüntetéset nyert.

Az Egger fivérek bécsi vállalata (a Telegraphenbauanstalt Wien), Kremenczky János, valamint a budapesti *Egger Dávid* 1882-ben megalapította Bécsben az Első Osztrák-Magyar Elektromos Világítási és Erőátviteli Vállalatot, amely Ausztria első erősáramú készülékeket gyártó vállalata volt. Különböző specifikációjú dinamókat, dinamóalkatrészeket és ívlámpákat készítettek. Kremenczky János 1884-



Kremenczky János 1930-ban, 80 évesen

ben kivált a cégből, de az izzólámpagyártás továbbra is az ő hatáskörébe tartozott –, új gyárat alapított Kremenczky, Mayer és Társa Bt. néven. Kremenczky átvette az Anglo-Austrian Brush Electrical Company-tól – amely a londoni Brush Electrical Engineering Company lerakata volt – a szénszálas izzók Lane Fox szabadalma alapján működő gyártósorát, létrehozva ezáltal Ausztria első nagyüzemi izzólámpagyárát. Ekkor a gyár már nem csak a hazai piac kielégítésére termelt, hanem jelentős mennyiségben exportált is.

A Kremenczky, Mayer & Co. Bt. 1889-ben új gyárat épített Bécs IX. kerületében, ahol különböző erősáramú cikket és évente mintegy 100 000 izzót gyártottak. 1896-ban a nürnbergi

Schuckert Művek felvásárolta a Bt.-t és Osztrák Schuckert Művek néven működtette tovább. Kremenczky János műszaki igazgató lett az új cégnél, amely már több, mint 500 főt foglalkoztatott. Mivel a Schuckert Művek vezetősége nem fordított kellő figyelmet az izzólámpagyártásra, ezért Kremenczky 1899-ben kivált az Osztrák Schuckert Művek Rt.-ből. Az izzólámpagyártósort visszahelyezte a bécsi Severin utcában álló régi épületbe és szénszálas izzók gyártásával foglalkozott. Ezek termelését sikerült fokozatosan, teljesen gépesítenie.

1906-ban Kremenczky piacra dobta az első, dr. Kužel eljárásával készült kolloid-volfrámlámpát. Egy évvel később már 2,5 millió izzó készült ebből a típusból. A régi gyárépület már kicsinek bizonyult, ezért a Dresdner úton új épületet építtetett. 1908-tól, a beköltözés után, a jól szervezett új üzemben már 7,5 millió jó minőségű izzó került le évente a gyártósorról. Ezt követően kidolgozta a volfrám izzószálak húzással történő előállításának technológiáját. 1911 végén Budapesten, a VI. kerületi Eötvös u. 44-ben kereskedelmi irodát nyitott kolloid-volfrámlámpák értékesítésére.

1913-ban Kremenczky hidrogénnel, valamint nemesgázzal töltött lámpákkal kísérletezett és kifejlesztette ezek gyártási technológiáját is. Időközben a bécsi üzem már 1500 munkást foglalkoztatott. Ekkor Magyarországon a következő termékeket kínálta: törésmentes fémszálas égőket, kifestésű fémszálas égőket, szénszálas égőket díszkivilágításhoz, valamint lámpákhoz való szerelvényeket.

Kremenczky 1913. június 1-jén Budapesten megalapította a Magyar Wolfrámlámpagyár Kremenczky János elnevezésű fióküzemét (a továbbiakban: MWLGY-t). Egy ingatlanokkal foglalkozó részvénytársaságtól bérelte a Váci út 74. sz. alatti épület egy részét, ahol 100, többnyire Bécsből származó alkalmazottat foglalkoztatott. Az üzemben a gyártás mindössze hat vál-



ORION-embléma 1940-ből

*Gunter Crämer német rádiógyűjtő a németországi híradástörténeti egyesületnek, a GFGF-nek (Gesellschaft der Freunde der Geschichte des Funkwesens), valamint a Magyarországi Rádiógyűjtők Klubjának tagja.



A bécsi gyár (Dresdner Str. 57.), 1930-ban



Az MWLGY első telephelye a Váci út 74-ben, 1913-ban

1917. június 14. E. ELEKTROTECHNIKA 2.

METAX

Magyar Izzólámpa-Részvénytársaság
Budapest, IV. Irányi-utca 13.

METAX-reklám

tóáramú motorral indult. Egy évvel az alapítást követően a budapesti gyárban az izzókon kívül szárazelemeket, kapcsolókat és különböző elektrotechnikai cikkeket állítottak elő.

Az I. világháború alatt Bécsben löszergyártáshoz hadiipari cikkeket, elemeket, zseblámpákat, hőpalackokat, villanyfőzőket, villanymelegítőket,

transzformátorokat stb. gyártottak. A világháború idején a hiányzó import következtében nem volt fennakadás az izzólámpák értékesítésében, jóllehet az export csaknem teljesen szünetelt.

Az MWLGY 1917. február 17-én részvénytársasággá alakult át, nevét Magyar Wolframlámpagyár Kremenczky János Rt.-re változtatták (a továbbiakban: MWLGY Rt.). Kremenczky a gyárának részvénytársasággá alakításával pontot tett az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt.-vel (EIV Rt. / Tungram) folytatott, immár négy éve tartó viszálykodás végére.

A két részvénytársaság közötti szerződés szerint az MWLGY Rt. alaptőkéjének 50%-a az EIV Rt. tulajdonába került. Megállapodás született többek között gyártási korlátozásokról, valamint a kereskedelmi csatornák összehangolásáról is.

Kremenczky szeretett volna megszabadulni az EIV Rt.-vel kötött szerződés béklyóitól, ezért 1921. december 1-jén megalapította a Kremenczky Művek Villamossági Rt.-t (a továbbiakban

KMV Rt.-t), ahol világítástechnikai, ill. elektromos erőátviteli berendezéseket gyártottak. Új vállalata számára egy kétemeletes épületet építtetett a Váci út 99–105. alatti telken.

Az MWLGY Rt. 1921-ben 1,8 millió izzót termelt, megszegve ezzel az 1915-ben az EIV Rt.-vel kötött megállapodást. 1922-ben visszaszerzi az EIV Rt.-től a részvényeit. Az ügylet további részletei ismeretlenek. A Váci út 99–105. alatti épületre még egy emeletet húztak és ide költözött az MWLGY Rt. is.

1924-ben az MWLGY Rt. 350 alkalmazottat foglalkoztatott Budapesten és október 1-jén az MWLGY Rt. saját kereskedelmi részvénytársaságot alapított **ORION Villamossági Rt.** néven. Az MWLGY Rt. minden terméke 1925-től ORION márkanév alatt került forgalomba –, ám egy 1926/27-ben megjelent forrás szerint már 1923-tól. Az ORION cég emblémája a hármas fej

RÁDIÓ

készülékek és alkatrészek gyári lerakata

ORION VILLAMOSSÁGI R. T.
Budapest IV. Irányi u. 13. Tel. József 146-48.

Akkumulátorok, anódelepek, villamos zseb- és kéziflámpák.

ORION-reklám a kezdetekből (1925)




ORION gyár (Váci út 99.), 1930-ban



Az A14 típusú Kremenczky-cső 1925-ből

lett, amely jóllehet az évek során kisebb-nagyobb átalakuláson ment át, és különböző feliratokkal – rádió, neon, tévé – is kiegészült, mégis megmaradt a cég emblémája kb. 2000-ig.

Kremenczky Bécsben az elsők között kezdett elektroncsöveket gyártani. A Radiowelt című osztrák folyóiratban 1925-ben A10, A11, A14 és A23 Kremenczky-csővek hirdetését találjuk. Az Österreichischer Radioamateur folyóirat 1925 szeptemberi kiadásában részletesen bemutatta az A11 és az A14 rádiócsövek gyártását a bécsi Kremenczky J. Izzólámpagyárban. Az üvegburákat egy moosbrunni gyár, az izzó-

Foto 12  Dezember 1929

S₄ RÖHREN
SCHNITTEN UND


H₄ NETZANSCHLUSS-
HOHFREQUENZ GERÄTE

A₄ AUDION

W₄ WIDERSTAND

L₄ LAUSPRECHER

GL₄ GLEICHRICHTER



KREMENCZKY

Kremenczky anódpótló- és cső-reklám

szálakhoz szükséges volfrámot pedig egy lambachi kohászat szállította. Az MWLGY Rt. 1925 decemberében egy új osztályt hozott létre rádiócsövek gyártására, ahol 1 mérnök, 6 technikus és 42 munkás dolgozott. A csöveit 1926-tól 1929 végéig többnyire ORION-ECHO, ill. ECHO néven forgalmazta. 1929 márciusától egyre gyakrabban találkozunk az ORION névvel.

Az ORION Villamossági Rt. székhelye, saját kiskereskedelmi egysége, amely Budapest IV. ker., Irányi u. 13. alatt volt található, 1925. augusztus 15-én egy újsághirdetésben akkumulátorokat, anódtelepeket, továbbá elektromos kézi- és zseblámpákat kínált. A hirdetésben látható rádiókészülék nem ORION gyártmány! A képen egy berlini cég (AFRA Aktiengesellschaft für Radio-Apparatebau) R.E.2 típusú vevőkészüléke látható egy N.V.2 típusú erősítővel. Feltehetőleg az ilyen és ehhez hasonló hirdetések vezettek ahhoz a sokak által terjesztett, de ennek ellenére téves következtetéshez, miszerint az ORION 1925-től rádiókészülékeket gyártott. Az első Magyarországon gyártott ORION készülék a 7023-as típusú rádió volt, melyet a Rádióélet 1930. szeptember 12-i számában említenek meg először.

Az infláció megnehezítette az MWLGY Rt. és a KMV Rt. fejlődését, ezért a KMV Rt. 1926. november 13-án teljes tőkéjével beolvadt az MWLGY Rt.-be.

A bécsi J. Kremenczky Izzólámpagyár 1926-ban elektromos főző- és fűtőberendezések, ventilátorok, transzformátorok, vasúti biztosító-berendezések, zseblámpaalkatrészek, zseblámpaelemek, hőpalackok, METALLUM-anódtelepek, fűtőtelepek, egyenirányítók, villanygökök és audioncsövek gyártásával foglalkozott. A csövek közül az A10, A11, A14 és A15 típusú Dull-Emitter-csőveket, valamint az A7 és A8 típusú tóriumcsöveket gyártották.

Az MWLGY Rt. 1926/27-ben lámpákat, villanszerelési alkatrészeket termelt és ezeket ORION név alatt hozta forgalomba. Az üzem 450 főt foglalkoztatott. A hangszórók gyártása 1927 februárjában kezdődött.

Kremenczky ausztriai gyára 1927 májusában egy hirdetésében említést tett az ORION-Superior típusú skála-beállítóról. Egy bécsi – villanszerelési cikkekkel foglalkozó – kereskedőház (Beleuchtungshaus Walter) hirdetésében, amely az Österreichischer Radioamateur 1927 novemberi számá-



ORION-Superior típusú skála-beállító

ban jelent meg, az A11, A14, A15, A41, A43, A49, L24, L44 és az LL25 típusú Kremenczky-csőveket kínálta.

Az MWLGY Rt. 1927 decemberében a húszszedik ORION-hangszóró gyártását ünnepelte; a hangszóró-termelés háromnegyede exportra készült. Az üzem ekkor már 500 főt foglalkoztatott és naponta 20 000 izzót termelt. 1929 elején az Rt. a következő termékeket gyártotta: különféle izzók, kül- és beltéri villanszerelési alkatrészek, villanyvasalók, villanyfőzők, kismotorok, ventilátorok, csengőtranszformátorok, zseblámpák és zseblámpaelemek, ORION-ECHO-audioncsövek, tölcser nélküli hangszórók, anódtelepek és anódbiztosítékok.

Az Österreichischer Radioamateur folyóirat 1929 márciusi számában részletes leírást közölt az új A4, H4, L4, W4 és LL4 típusú Kremenczky-csővekről. 1929. április 30-án Kremenczky Bécsben 232 tisztviselőt és



Az első ORION rádió: ORION 7023, 1930-ból



ORION hópalack (1940)



ORION Néprádió (1940)

rült exportra: Svédországba 2527 db, Svájcba 1201, Romániába 1167, Belgiumba 686, Egyiptomba 655, Jugoszláviába 647, Csehszlovákiába 512, Finnországba 144, Indiába 45, Bulgáriába 41 és 68 db készüléket szállítottak egyéb országokba. A belföldi piacon 6181 rádiót értékesítettek, ami a magyarországi rádióértékesítés 14%-át tette ki.

1932-től a II. világháború végéig az EIV Rt.-nek (TUNGSRAM) telephelye volt Pozsonyban, ahol az MWLGY Rt. által fejlesztett készülékeket szerelték össze. A készülékek TUNGSRAM név alatt kerültek forgalomba, típus-elnevezésekben helyenként megtalálható volt az ORION is. A készülékek megszemlélésén megegyeztek a magyar ORION-készülékekkel, eltérés csupán a kávék külsejében volt.

Az ORION-rádiók egyik legfőbb exportpiaca ebben az időben Svájc volt. A Thali svájci kapcsolási rajz gyűjteményben mintegy 60 különböző ORION-készülék kapcsolási rajzát találhatjuk meg. A svájci főképviseletet J. Kastl úr látta el Dietikonban (Zürich). 1933 elején egy kartellegyezmény keretében az MWLGY Rt. (ORION), STANDARD, TELEFONGYÁR, EKA, SIEMENS, TELEFUNKEN és PHILIPS megállapodást kötött a rádiókészülékek típusát, árát és az árkedvezményeket illetően.

Az MWLGY Rt. kereskedelmi statisztikája szerint 1933. július 1. és 1934. június 30. között 20 963 rádiókészüléket értékesítettek. Ez az előző évi eladásokhoz képest 49%-os növekedést jelentett. A termelés 55%-át exportálták: Csehszlovákiába 4271 db, Svédországba 2473, Jugoszláviába 1620,

Romániába 1180, Svájcba 716, Belgiumba 620, Egyiptomba 384, Finnországba 62, Indiába 42, Bulgáriába 31 és 43 db készülék egyéb országokba. Belföldön 9521 rádiót adtak el, ami a magyar piaci részesedés 23%-ra való növekedését jelentette.

1935 szeptemberében az MWLGY Rt. elkezdte a neonreklámok gyártását is. 1936-tól egy kartellegyezség alapján az MWLGY Rt. (ORION), a STANDARD, a PHILIPS és a TELEFUNKEN évről évre egyeztette a következő évben gyártandó rádiótípusokat. Az Rt.-ben a rádiógyártás két üzemben folyt. A STANDARD kiköltözött a Váci út 77. alatti EIV Rt. (TUNGSRAM) épületből és így helyet adott az ORION-nak. Ide költözött az ORION rádiós részlege, melyet „A” gyárnak neveztek, míg a Váci út 99-ben maradó „B” gyár továbbra is ampullákat, gyógyszeres fiolákat és hópalackokat állított elő.

1936 őszén az MWLGY Rt. piacra dobta az ORION 55 típust, amely az első magyar rádió volt 6E5 típusú varázs szemmel – ez egy nagyszuper volt 7 csővel és push-pull végfokozattal.

Az EIV Rt. 1937-ben televízió-labort létesített. 1937. június 21-én próbasugárzás keretében „Mickey Mouse”-t és a TUNGSRAM „T” betűjét közvetítették. A televíziókhöz szükséges csöveket a TUNGSRAM, a készülékeket az MWLGY Rt. (ORION) szállította volna, ám a háború kitörése következtében a sorozatgyártás nem indult be.

1932-től az ORION exportált Jugoszláviába, de miután a jugoszláv behozatali vámokat nagymértékben megemelték, az MWLGY Rt. vezetősége

1937-ben úgy döntött, hogy leányvállalatot alapít Belgrádban. Ebben az üzemben Magyarországról szállított alkatrészekből szereltek össze rádiókat. A gyártás több éven keresztül zavartalan volt. Norvégiában egy kereskedelmi cég, mely valószínűleg a Sverre Yuongs S/A külkereskedelmi cég volt, 7000 db ORION rádiót adott el. A magyarországi rádiópiac 1938-ban a következőképpen oszlott meg:

ORION:	34%,
PHILIPS:	32%,
STANDARD/EKA:	17%,
SIEMENS:	11%,
TELEFUNKEN:	6%.

1938 és 1944 között az MWLGY Rt. legfontosabb külkereskedelmi partnere Svédország volt, ahol a Svenska ORION A.B. nevű cég forgalmazta az ORION-készülékeket. Jóllehet, Hollandiában igen erős hazai konkurencia volt jelen, ennek ellenére 1939-ben az MWLGY Rt. elkezdte exportját. Korábban csak alkatrészeket szállítottak ide.

Az MWLGY Rt. (ORION), a STANDARD, a PHILIPS és a TELEFUNKEN 1939 elején a német DKE 38 (német kis néprádió) alapján elkezdte a „Néprádió” gyártását. Ennek előállítási költsége 57,30 pengő volt, amit a kormány, a posta és az áramszolgáltatók támogatása nyomán csak 48 P-ért forgalmaztak. Az 1940/41-es üzleti évben az Rt. (ORION) összesen 52 386 készüléket állított elő. 29 különböző típusú rádiót gyártottak, közülük hatot egyedi gyártásban. Ezek valószínűleg az 1941/42-es üzleti év mintadarabjai voltak. Az előző évek típusai közül hatnak a gyártását újra beindították.

1941-ben az Rt. (ORION) megvásárolta a REMIX rádióalkatrészeket gyártó céget. A REMIX márkanévet továbbra is használták.

Az MWLGY Rt. (ORION) az 1942/43-as üzleti évben a következő cikkek gyártotta: rádiók, rádióalkatrészek, hangerősítők, hőpalackok, fényreklámok, izzólámpák, kerékpárdinamók, gramofonmotorok, vasalók, kávéfőzők, gyorsfőzők, melegítő takarók és gyógyszerészeti üvegáruk.

1942-ben az Rt. (ORION) megvásárolta a Budafoki Zománcedény-Fémáru- és Elektromosgyár Rt.-t. Egy 1943-as ORION árkatálogosban 18 különféle rádiót kínáltak a törpeszupertől a 299 típusú zeneszekrényig. Az árlista a rádiókon kívül valamennyi, ORION által előállított egyéb cikkek is tartalmazta, többek között a Napfény nevű lámpát, amely lakások, irodák és üzemek megvilágítására szolgált.

A Németországból Magyarországra irányuló rádióexport olyan nagymértékű, hogy a GYOSZ-rádiókartellben egyesülő EIV Rt./ORION, PHILIPS, STANDARD, TELEFUNKEN és SIEMENS cégek elhatározták, hogy megakadályozzák az olyan készülékek behozatalát, amelyeket Magyarországon is azonos kivitelben gyártanak. Létrehoztak egy irodát, ahol minden importált készülék leírása megtalálható volt.

1944-ben az ORION 23 különböző típusú rádiót kínált a törpeszupertől a 477G típusú zeneszekrényig. Az előző évi gyártásból 8 típust változatlanul tovább gyártottak, az izzólámpák gyártását viszont beszüntették. Az 1943/44-es üzleti évben 1944 júniusáig az MWLGY Rt. 12 281 készüléket állított elő. Az Rt.-nél egy hónappal a háború magyarországi befejezését követően

már elkezdődött a rádiók összeszerelése, annak ellenére, hogy az alkatrészellátással komoly problémák voltak. Különösen a TUNGSRAM-csővek szállítása akadozott. 1946 első felében összesen 6579 rádió készült.

Az 1947. február 8-án megtartott közgyűlés határozatot hozott az MWLGY Rt. nevének ORION Rádió-, Villamossági- és Üvegipari Rt.-re való változtatásáról. A rádiógyártás ekkorra már 27 624 db-ra emelkedett. 1947 októberében a gyár ismét elérte a háború előtti termelési kapacitását.

1948. március 28-án államosították az Rt.-t és nevét ORION Rádió-, Villamossági- és Üvegipari Nemzeti Vállalatra módosították. Az államosítás idején a vállalat 1553 főt foglalkoztatott, más forrás szerint mindössze 1358 főt (köztük 1132 munkást). 1949. július 12-én nemzeti vállalattá alakították át. A termelési programban rádiók, rádióalkatrészek, elektromos mérőműszerek, gyógyszerészeti üvegáruk, hőpalackok, ventilátorok, gramofonmotorok és kerékpárdinamók szerepeltek. 1948 elejétől az ORION és a PHILIPS tárgyalásokat folytatott a Magyar Postával a „Népszuper” rádiókészülékről, közismert nevén a „Néprádióról”. 1948. május 8-án az ORION megbízást kapott 12 000 készülékre. A PHILIPS is gyártotta ezt a típust.

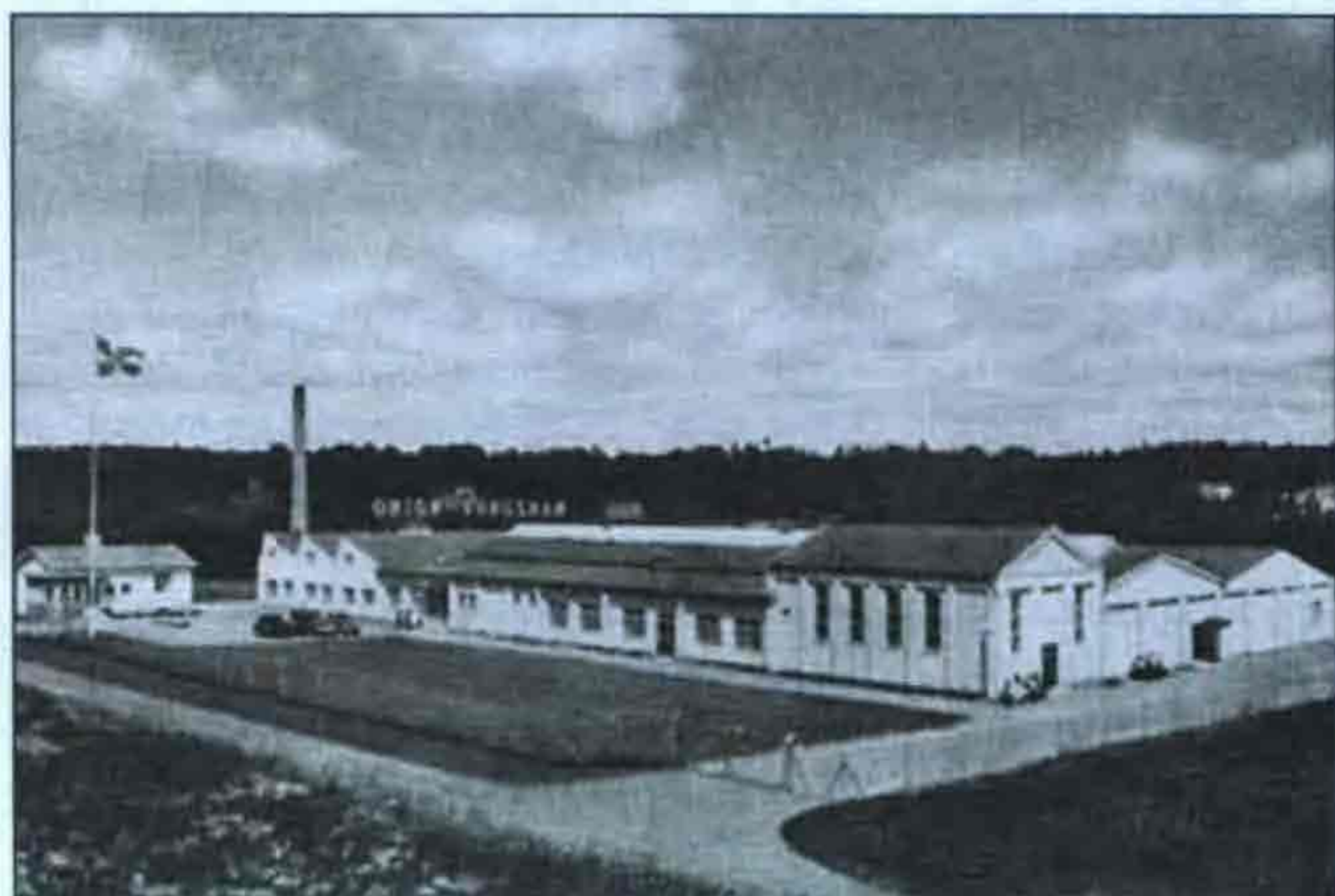
Közvetlenül a háború után elkezdtek többféle mérőműszer gyártását, amerikai minták alapján, szovjet csövekkel. Időközben a termelés olyan ütemben növekedett, hogy az ORION 1950. július 1-jén a mérőműszerek gyártására külön vállalatot hozott létre, melynek neve Elektronikus Mérőkészülékek Gyára Nemzeti Vállalat lett (továbbiakban: EMG). Az EMG készü-

lékeit ORION-EMG név alatt hozta forgalomba és a készülékeken továbbra is megtalálható volt a tipikus háromfejes ORION embléma.

1949-ben a magyar külkereskedelmet állami monopóliummá nyilvánították. A külkereskedelmi vállalat az ORION jó hírnevét kihasználva más magyar gyárak termékeit is ORION márkanév alatt exportálta. Az ORION márkanév használata teljesen természetes volt a TUNGSRAM és az EMG gyártmányai esetében.

Még a következők használták az ORION márkanévet az '50-es és a '60-as évek során:

- Budapesti Elektroakusztikai Gyár (EAG/BEAG),
- VIDEOTON a lengyelországi rádióexport esetében (pl. Balaton-típus),
- Beloiannisz Híradástechnikai Gyár (BHG) 1955–57 között 4 vagy 5 ORION-fejlesztésű rádiókészüléket gyártott kis változtatással, amelyeket ORION név alatt exportált,
- Finommechanikai Vállalat (FMV) az Erkel típusú magnót gyártotta és exportálta ORION név alatt, valamint mechanikai alkatrészeket mikrohullámú technikához,
- a Telefongyár a termékeit belöldön saját márkanéve, „TERTA” alatt értékesítette, míg exportra az ORION márkanévet használta. Az ORION-nevet beépítették a készülékek elnevezésébe is, pl. az 1960–63 között gyártott ORIONETTE, ill. az ORIONTON táskarádiók, valamint a MINORION zsebrádió esetében. A készülékekről nem



ORION gyár a svédországi Södertälje-ben, kb. 1950-ben



ORION gyár a Jászberényi úton (1960)



Az első ORION tévékészülék, az ORION AT501 (1956-ból)

hiányozhatott a háromfejes ORION-embléma sem.

1951-ben az ORION átköltözött a Bp. X. ker., Jászberényi út 29-be (Kőbányára). Ebben az évben 116 000 készüléket és 40 000 rádió-alkatrészgarnitúrát gyártottak. 1952-ben az ORION 1564 főt foglalkoztatott, más forrás szerint 1909-et. A gyár fennállása során 1954-ben hagyta el a legtöbb rádiókészülék, mintegy 257 000 db, a gyártósort.

1955-ben befejeződött az első fekete-fehér televízió fejlesztése. Az év végén az új kőbányai gyáregységben megkezdtek az AT501 típusú tévé szeriagyártását, amely egy kétsatornás, húsz-csőves, 43 cm-es képátlójú, 70°-os eltérítésű képcsővel ellátott készülék volt. Az alkatrészek többségét importálni kellett, mert a magyar ipar még nem volt felkészülve ezen alkatrészek gyártására.

1957-ben elkezdődött az ORION tévék exportja. Az első készülékeket Lengyelországba szállították. A gyártást anyaghiba és ennek következtében minőségi problémák nehezítették. 1958-ban piacra került egy 12 csatornás televíziókészülék. Az AR306 típusú, közepes nagyságú, AM/FM nyomógombos rádiókészülék az 1958-as Brüsszeli Világkiállításon aranyérmet nyert. 1958-ban az ORION 37 országba exportált, többek között Belgiumba, Svédországba, Jugoszláviába, Iránba, Egyiptomba, Törökországba, Peruba és Ecuadorba.

1959-ben elkészült az első nagyképernyős, 53 cm-es, AT505 Duna típusú készülék. 1960-ban rádiókat és mintegy 60 000 fekete-fehér televíziót gyártottak, kb. 4100 fős dolgozói létszámmal.

Az NDK és a Magyar Népköztársaság 1960-ban szállítási szerződést kötött, melynek értelmében még ugyanazon évben 35 000 tévékészülék, 1964-ig pedig összesen 165 000 lett leszállítva. A szervizelést megoldandó, megállapodás született a német Heim-Electric Export- und Import-Gesellschaft GmbH és az ORION között egy szervizszolgálat létrehozásáról.

1962-től Magyarországon is vehető volt az UHF-csatorna az ORION AT 650 Alfa típusú készülékkel.

1963-ban a híradástechnikai termékek előállítását átszervezték Magyarországon, ennek következtében megszűnt a rádiógyártás az ORION-nál, helyébe a mikrohullámú berendezések gyártása lépett. A mikrohullámú technikával 1963-ig a BHG foglalkozott, ahol már 1953 óta kísérleteztek mikrohullámú berendezések fejlesztésével. (1956 végéig kísérleti gyártás folyt, az így elkészült berendezések iránt a Posta, a vasutak, valamint az energiaszolgáltatók érdeklődtek.) Annak érdekében, hogy az ORION-nál a mikrohullámú berendezések gyártását meghonosítsák, átköltöztették a BHG ezen gyáregységét és átképezték mintegy 80 ORION-os dolgozót. Jóllehet, a termék-átcsoportosítással szemben mindkét gyárban komoly kételyek merültek fel – a BHG nem szívesen mondott le fejlesztési munkájának gyümölcsseiről, az ORION-nál pedig nemcsak a műszaki adottságok hiányoztak, hanem a finommechanikai szerelésben jártas szakemberek is –, a termelés 1 éven belül teljes terjedelmében átkerült az ORION-hoz.

A tervek szerint 1965 decemberében be akarták szüntetni a tévékészülékek gyártását. 1964-ben elkezdődött a tranzistoros tévék gyártása, piacra került az első, túlnyomó részben tranzistorokkal működő, hordozható, AT 848 típusú Super Nova készülék.

A dunántúli Tamásiban 1967-ben új gyáregységet avattak, ahol kezdetben fém- és műanyag alkatrészeket, majd transzformátorokat és tekercseket is gyártottak. (A foglalkoztatottak száma ott a kezdeti 200-ról 1973-ra 400-ra emelkedett.) 1968-ban megkezdődött az első színes tévékészülék, a COLORION sorozatgyártása, ugyanakkor elkészült az egymilliomodik ORION televízió.

1968 végétől a vállalat részt vett a KGST-országok egységes számítógépprogramjában. E program keretében kezdték meg az ún. perifériális beren-



Az egyik legutolsó ORION rádió, az AR612 „Pacsirta” (1959)

dezések fejlesztését számítógéppontokhoz. Az első egység egy katód-sugárcsőves megjelenítő volt a hozzá kapcsolódó billentyűzettel. A másik gyártmánycsaládot e területen az adatátviteli berendezések, a modemek alkották, amelyek digitális adatok telefonvonalas átvitelére szolgáltak. Ezek az új gyártmányok ismét nagy kihívást jelentettek az ORION számára, mert a fejlesztés indulásakor még hiányoztak a számítástechnika területén jártas szakemberek. 1973-ig csak fejlesztőmunka folyt.

1968-ra a foglalkoztatottak száma 4300-ra nőtt. 1969. március 21-én kezdődött Magyarországon a televízióadás a 24-es UHF-csatornán. A vállalat fejlesztőinek sikerült egy egyszerű, mindenki által könnyen kezelhető, viszonylag olcsó konvertert kifejleszteni, amelynek segítségével az eddig csak VHF-csatornák vételére alkalmas készülékekkel is lehetett az új adást venni.

A '70-es években a vállalat vásárolt egy színes-televíziók előállítására alkalmas gyártósort a SEL cégtől. A tőkés országokba exportált készülékek műszaki színvonala kezdetben eltért a hazai, ill. a szocialista piacra gyártottakétól, de 1971/72-re ez a színvonalbeli különbség megszűnt.

1971-ben piacra került az első automatikus állomás-választással ellátott ORION tévékészülék. Az 1972-es termelés 67,5%-át a televíziók, 27%-át pedig a mikrohullámú berendezések képezték. 1972-ben megkezdődött az integrált áramkörök felhasználása a tévékben.

A mikrohullámú technika területén 1972-ben megjelentek a 8 GHz-es berendezések. Ezen termékek szocialista országokba irányuló exportjának mintegy 90%-a a Szovjetunióba került, de Lengyelország és Bulgária is importált az ORION-tól. A tőkés országok közül Indiát, Irakot, ill. Iránt kell megemlíteni.

A tévékészülékek aránya a termelésben 1973-ban elérte a 75%-ot, míg a mikrohullámú technika 20%-ot képviselt. A tévék gyártásának kezdete óta mintegy 1,6 millió készüléket gyártottak, ennek 55%-át a hazai piacon, 45%-át pedig külföldön adták el.

A 9 alapkoncepcióból, ami 36 típust jelentett, 4-ből egyenként több, mint 300 000 db került forgalomba.

Az 1975. évi őszi BNV-en mutatták be először az Orister SE 1015-ös típusú, 2x20 W-os sztereó erősítőt. Ebből 1981-ig mintegy 30 000 db került nem kevesebért, mint 3770 Ft-ért a boltokba. 1979-ben szintén az őszi BNV-n állították ki az első magyar fejlesztésű hifi-tornyot, amely egy tunerből, egy kazettás magnetofonból és egy 60 W-os erősítőből állt és forgalmazása 1981-ben kezdődött.

A '80-as években a Panasonic céggel kötött megállapodás keretében videomagnók összeszerelésével foglalkozott az Orion. 1988-ban mintegy 4000 fő dolgozott a gyárban. A termékek közül a fekete-fehér és színes-tévé-készülékek, hifi-tornyok, videomagnók, mikrohullámú állomások és a perifériális számítástechnikai berendezések a legfontosabbak. 1990. I. félévében 17 000 fekete-fehér és 52 000 db színes-televízió került ki a vállalattól.

Időközben feloldották a színes-tévé készülékek importkorlátozását. 1992 elején az ORION tévék a magas eladási árak következtében már nem voltak versenyképesek, ezzel párhuzamosan összeomlott a kelet-európai piac, valamint visszaestek a nem polgári megrendelések. A vállalat mintegy 3 Mrd Ft adósságot halmozott fel, ezzel szemben kb. 1,5 Mrd Ft-os raktárkészlet állott. Csak a Szovjetunió fizetésektől való válása következtében kb. 600 M Ft értékű áru maradt raktáron! A Nyugdíjpénztár, az adóhatóság és az Elektromodul kérésére 1992. január 11-én megindították a csődeljárást az ORION Rádió és Villamossági Vállalattal szemben. A kinevezett csődbiztos az első intézkedések között elrendelte a



ORION hifi-sztereó erősítő, az SE1015 (1975-ből)

RT ÉK '09

foglalkoztatottak számának 4000-ról 1000-re való csökkentését.

1993 szeptemberében az ORION-t értékesítették. A vállalat 92%-a a Yuganskneftegaz Kft., 4-4%-a a Ventel Kft. és az ORION vezetősége tulajdonába került, nevét Yuganskorionneftegaz Elektronikai Kft.-re változtatták.

A Yuganskneftegaz vállalta új termékek fejlesztését és gyártását, ill. az ehhez szükséges beruházásokat mintegy 8 millió USD értékben, garantálta továbbá 800 munkahely fenntartását.

1997. április 22-én a Thakral csoporthoz tartozó szingapúri TPL Investment Pte Ltd. megvásárolta a Yuganskorionneftegaz Elektronikai Kft. többségét, megemelték az alaptőkét 979 M Ft-ra. A tulajdon így oszlott meg: 77% TPL, 21% Yuganskneftegaz Kft., 1-1% Ventel Kft. és Rádió és Elektronikai Kft. (ORION-alkalmazottak és -vezetőség). A Thakral további 5 M USD beruházást helyezett kilátásba, ugyanakkor a saját termékeit is ORION márkanév alatt kívánta forgalomba hozni.

Az ORION háztartási gépek, pl. mikrohullámú sütők, kávédarálók, elektromos kések, mixerek, hajszárítók gyártásával foglalkozott. A német RFE (Radio Fernsehen Elektronik / Rádió Televízió Elektronika) szakfolyóirat 1997 decemberi számában megjelent hirdetésben a következő szolgáltatásokat kínálta:

- nyomtatott áramkörök szerelése,
- bér munka (a megbízó által vagy ORION által beszerzett alkatrészek összeszerelése),
- tervezési és fejlesztési munkák.

Napjainkban a supermarketekben tévéket, DVD-lejátszókat, házimozsi berendezéseket, MP3-lejátszókat, klímaberendezéseket és háztartási készülékeket találhatunk.

Források:

Johann Kremenezky – Seine technische Laufbahn, die Geschichte seiner Firma. Jubileumi kiadvány, 1930.



ORION kiállítási stand, '70-es évek

Az ORION Rádió és Villamossági Vállalat története 1913–1963.

Az ORION Rádió és Villamossági Vállalat története 1913-1973.

Az ORION 75 éves

A TUNGSRAM Rt. története 1896–1945. Tungstram, 1987.

Magyar Országos Levéltár: Z 601/109. csomag, Z 622/84. csomag, Z 623/1. csomag

A Budapesti Elektromos Művek vezérigazgatósági épületének története. (Kézirat) (Elektrotechnikai Múzeum Budapest)

Sugár Gusztáv: Megszólal a Rádió, 1993.

Villamfelszerelők, műszerészek és látszerészek lapja, Elektrotechnika, Rádió Amatőr, Rádió Technika, Rádió és Filmtechnika; folyóiratok

Rádiótechnika Évkönyve 1992.

Rádióélet, Magyar Rádió, műsorkiadványok.

HiFi Magazin; folyóirat

Magyar Cserkész; folyóirat

Österreichischer Radio-Amateur, Funkmagazin, Radiowelt, Radio Wien, Radiotechnik; oszták szakfolyóiratok

Der Radio-Empfangsapparat, Richtera/Pfeuffer, 1924 und 1926.

Radio und Fernsehen, NDK-folyóirat

RFE – Radio Fernsehen Elektronik, Funktechnik; német szakfolyóiratok

Kádár Géza: Rádió és televízió vevőkészülékek / Rádióvevőkészülékek kapcsolása Rádióévkönyv 1949.

TUNGSRAM Radio Service, a zürichi Tungstram Elektrizitäts AG kiadványa

Tanulmányok a magyar rádió történetéből 1925–1945, Tömegkommunikációs kutatóközpont

HVG – Heti Világ Gazdaság

Günter F. Abele: Historische Radios, 1999.

Nostalgie Rádió Hírújság, a Magyarországi Rádiógyűjtők Klubjának lapja

Beszélő dobozok. (A 2002-es jászberényi kiállítás katalógusa)

ORION gyártmányleírások, javítási útmutatók, prospektusok (Gunter Crämer magángyűjteménye)

Feljegyzések a Rózsa Sándor által Hrabál Lászlóval, az ELEKTROIMPEX munkatársával 1997-ben készített interjúról



Időjárás-figyelő műholdak vétele

Vörös Tamás tanár, adlerson@freemail.hu



Másfél évvel ezelőtt, 2007-ben olvastam először a Meteosat-8 időjárási műholdról. Már akkor elhatároztam, hogy egyszer én is megpróbálom az adatok letöltését. Bár nem vagyok meteorológus, de érdeklődéssel figyelek minden olyan lehetőséget, amely segítségével felülről nyerhetünk bepillantást Földünk mindennapjaiba. Sokáig kutattam az adatletöltés mikéntjét, az eredményt pedig most megosztom a kedves Olvasóval. Igyekszem pontosan leírni az első képekig vezető utat. Ha valaki úgy döntene, hogy kipróbálja, ezen leírás alapján elindulhat a csodás látvány letöltése felé.

Bevezetés

Az időjárás megfigyelése, és ezek alapján előrejelzések, jóslások készítése, már ősidők óta foglalkoztatja az emberek fantáziáját. Erre már az ősközösség és az ókori társadalmak egy jelentős részében is találhatunk példákat. A természeti katasztrófákat, viharokat, villámlásokat az isteneik haragjának tulajdonították, és mindent megtettek a kiengesztelésükre a legkülönbözőbb áldozatok bemutatásával. Az ókori, földműveléssel foglalkozó társadalmak esetében pedig egyenesen létfontosságúnak bizonyult az évszakok változásának nyomon követése, mivel a mezőgazdasági munkákat mindig a megfelelő időben kell elvégezni ahhoz, hogy a termés jó legyen. Ez lehetett az egyik oka a naptárok születésének. A különféle kultúrákban persze próbálkoztak az időjárás befolyásolásával – tegyük hozzá, hogy nem sok sikerrel. A megfigyelések pontatlanságának és a beavatkozások sikertelenségének elsődleges oka a mérőműszerek hiánya volt. Műszerek nélkül csak egy furcsa, folyamatosan változó, misztikus valami maradt az időjárás.

Az első áttörést a hőmérő és a nyomásmérő megalkotása hozta, ezzel már viszonylag objektíven lehetett regisztrálni a folyamatok egy részét, és az ada-

tok segítségével következtetni. A viszonylag objektív kifejezés, mint tudjuk, azért szükséges ide, mert az első hőmérők a hőtágulás elve alapján készültek, és skálázásukat valamely anyag (pl. a víz) fázisváltásaihoz kötötték. A fázisátalakulások pedig nyomásfüggőek, ezt már a középiskolában is tanulják a diákok. Egyszerűbb nyelvre fordítva: A tibeti lámapásztor nem tud jó babfőzeléket főzni, mert olyan magasan a víz már kb. 80 °C-on elforr és nem fő meg a bab. A közismert kuktafazékban a nagy nyomás pedig 115–120 °C-os forráspontot eredményez, így ott az étel jól megpuhul. A légnyomásmérő (barométer) segítségével már viszonylag pontos rövidtávú előrejelzést lehetett készíteni. A barométer esése – azaz a légnyomás csökkenése – esetén szép idő várható, emelkedéskor pedig eső valószínűsíthető.

A megfigyelők csakhamar rájöttek, hogy az időjárás változásait elsősorban légköri folyamatok eredményezik. A földfelszín közvetlen közelében csak a változások eredményei tapasztalhatók. Kézenfekvőnek tűnt a megoldás, hogy inkább magasról érdemesebb végezni a megfigyeléseket. Erre a léggömbök adtak először lehetőséget, majd repülőgépekről is végeztek megfigyeléseket, méréseket. Innentől felgyorsultak a dolgok, mivel a különféle típusú és fajtájú felhők és azok mozgása már jóval azok megérkezése előtt előre jelezhető volt. Ezzel gyakorlatilag meg is érkezünk a XXI. századba, ahol hatalmas apparátust vetnek be a minél pontosabb előrejelzésekért. A két kulcsfontosságú készülékcsalád – a műholdak és a számítógépek – összekapcsolásával megvalósult a régóta áhított pontos, fényképes megfigyelés, és a képek animációvá formálása alapján a megbízható előrejelzés.

A földi megfigyelőállomások adatainak fontossága persze nem hanyagolható el, de szerepüket a helyükre kell tenni. A műholdak segítségével a különféle hullámhossz tartományok-

ban készült felvételek nagyobb léptékű, globálisabb kép kialakítására adnak lehetőséget bolygónk felszínéről és légkörének viselkedéséről. A földi megfigyelések pedig lokálisan, az adott kisebb térségről nyújtanak pontosabb képet. Mindkettő egyformán fontos, így együtt, egymást kiegészítve adhatnak lehetőséget korunk egyik oly sokat hangoztatott fenyegető rémképének, a globális felmelegedés pontos nyomon követéséhez.

Elméleti háttér

A következőkben megismerkedünk a meteorológiai műholdak néhány képviselőjével, főbb műszereikkel és az adatletöltés módjaival.

Kvázipoláris műholdak

A meteorológiai célokra tervezett műholdak közül az elsőt 1960 áprilisában állította Föld körüli pályára a NOAA. (Ez egy betűszó, a National Oceanic and Atmospheric Administration rövidítése.) Ennek a műholdnak a neve TIROS volt. A TIROS is betűszó (Television InfraRed Observation Satellite). Pályája kvázipoláris, ami azt jelenti, hogy a műhold útja során „majdnem” áthalad a sarkok felett. A poláris pálya esetén ugyanis a műhold pályasíkján szerepel az északi és a déli földrajzi sarkpont. A műhold pályasíkjára a Föld forgása következtében „lent-ről” nézve látszólag elfordul. Eközben a Föld kering is a Nap körül, így csillagidőben mérve a műhold egy, az egyenlítőn levő kijelölt ponthoz képest minden nap kb. 4 perccel korábban érkezne meg. Azért, hogy ez ne következzen be, azaz a műhold helyi idő szerint mindig ugyanakkor haladjon át a kijelölt pont felett, a pálya látszólagos elfordulását 4 perccel késleltetni kell. Ez átszámítva 1° inklinációs eltérést jelent naponta a Föld forgásával ellentétesen. A gyakorlatban az eltolást ezen műholdak esetében a pályasík É–D

1. táblázat. A NOAA műholdak néhány adata

A műhold neve	A felbocsátás időpontja	Jelenlegi állapota
NOAA-A (6)	1979. 06. 27.	Üzemen kívül 1987. 03. 31. óta
NOAA-B	1980. 05. 29.	Üzemen kívül a fellövés óta
NOAA-C (7)	1981. 06. 23.	Üzemen kívül 1986. 06. 07. óta
NOAA-E (8)	1983. 03. 28.	Üzemen kívül 1985. 12. 29. óta
NOAA-F (9)	1984. 12. 12.	Üzemen kívül 1998. 02. 13. óta
NOAA-G (10)	1986. 09. 17.	Üzemen kívül 2001. 08. 30. óta
NOAA-H (11)	1988. 09. 24.	Egyes berendezéseit használják
NOAA-D (12)	1991. 05. 14.	Használatban
NOAA-I (13)	1993. 08. 09.	Üzemen kívül 1993. 08. 23. óta
NOAA-J (14)	1994. 12. 30.	Használatban
NOAA-K (15)	1998. 05. 13.	Használatban
NOAA-L (16)	2000. 09. 21.	Használatban
NOAA-M (17)	2002. 06. 24.	Használatban
NOAA-N (18)	2005 május	Használatban

irányhoz képest kb 9–10°-kal történő elfordításával érik el. Ez esetben a műhold már nem fog áthaladni a sarkpontokon, csak a közelükben, ezért a „kvázipoláris” elnevezés.

A következő a TIROS-N volt, amelyet 1978-ban környezeti kutatási céllal bocsátottak fel. Ez a műhold kísérleti fázisa, mondhatni prototípusa volt annak a szatellitcsaládnak, amely az elmúlt négy évtizedben alapvetően meghatározta bolygónk úrból történő, különféle hullámhosszakon folytatott leképezését. Ezen család tagjait a NOAA és a NASA együttműködve bocsátotta fel és teszi ezt ma is. A NOAA műholdak néhány adata az **1. táblázatban** található.

Az első oszlopban a műhold neve mellett szereplő számot akkor kapja meg az eszköz, amikor sikeresen pályára állt és megkezdte működését. Mivel a NOAA-B pályára állítása sikertelen volt, így nem kaphatta meg a NOAA-7-es nevet. A következő, a NOAA-C viszont sikeresen megkezdte működését, így a C átváltozott 7-esre. Ha figyelmesebben szemügyre vesszük az adatokat, akkor kitűnik, hogy a NOAA 13-as csupán 14 napig üzemelt, ezután az energiaellátó rendszer meghibásodása miatt megszűnt a kapcsolat vele.

A NOAA-8 volt az első tagja a továbbfejlesztett TIROS-N sorozatnak. Ettől kezdve a műholdakon több műszer

kapott helyet, amelyek típusai változatlanok maradtak egészen a NOAA-14-ig. A 15-östől újabb fejlesztések kerültek előtérbe, így készült a NOAA-KLM sorozat a majdani 15-16-17-es számozást követve, majd pályára állították a NOAA-18-at is.

A NOAA kvázipoláris műholdak eredetileg tervezett működési élettartama hozzávetőlegesen két év volt, ezért a felbocsátások kb. ilyen időközönként követik egymást. Ez a két év egy elviselhető kompromisszum az esetleges meghibásodás és a műholdként fellépő több száz millió dolláros költségek között. A keringő műholdak átlagos élettartama az előírányzott két évet jóval túllépte, mivel az alkalmazott műszerek rendkívül megbízhatóan működtek. Az eszközöket széleskörű laboratóriumi tesztelésnek vetik alá, így még a felbocsátás előtt kijavítják a felmerülő hibákat. (Megesett viszont az is, hogy a NOAA-N 2003-ban pont egy ilyen tesztelés áldozata lett, súlyosan megsérült, mert eldőlt.)

Az aktív műholdrendszer tagjai közül a két legfiatalabb mindig elsődleges eszköz szerepét tölti be. Ezek egyike ún. délelőtti, másika pedig délutáni szerepet tölt be. A pályákat úgy választották meg, hogy mindkét műhold 24 óra alatt 2–2 képet készítsen a Föld ugyanazon pontjáról megfelelő időeltolással, így összességében átlagban 6 óránként készül felvétel minden pontról. Ennek

$$\gamma \frac{mM}{R^2} = m\omega^2 R$$

$$\sqrt{\gamma \frac{M}{R^3}} = \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\gamma \frac{M}{R^3}}}$$

1. ábra

a 6 órának később igen fontos szerepe lesz.

Nézzük meg a pályákat fizikai-csillagászati szempontból! A pályára állított műholdak átlagos keringési magassága a földfelszín felett 830 és 870 km között változik. A TIROS-N 870 km-en, az utoljára felbocsátott NOAA-18-as pedig 833 km-es magasságban rója köreit. Inklinációjuk, azaz pályájuk és a Föld egyenlítője által bezárt szög 98–99° közötti, persze műholdanként változó. Keringési idejük kiszámításához segítségül kell hívnunk Newton II. törvényét. Közel körmozgást feltételezve – ami esetünkben a földszűrőhöz képest kis keringési magasság miatt gyakorlatilag hibamentes feltételezés – felírható az **1. ábra** szerinti egyenlet. Ezt rendezve kapjuk az alsó összefüggést T -re, a keringési időre. Az m jelöli a műhold tömegét, M a Föld tömegét ($5,9 \cdot 10^{24}$ kg), γ a gravitációs állandó ($6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg²) és R helyére pedig a műhold Föld középpontjától vett távolságát helyettesítsük be, természetesen méterben (6 370 000 m + 870 000 m). Akár egy zsebszámológéppel is könnyen kiszámítható, hogy a 870 km-es keringési magassághoz 6167 s-os keringési idő tartozik, ami 102,8 percet jelent. Ezek a műholdak tehát 24 óra alatt pontosan 14-szer kerülnek meg Földünket, mivel fellövési pályasíkjukat megtartják, egy kör alatt a bolygó kb 25,7°-ot fordul el alattuk. Ebből következően 12 óránként ismételtén a Föld ugyanazon pontja felett haladnak el. Ezért számíthatunk egy műholdtól ugyanonnan két képre egy nap leforgása alatt. A két eszköz keringését pedig egyenletesen elosztva számíthatunk a 4 képre naponta ugyanazon helyről. Persze az igazsághoz tar-

tozik, hogy 12 óra elteltével a Földről nézve ellenkező irányból várható a műhold megjelenése.

Fedélzeti műszerek

Az utolsó négy műholdra már a kiforrott és legkorszerűbb mérőműszereket szerelték fel. Ezek segítségével méréseket lehet végezni a légkörre, a felhőzetre és a Föld felszínére vonatkozóan. A műszerek megnevezéseit és legfőbb paramétereiket a **2. táblázat** tartalmazza. A fedélzeten levő műszerek közül kétségtelenül a leghatékonyabbnak az **AVHRR** (Advanced Very High Resolution Radiometer) mutatkozik, amelynek segítségével a Föld felszíne és felhőzete vizsgálható, meglehetősen jó felbontás mellett. A leképező műszer a Föld felszíne és légköre által visszavert napsugárzás energiáját és az ezek által kisugárzott hőenergiát méri. A készülék az AVHRR/2 ötcsatornás műszer továbbfejlesztése, amelynek középső csatornája kettébontásával napszaktól függően változtatható a mérési hullámhossz. Az első két látható fényt érzékelő csatorna lefedi az 580–1110 nm-es sávot, a kettébontott 3-as csatorna igény szerint vagy 1,6 mm-en, vagy 3,7 mm-en üzemel, amely már a közeli infravörös tartomány egy része. A maradék két csatorna együttesen pedig a távoli infravörös 10,3–12,5 mm-es sávot fedi le. A mérés térbeli felbontása 1,09 km, azaz a műhold alatt elhelyezkedő 1090×1090 m-es négyzet „okoz” egy pixelt a leképezéskor. Természetesen az ideális, műhold alatti helyzettől távolodva a pixel hosszmérete növekszik, így torzulások keletkeznek a távoli pontokra nézve.

2. táblázat. Fedélzeti műszerek

A műszer neve	Leképező csatornák
AVHRR/3	2 látható, 2 közeli és 2 távoli infravörös
HIRS/3	1 látható, 7 közeli és 12 távoli infravörös
AMSU-A	15 mikrohullámú
AMSU-B	5 mikrohullámú
SBUV/2	6 közeli ultraibolya
SEM/2	2 csatorna a 0,05–20 keV és 18 csatorna a 30–7000 keV részecskék regisztrálására
DCS/2	401,65 MHz-es rádiójel
SAR	121,5 MHz-es, 243 és 406,05 MHz-es rádiójel

A másik műszer csoport az **ATOVS** nevet kapta (Advanced TIROS-N Operational Vertical Sounder). Ennek a csoportnak a tagjai a következők: A **HIRS** (High resolution Infrared Radiation Sounder) egység a légkör és a földfelszín hősugárzását detektálja 20 csatorna segítségével kis, kb. 17 km-es felbontással. Az **AMSU-A** és **-B** (Advanced Microwave Sounding Unit) műszerek ugyanezt teszik, csak mikrohullámú tartományban, hozzávetőlegesen 48 km-es felbontással. A **SBUV** (Solar Backscatter UltraViolet radiometer) műszer a visszaszóródott ultraibolya sugárzás alapján az ózonaloszlásról ad információt. A **SEM** (Space Environment Monitor) a műhold magasságában levő elektromosan töltött részecskék fluxusát méri. A **DCS** (Data Collection System) egy adatgyűjtő berendezés, míg a **SAR** (Search And Rescue instrument) egy észlelő és átjuttató berendezés a vészjelzést leadó hajók és repülőgépek felkutatásának segítésére. Ezt a berendezést egyébként már a NOAA-8-tól kezdve beépítették a műholdakba.

Az adatok lejuttatása

A kvázipoláris műholdak által mért adatok kétféleképpen juthatnak el a felhasználókhöz. Az egyik lehetőség, hogy a műholdon levő háttértárolakon az adatok bizonyos része elmentésre kerül addig, amíg a megfelelő földi állomás ezeket le nem tölti. Természetesen ezen adatokhoz nem férhet hozzá akárki, csak az erre jogosult állomások. A háttértárolak nagyjából egy keringési periódus

dusnyi adatot tudnak tárolni, emiatt letöltőállomások több helyen is találhatóak a Földön. A másik lehetőség a közvetlen rádióvétel a műhold pillanatnyi adóköri körzetén belül. Ekkor a mérőműszerek által szolgáltatott értékeket online módon letölthetjük, amíg a vétel minősége megfelelő, azaz a műhold horizonttól horizontig áthalad felettünk. Ez gyakorlatilag egy negyedórás időablakot jelent a 870 km-es magasságú pályával számolva. Ez idő alatt kell vételkésznek lennünk és rögzítenünk az adást. Mivel kis sebességű adattovábbításról van szó, az AVHRR adatai sajnos nem érhetők el, de a HIRS, a SEM és a DCS pillanatnyi adatait megszereshetjük. Ezen adatok továbbítása a hangfrekvenciás sávba esik, így könnyedén rögzíthetjük akár egy hangkártyával felvértezett Pentium II-es PC-vel is. Az AVHRR adatok vételére sajnos egy költséges berendezést, a HRPT vevőt kell beszerezni. Ekkor azonban még az AMSU és a SBUV szenzorok jeleit is letölthetjük.

Most pedig közelítsük meg a dolgot frekvenciavadász szemmel! Az űrkutatás céljára használt frekvenciák közül bárki számára könnyen elérhető a 137 MHz és környéke. Számos műhold lejövő ága esik ebbe a sávba. A vételhez teljesen jól megfelel egy 2 m-es vevő, kicsit lejjebb hangolva. Akinek esetleg éppen nem lenne kéznél egy ilyen vevőkészüléke, de nem szeretne lemaradni a NOAA és más holdak adatainak vételéről, azok kedvéért a későbbiekben ismertetem a teljes vevőrendszer megépítési lehetőségeit. De lássuk előbb a frekvenciafelosztást!



2. ábra

3. táblázat. A 137 MHz-es műholdszáv frekvencia kiosztása

Frekvencia (MHz)	Műhold	Hasznos tömeg/funkció	Jel típus	Megjegyzés
136,235	TIROS-10	Meteorológiai műszerek	AM 1,3 kHz hanggal	Inaktív, rádiójele nem folyamatos
136,260	OV5-3	USAF tesztműhold	AM hang	Magas keringési pálya, hosszú ideig látható
136,410	ISIS-1	Ionoszféra kutatás	CW	–
136,440	ERS-15	Katonai műhold	AM 1,3 kHz hanggal	–
136,500	NIMBUS-4	Meteorológiai műszerek és leképezés	CW, néha modulált	Már nem működik
136,650	OSCAR 0-2	Navigáció	CW és telemetria	–
136,695	SHINSEI	Japán tudományos műhold	CW	Folyamatos adás
136,770	NOAA-9	Meteorológiai leképezés	CW	Telemetria adatok időszakos sugárzása
136,800	SOLRAD-7B	Napsugárzás vizsgálata	AM IRIG telemetria csatornák	Folyamatos adás
137,080	DoD	US katonai műhold	CW	–
137,100	NOAA-18	Meteorológiai leképezés	APT 4 sor/másodperc látható fény és infravörös képek átlapolva	Frekvencia cserélve 2006. január 4-én 137,9125 MHz-ről
137,142	EUTELSAT F-1-4	Tönkrement kommunikációs műhold	CW	–
137,200	ORBCOMM	Rádiótelefon	Digitális telefon forgalom	Frekvenciáinak egyike; sugároz még 400,100 MHz-en is
137,225	ORBCOMM	Rádiótelefon	Digitális telefon forgalom	Frekvenciáinak egyike; sugároz még 400,100 MHz-en is
137,250	ORBCOMM	Rádiótelefon	Digitális telefon forgalom	Frekvenciáinak egyike; sugároz még 400,100 MHz-en is
137,300	Orosz leképező műhold	Meteorológiai leképezés		Frekvencia nem aktív
137,350	COMPASS-2	Orosz tudományos műhold a földrengések előrejelzési lehetőségeinek tanulmányozására	CW/AM	–
137,350	NOAA-15	Meteorológiai leképezés	CW doppler jel és telemetria	Folyamatos adás; sugároz még 137,500 MHz-en is
137,350	NOAA-16	Meteorológiai leképezés	CW doppler jel és telemetria	Folyamatos adás; sugároz még 137,500 MHz-en is
137,380	TIMATION-2	Navigáció	Vegyes modulációs módok, FM/AM	–
137,400	Orosz leképező műhold	Meteorológiai leképezés	APT 2 sor/másodperc	Frekvencia nem aktív
137,410	S69-4	USAF tesztműhold	CW	–
137,440	ORBCOMM	Rádiótelefon	Digitális telefon forgalom	Frekvenciáinak egyike; sugároz még 400,100 MHz-en is
137,460	ORBCOMM	Rádiótelefon	Digitális telefon forgalom	Frekvenciáinak egyike; sugároz még 400,100 MHz-en is
137,500	NOAA-12	Meteorológiai leképezés	APT 4 sor/másodperc látható fény és infravörös képek átlapolva	Alkalmilag lekapcsolták, amikor adása ütközött a NOAA-15-ével. Sugároz még 137,770 MHz-en is
137,500	NOAA-15	Meteorológiai leképezés	APT 4 sor/másodperc látható fény és infravörös képek átlapolva	Alkalmilag lekapcsolták, amikor adása ütközött a NOAA-12-ével. Sugároz még 137,350 MHz-en is
137,500	NOAA-6	Meteorológiai leképezés	CW vivő	Inaktív, de sugároz
137,500	NOAA-9	Meteorológiai leképezés	6 másodperces hang minden 25 másodpercben	Nem működő műhold, de az adó még sokáig sugárzott, miután a hasznos teher lekapcsolt
137,500	TIROS-N	Meteorológiai leképezés	CW vivő	Inaktív, de sugároz
137,625	NOAA-14	Meteorológiai leképezés	APT 4 sor/másodperc látható fény és infravörös képek átlapolva	Alkalmilag lekapcsolták, amikor adása ütközött a NOAA-17-ével. Sugároz még 137,770 MHz-en is
137,625	NOAA-17	Meteorológiai leképezés	APT 4 sor/másodperc látható fény és infravörös képek átlapolva	Alkalmilag lekapcsolták, amikor adása ütközött a NOAA 14-ével
137,663	ORBCOMM	Rádiótelefon	Digitális telefon forgalom	Frekvenciáinak egyike; sugároz még 400,100 MHz-en is
137,688	ORBCOMM	Rádiótelefon	Digitális telefon forgalom	Frekvenciáinak egyike; sugároz még 400,100 MHz-en is
137,713	ORBCOMM	Rádiótelefon	Digitális telefon forgalom	Frekvenciáinak egyike; sugároz még 400,100 MHz-en is
137,738	ORBCOMM	Rádiótelefon	Digitális telefon forgalom	Frekvenciáinak egyike; sugároz még 400,100 MHz-en is
137,770	NOAA-11	Meteorológiai leképezés	CW doppler jel és telemetria	Folyamatos adás, de 2006. június 4-én megbízatása lejárt
137,770	NOAA-12	Meteorológiai leképezés	CW doppler jel és telemetria	137,500 MHz-en is sugároz; megbízatása 2007. augusztus 10-én lejárt
137,770	NOAA-14	Meteorológiai leképezés	CW doppler jel és telemetria	137,625 MHz-en is sugároz; megbízatása 2007. május 27-én lejárt
137,770	NOAA-17	Meteorológiai leképezés	CW doppler jel és telemetria	137,625 MHz-en is sugároz
137,800	ORBCOMM	Rádiótelefon	Digitális telefon forgalom	Frekvenciáinak egyike; sugároz még 400,100 MHz-en is
137,850	Orosz leképező műhold	Meteorológiai leképezés	APT 2 sor/másodperc	Frekvencia nem aktív
137,913	NOAA-18	Meteorológiai leképezés	APT 4 sor/másodperc látható fény és infravörös képek átlapolva	Frekvencia valószínűleg nem aktív, cserélve 137,100 MHz-re



3. ábra

A 3. táblázat adatai alapján jól látszik, hogy ebben a sávban alapvetően meteorológiai műholdak tanyáznak. Ezek között is a NOAA holdak vannak a legtöbben. Kétségtelen, hogy ezt az amerikai kezdeményezést mondhatjuk a legsikeresebbnek, de nem szabad elfeledkezni az orosz próbálkozásokról sem, főleg a földrengések előrejelzésével foglalkozó kezdeményezésről. Szembetűnő még az ORBCOMM műhold néhány frekvenciája, bár a digitális mód miatt az adásokat fejtegetni gyakorlatilag értelmetlen.

Geoszinkron műholdak

A meteorológiai célra fejlesztett műholdak másik nagy csoportja mindig a Föld ugyanazon pontja felett tartózkodik, azaz pontosan együtt mozog a Földdel. Az 1. ábrát ismételtelen segítséggül hívva könnyen belátható – most *R*-re rendezve, majd *T* helyébe 86 400 s-ot helyettesítve (ennyi másodperc egy nap) –, hogy ennek a pályának bizony kb. 36 000 km a magassága a Föld felszínétől mérve. Ezt hívják geostacionárius vagy geoszinkron pályának. Az 2. ábra szerint könnyen azonosítható a megfelelő geoszinkron és kvázipoláris műhold. A GOES és a NOAA holdak üzemeltetője az USA, Oroszorszáé a METEOR és a GOMS, Kína bocsátotta fel az FY sorozatot, Japán a GMS-t, India az INSAT-ot, míg a Meteosat holdakat az EUMETSAT üzemelteti. A geoszinkron műholdak jelentősége óriási, mivel meglehetősen messze vannak a felszíntől, így az

egész félgömből szolgáltatnak képet. Persze a széleken már torzul a kép, de kb. 70–80°-os nyílásszögben még jól kiértékelhető képet kaphatunk. A teljes forró és mérsékelt öv lefedéséhez így elegendő 4 műhold. A képfelbontás a műholdak alatt kb. kilométeres nagyságrendű, így a Meteosat-8 jelű holdról meglehetősen jó képeket kaphatunk Magyarországról. (A 19° kelet és környéke még a nagyobb felbontású, torzulásmentes sávba esik.)

A Meteosat műholdaknak eddig két csoportját állították pályára. Az első generáció számozása 1-től 7-ig terjedt (MFG). A Meteosat-1-et 1977. november 23-án indították útnak, majd 2004-ig szépen sorban a többit is. Itt is érvényes az, hogy az öregedés miatt mindig a legújabb 4 műhold látja el az elsődleges és a tartalékfunkciókat. Ezek a műholdak minden félóránban három spektrális csatornán keresztül – látható fény, infravörös és a vízgőz elnyelési sávjában – képezik le bolygónkat. A leképező eszköz a MVIRI (Meteosat Visible and InfraRed Imager), amely a műhold saját tengely körüli forgását használja fel a soronkénti adatgyűjtésre. 1 perc alatt az MFG család tagjai 100-szor fordulnak körbe. Ezek a műholdak 282 kg saját tömeggel több, mint 2 méteres átmérővel és 3 méter feletti hosszal rendelkeznek. Megjelenésük a 3. ábrán látható.

A második generációs Meteosat holdak (MSG) közül az elsőt, az MSG-1-et, 2004. január 29-én átnevezték Meteosat-8-ra, amikor is megkezdte a működését. 2005. december 21-én pedig az MSG-2 hagyta el a Földet, ezt nevezték át Meteosat-9-re. Megjelenésük a 4. ábrán látható. Pillanatnyilag tehát négy műhold gondoskodik a leképezésről, a 6-os és a 7-es az Indiai-óceán felett, míg a két legfiatalabb Afrika felett helyezkedik el, az egyenlítő felett. A 7-es és a 9-es tölti be az operatív műhold szerepét, míg a másik kettő tartalékként üzemel. A két régebbi sajnos csak félórás leképezési idővel, a két újabb pedig negyedóránként készít képeket. Ezenkívül a 8-as ez év tavaszától ún. „rapid scan service” keretében Európát képezi le 5 percenként. A leképező műszer az újabbakban a SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager) és a GERB (Geostationary Earth Radiation Budget). Mindkét új műholdban megtalálható továbbá a NOAA-nál megismert SAR rendszer továbbfejlesztett változata, a SARP (Search And Rescuer Processor), amely



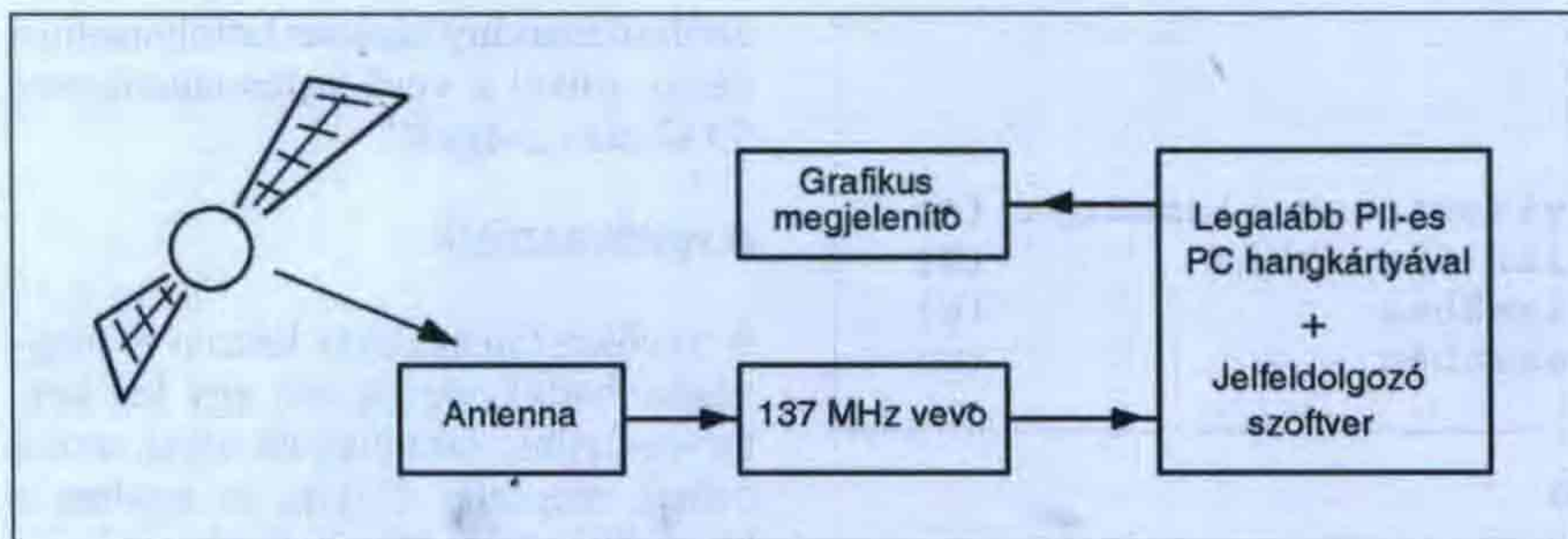
4. ábra

406 MHz-en detektálja a vészjelzést leadó jelzőegységeket.

Az iménti információkból látható, hogy helyzetünkben adódóan mind a négy műhold vétele lehetséges lenne, a két újabbé pedig mindenképpen. Sajnos azonban a helyzet nem olyan egyszerű, mint a NOAA esetében. A meglehetősen nagy adatsűrűség miatt itt már nem felelne meg egy egyszerű hangkártya a jelek rögzítéséhez. Ráadásul, ha utánaszámolunk, gigabájtnyi adatmennyiségek jönnének ki már egy napra is. A műholdhoz való hozzáférés tehát nem valósulhat meg a 137 MHz-es frekvenciának még a közelében sem. Nem mellesleg ez a rendszer –, mivel igen értékes információkat gyűjt a bolygó nagy részéről –, sajnos nem ingyenes hozzáférő. Ez ne szegjenki kedvét, mert az adatletöltési szolgáltatás megfizethető és nagyon jól működik! A későbbiekben ismertetünk egy konkrét, otthon is megépíthető vevőállomást a képek és adatok fogadásához.

A földi vevőállomás

Ennyi elméleti információ után építsünk fel egy meteorológiai műholdvevő állomást. A rendszer tömbvázlata az 5. ábrán látható. A műholdról érkező nagyfrekvenciás jel a megfelelő antennán keresztül a 137 MHz-es vevőkészülék bemenetére kerül. A vevő kimenetéről a demodulált hangfrekvenciás jelet egy hangkártyával ellátott PC-be vezetjük. A számítógépben vagy későbbi feldolgozásra rögzítjük a jelet, vagy közvetlen feldolgozással, egy dekódoló szoftver segítségével, a monitorra vagy más megjelenítőre vezetjük a képet. A rendszer felépítése meglehe-



5. ábra

tősen egyszerű, de annál nagyobb gondot kell fordítani az első két egység precíz kivitelezésére.

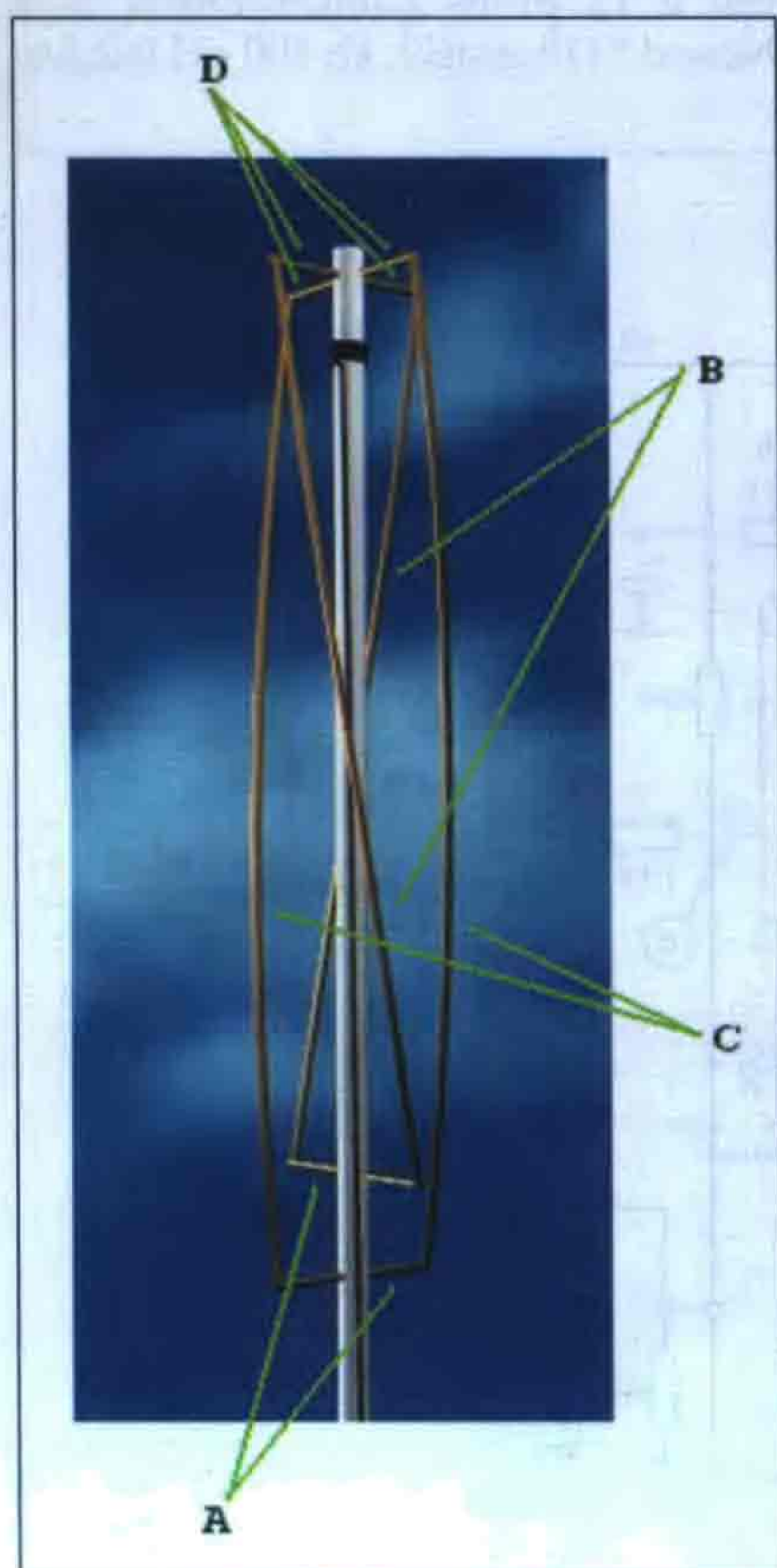
Az antenna

A műhold által kibocsátott jel meglehetősen kicsi – néhányszor 10...100 W nagyságrendű –, mivel az űrben csak a napelemekkel töltött akkumulátorokból lehet fedezni az energiaigényt. Kézenfekvő tehát, hogy jó minőségű antennát kell készítenünk vagy vásárolnunk. Sajnos nem felel meg az egyszerű botantenna vagy a klasszikus dipól. Az antenna iránykarakteristikájának meglehetősen szélesnek kell lennie, mert amíg a műhold elhalad felettünk, a

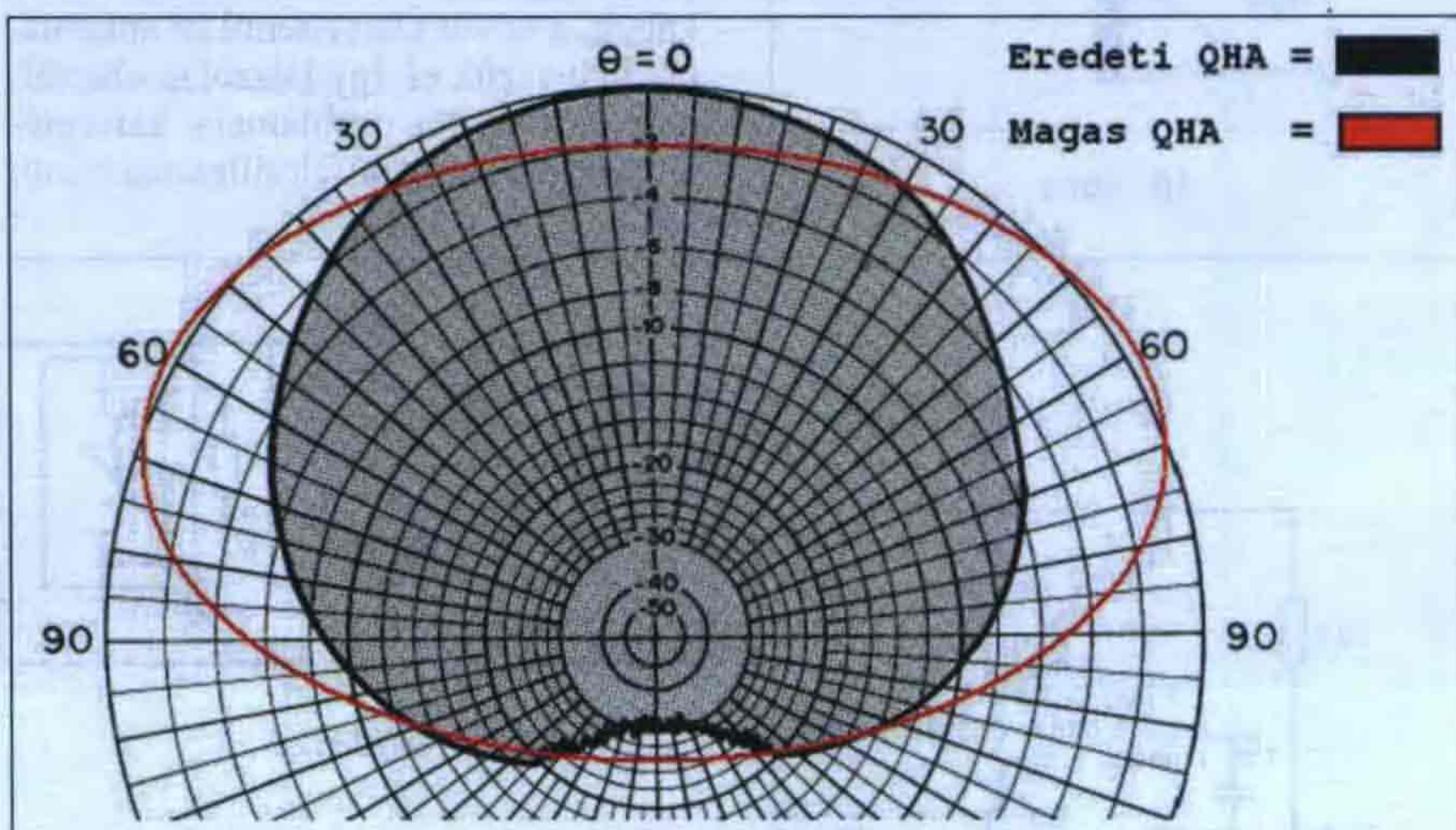
jel iránya csaknem 180°-ot változik. A témába vágó portálokon keresgélve azt találhatjuk, hogy egy különleges antenntípust, a QHA-t (Qadrifilar Helix Antenna) használják műholdvédelmi célra. Ez a típus a helix-antenna egyik változata, amint azt a 6. ábra mutatja. Kétségtelen, hogy a megépítése nem fél óra, de az iránykarakteristika kárpótol a fáradságért. A 7. ábrán egy továbbfejlesztett verzió, a magas és az eredeti QH antenna iránykarakteristikájának összehasonlítása látható. A műholdvédelmi célra igazán megfelelő változat grafikonja sokkal elnyúltabb, a kívánt tar-

tományon belül nincs nagy ingadozás, ezáltal különösebb antennaforgatás nélkül képes a műholdról érkező jelek felfogására. A karakterisztika nyújtását persze lehet fokozni, ha ebben a hosszú, keskeny kivitelben még több „menetet” kapcsolunk össze egymással. Ekkor azonban már a függőlegesen felfelé irányban meglehetősen érzéketlen lesz az antenna, míg kétségtelen, hogy a vízszintes síkban további nyereségre számíthatunk. A 8. ábrán egy térbeli szimuláció látható, amely jól mutatja a „behorpadást” a többmenetes esetben.

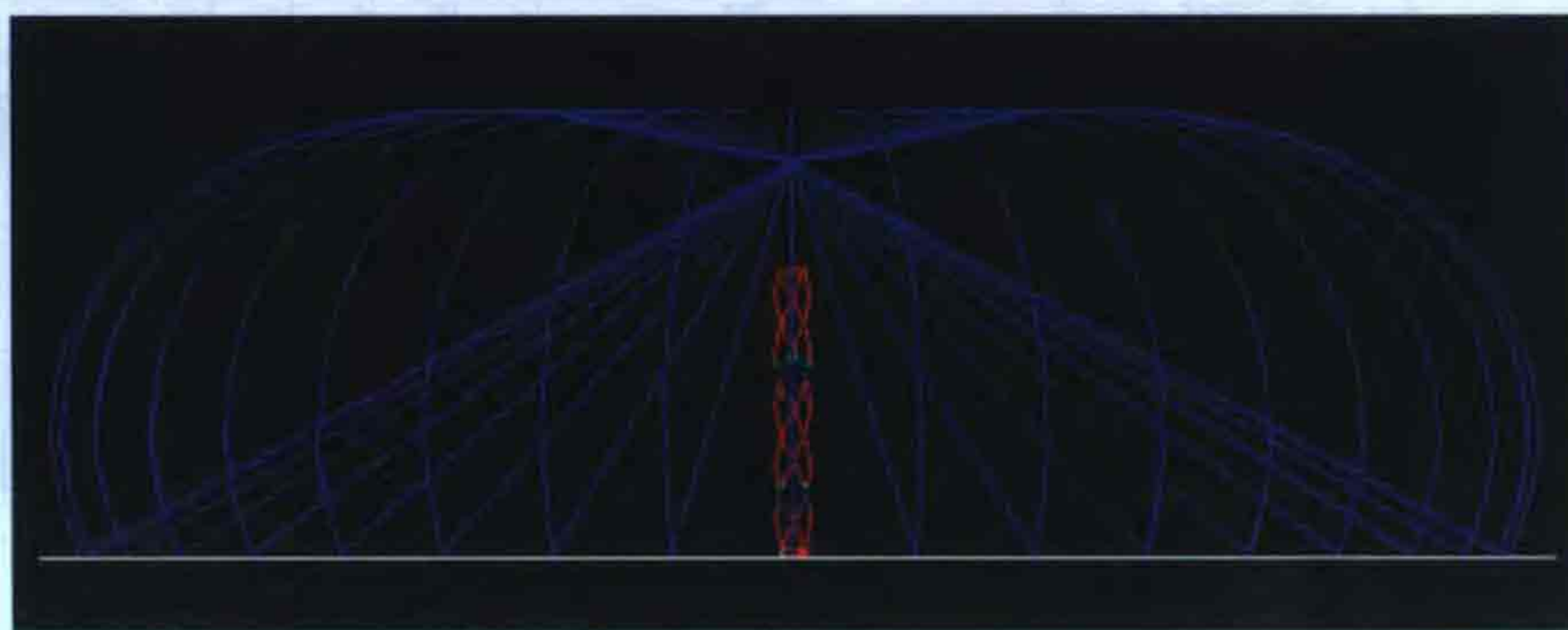
Hosszas keresgélés és kísérletezések után végre ráakadtam egy olyan leírásra, amelynek segítségével az antenna elkészítése viszonylag problémamentes. A QHA „tartóoszlopa” egy szennyvízszelésnél használatos PVC cső, ebből is a 30 mm körüli átmérőjű. (Ezt szokták a mosdók lefolyójaként alkalmazni.) Erre a kb. másfél méter hosszúságú csőre építjük fel az antennaelemeket. Az elemek anyagául lágy rézcsövet érdemes használni, mivel ívben hajlítani kell némelyiket. Hamaro-



6. ábra



7. ábra



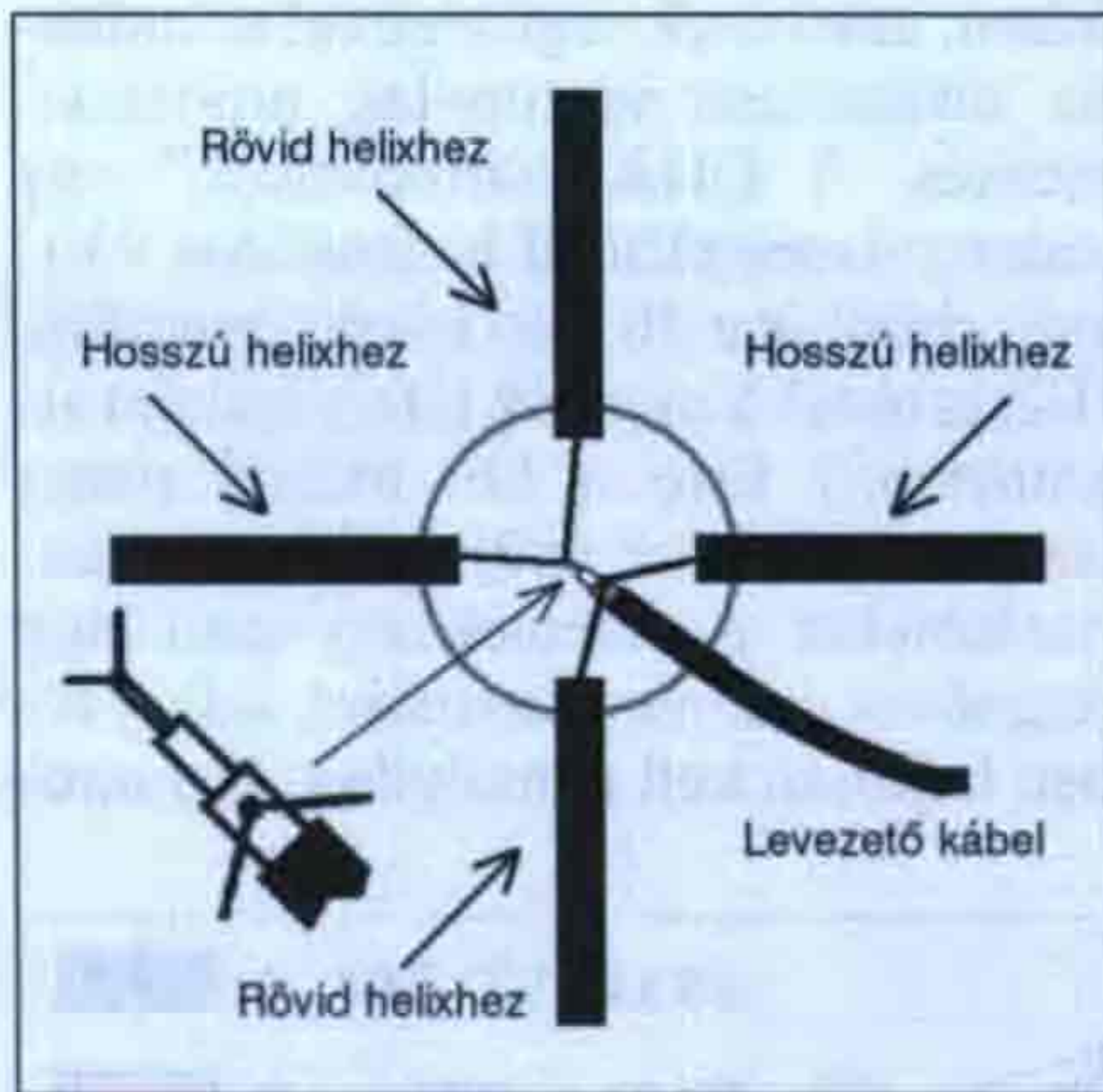
8. ábra

Alkatrészlista:

- 2 db 19 cm hosszú cső alsó, vízszintes elemeknek (A)
- 2 db 90 cm-es cső a rövid helix elemekhez (B)
- 2 db 1 m-es cső a hosszú helixekhez (C)
- 4 db 9 cm-es cső a felső kereszthez (D)

9. ábra

san rájöttem, hogy a klímaszerelők boltjában kell keresni a megfelelő rézcsövet, mivel a splitklímák kültéri és beltéri egységeinek összekapcsolásához (ezen áramlik a hűtőgáz/folyadék)



10. ábra

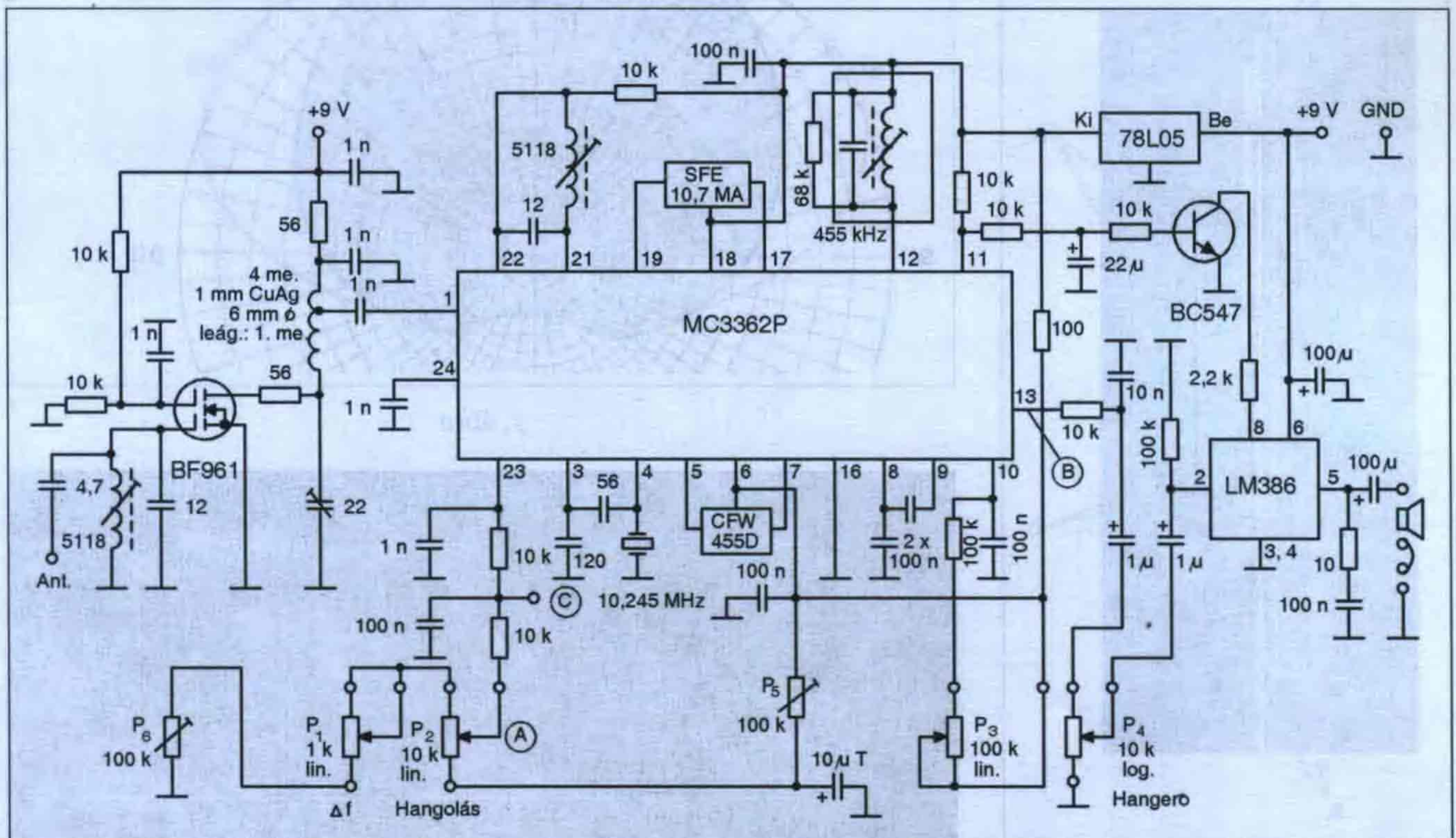
flexibilisen formálható, de a hajlítás után alaktartó alapanyagot használnak. Ezek a csövek 3/8-os méretben ideálisak az antenna számára, bár kétségtelen, hogy az ár hallatán kicsit elkedvetlenedtem... De sebaj, a műholdképekért bármit! Végül is a 9. ábra alkatrészjegyzéke alapján összeállítható a QHA. A koaxkábel összekapcsolása az antennával a 10. ábra alapján történik. Sajnos, a QHA talpponti impedanciája meglehetősen csekély, csupán 25 Ω körüli. Azért, hogy akár az 50 Ω -os, akár a 75 Ω -os koaxkábelhez csatlakoztatni tudjuk, egy impedanciaillesztőt kellene használni. Talán a legegyszerűbb, persze messze nem a legkorrektebb megoldás, ha nem alkalmazunk levezető kábelt, a vevőt közvetlenül az antennánál helyezzük el. Így látszólag elkerülhető az illesztés problémája, kétségtelen viszont, hogy a félreillesztés miatti

állóhullámarány károsan befolyásolja a vételt, mivel a vevő antennabemenete 50 Ω után „vágják”.

A vevőkészülék

A vevőkészüléket akár készen is megvásárolhatjuk, de ha van egy kis kezűgyességünk, faraghatunk olyat, ami a célnak megfelel. Egyik, és egyben a legpraktikusabb lehetőség, ha valamilyen szkennert használunk, mert ezeken könnyen beállítható a kívánt frekvencia. Az építgetők kedvéért bemutunk egy olyan jól használható készüléket, amelynek megépítése nem ütközhet komolyabb akadályokba. A vevő kapcsolása nem tartalmaz saját ötletet, gyakorlatilag egy gyári kapcsolásról van szó. A lehető legkevesebb hangolt kört tartalmazza, így megépítése hibátlan alkatrészek birtokában nem okozhat problémát.

A vevő kapcsolási rajza a 11. ábrán látható. A készülék gyakorlatilag egy kétszertranszponált vevő 10,7 MHz-es és 455 kHz-es középfrekvenciákkal. A készülék működése röviden a következő. A QHA által vett jel előzetes szelekció után egy BF961-gyel felépített előerősítőbe kerül. A bemeneti szelektivitást a 12 pF-os kondenzátorral és a Neosid 5118-es jelű, kb 100 nH indukti-



11. ábra

Ha a hullámforrás mozog,
a megfigyelő áll a közeghez
képest:

$$f = f_0 \frac{c}{c - v}$$

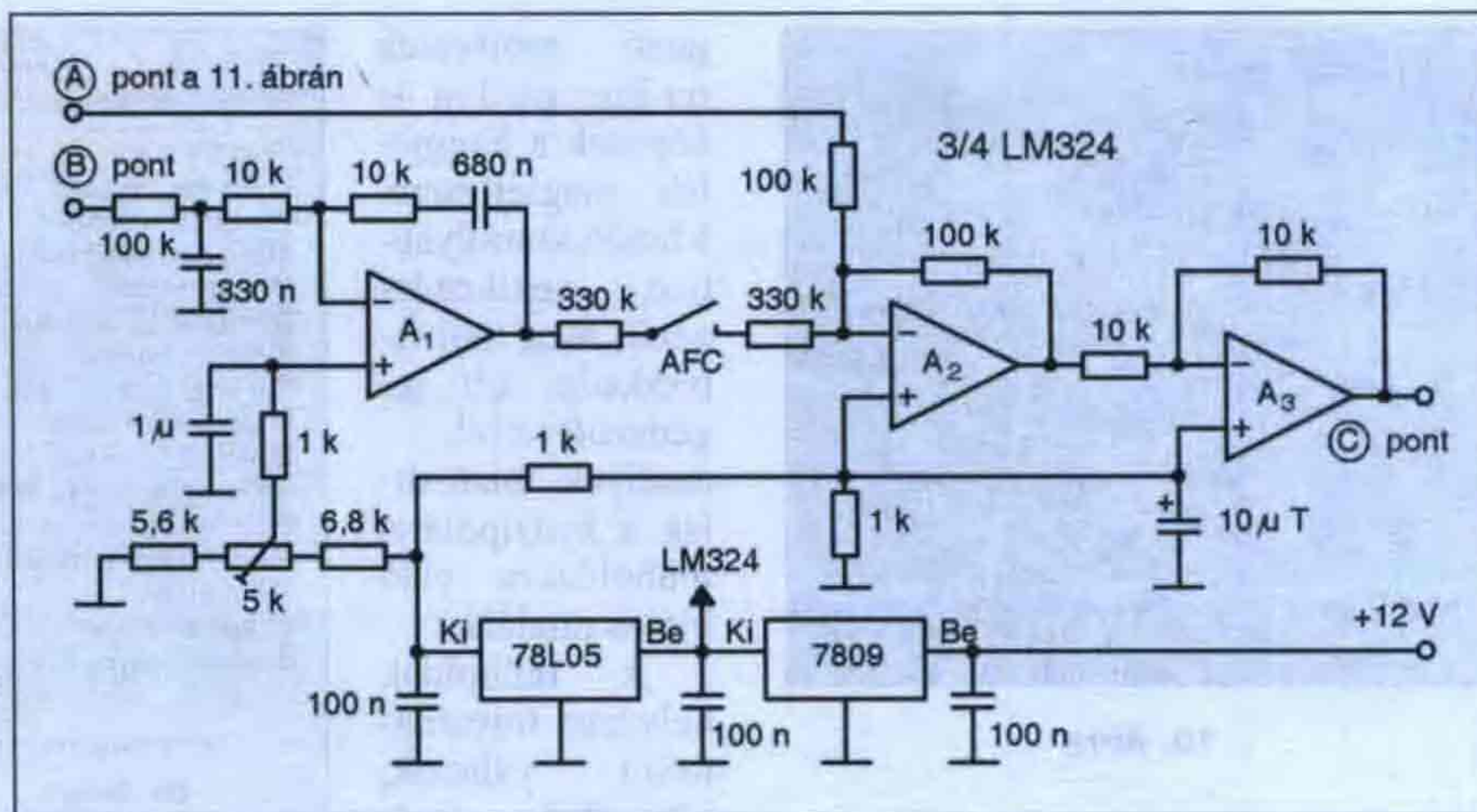
12. ábra

vitású tekercsel megvalósított párhuzamos rezgőkör biztosítja 137 MHz-en. A vevő lelke a Motorola gyártmányú MC3362P jelű integrált áramkör. Az első keveréshez szükséges lokáloszcillátor frekvencia-meghatározó elemei – a 12 pF, meg az 5118-as tekercs – az IC 21-es és 22-es kivezetéseihez csatlakoznak. Ezekkel az elemekkel kb. 148 MHz-es lokálfrekvenciát állítunk be, majd finomhangolással keressük meg a megfelelő műholdat. Az első keverés után egy 10,7 MHz-es kerámiaszűrőn halad át az I. KF jel. Itt a sáv szélesség szűrőtől függően legfeljebb néhány-szor 100 kHz. A második lokálág már kristályt tartalmaz, a II. KF 455 kHz-es. Itt is egy szűrőn megy keresztül a jel, a vételi sáv szélesség végül is itt áll be néhány kilohertzre. Ezután az IC-ben egy erősítő, majd egy limiter következik és a demodulálás után a 13-as kivezetésen nyerhető a hangfrekvenciás jel, meglehetősen kis jelszinten. Azért, hogy hallható legyen és meg tudja hajtani a PC hangkártya bemenetét, egy LM386-os gondoskodik a megfelelő erősítésről. Ezzel a jel kész a feldolgozásra.

Egy problémát még azonban meg kell oldani. Ha kiszámítjuk a kvázipoláris műholdak sebességét, akkor hozzávetőlegesen egy 7,1 km/s feletti értéket kapunk. Mivel az adatletöltést horizonttól horizontig szeretnénk folytatni, a műhold közeledéséből és távolodásából eredő doppler-torzítást nem lehet elhanyagolni a nagy sebesség miatt! Amikor tőlünk a legtávolabb van, mondhatjuk, hogy felénk közeledik ez-



13. ábra



14. ábra

zel a sebességgel. Amikor pont felettünk halad el a műhold, akkor az összekötő szakasz hossza közel állandó, azaz hozzánk se nem közeledik, se nem távolodik tőlünk. A távolodó szakasz szélső pontján, amikor éppen eltűnik a horizont alatt, ismét kb. 7 km/s-mal mozog hozzánk képest. Így összesen a legrosszabb esetet feltételezve 14 km/s a műhold hozzánk képesti sebességváltozása. Ezt átszámolva a 12. ábra szerinti képlet alapján, majdnem 6 kHz-es frekvenciaeltolódást kapunk. Ekkora változás nagyon sok, mivel vevőnk sáv szélességét a jó szelektivitás miatt a II. KF szűrővel keskenyre állítottuk be. Ebből kifolyólag valamilyen módon

korrigálni kellene a frekvenciaváltozást. Remek lehetőséget nyújt erre a vevőként alkalmazott IC, mivel annál az I. lokálágot egy varikap segítségével lehet finoman hangolni. A 13. ábra mutatja az IC tömbvázlatát, mely szerint a 23-as kivezetésre adott 0,7 V és a tápfeszültség közötti jelszinttel kismértékben módosítható a II. LO és ezáltal az üzemi frekvencia. A hangfrekvenciás kimeneti jelet kissé módosítva a varikapra adjuk – persze jelszintillesztéssel –, így egy visszacsatolás létesül, amellyel a vevő végül is bizonyos határok között stabil és feldolgozható kimeneti jelet szolgáltat. Mivel ez teljesen automatikusan, külső beavatkozás nél-



15. ábra



16. ábra

kül történik, AFC-nek (Automatic Frequency Control) nevezik. Az AFC áramkör kapcsolási rajza a 14. ábrán látható. Felépítése igen egyszerű, mindössze egy IC-t tartalmaz. A doppler korrekció ki- és beiktatható az AFC kapcsolóval. Az áramkört a vevő megfelelő pontjaira csatlakoztatva problémamentesen beüzemelhető.

Ha esetlegesen nem lenne elérhető az MC3362, akkor az S042P vagy SA612 és a TBA120S gyárilag ajánlott kapcsolásaival, a BF961-es előfokozatot megtartva, a vevő modulszerűen elméletileg összeállítható. Az S042P ugyanúgy kb 200 MHz-ig használható, mint az MC3362, az SA612 (NE612) 500 MHz-ig is elboldogul.

A szoftver

A következőkben lássuk a szoftveres oldalt! A vett jel a hangfrekvenciás sávba esik, így akár egy egyszerű PC is „megteszi”. A tesztekhez mindenesetre egy P4-es 1,7 GHz-es, 512 MB RAM-mal rendelkező gépet vettem be, GoldWave nevű hangrögzítő programmal. Ez a program elérhető az interneten, nem ingyenes, de a 30 napos próbaverzió is teljesértékűen használható. A hangrögzítést azonban nyugodtan kikerülhetjük, mert a jelfeldol-

gozó szoftverek on-line módon is képesek a hangjelek megfejtésére. Mielőtt komolyabban nekikezdenénk, meg kell ismerkedni két segédprogrammal, amelyek biztosítják a kvázipoláris műholdakra való biztos rátalálást.

A műholdak helyzete folyamatosan változik, közvetlen vételkörzetük pedig meglehetősen csekély, így viszonylag pontosan kell tudnunk a tartózkodási helyüket. Erre kiválóan megteszi az *Orbitron* nevű programcska, melynek főablaka a 15. ábrán látható. A program 34 féle műholdcsaládot támogat – nemcsak a kvázipolárisokat –, így majdnem az összes, egyszerű készülékkel vehető eszköz megtalálható. Adatbázisában szerepelnek többek között a rádióamatőr műholdak, a távközlési, a meteorológiai és a katonai szatelliták is. A program magyar nyelvű, így kezelése nem okozhat gondot a felhasználónak. A valós időt a számítógép órájából veszi, de beállítható tetszőleges időpontú szimuláció is. A kiválasztott műholdak mozgását folyamatosan mutatja, így a feletünk való áthaladása pontosan nyomon követhető. Opciói közül feltétlen érdemes megemlíteni a műhold megfelelő minőségű vételkörzetének grafikus mutatóját a 16. ábra szerint. Egy sokkal jobb antenna-vevő párossal persze ennek határai kitolhatóak. Mindezek figyelembevételével, megfelelően épített hardverek esetén a jó vétel biztosnak mondható. A szoftverecskének majd a



18. ábra

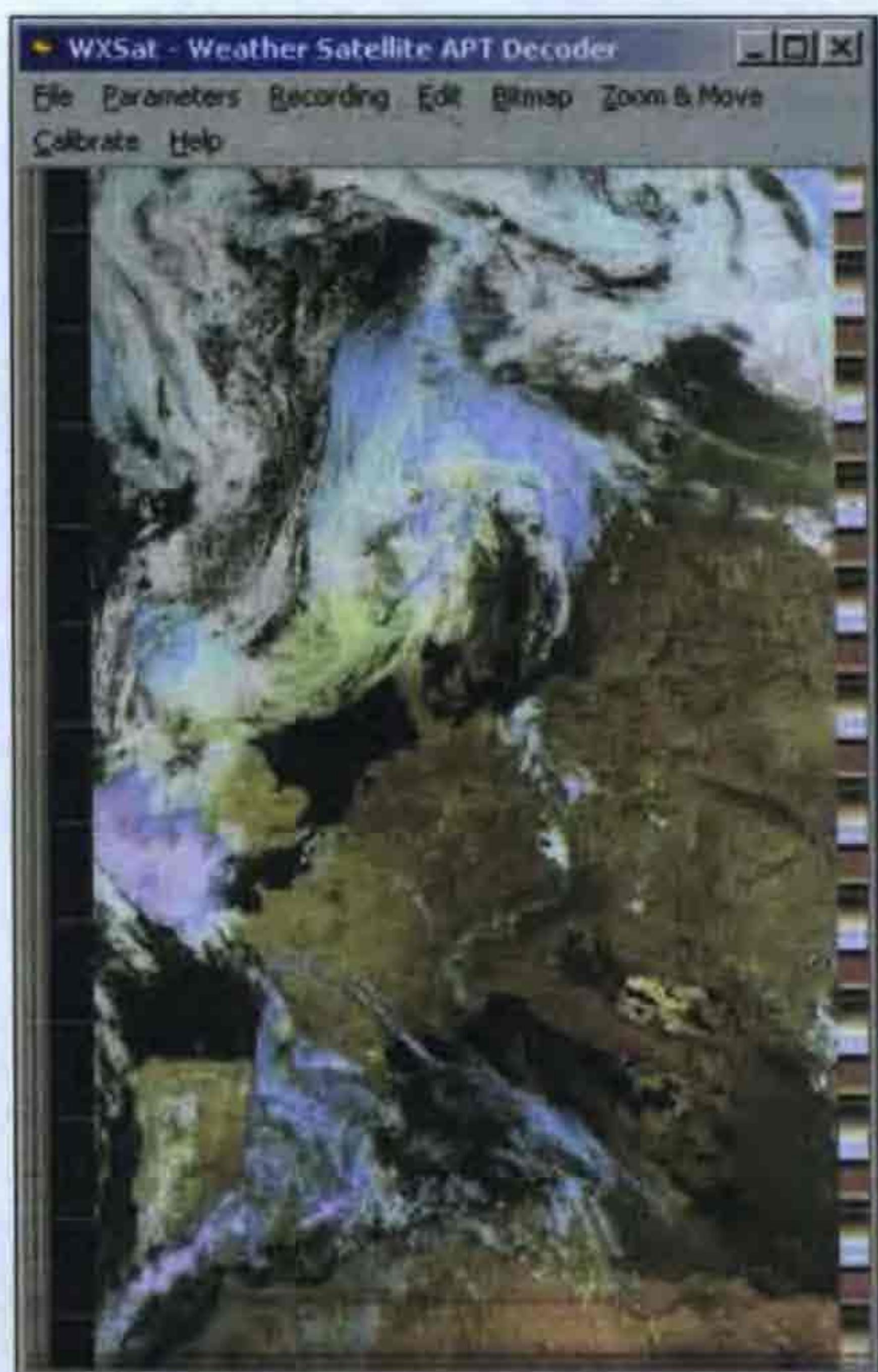
későbbiekben igen nagy szerepe lesz az EUMETCaston keresztül jövő APT és HRPT képek helyének azonosításában. Az adatbázisban szereplő műholdak legtöbbjéről sokféle adat áll rendelkezésre, ezek mind megtekinthetők a listából kiválasztás után. Például a 17. ábra szerint a NOAA-17-es főbb adatai láthatóak, igen érdekes, hogy az előbbiekben említett közvetlen nagyfelbontású vétel (HRPT) frekvenciája (1707 MHz) is leolvasható. Bár adatformátuma nem egészen olyan, mint az APT 137,620 MHz-e lehet, hogy megérne egy vételi próbát, bár a frekvencia ott-honi körülmények között bizony nehezen kezelhető tartományba esik. A gördítősávok segítségével elővarázsolhatóak a pálya fontosabb geometriai adatai, a fél nagytengely hossz, apogeu-um, perigeum magasságai, excentricitása, meg persze a fizikai adatok is.

A program mindenki számára ingyenesen elérhető az interneten, a Google segítségével megkereshető.

Az előzők alapján könnyen belátható, hogy az Orbitron által szolgáltatott információk akkor helyesek, ha számítógépünk és a műholdak pályájának „órája” együtt jár. Mivel egy-két perc eltérés is eredményezheti az adatok vételéről való lecsúszást, rendkívül fontos, hogy szinkronizáljuk óránkat a világhálón keresztül. Több szerver segítségével is megtehetjük ezt, ebben segít a *Chronos* nevű programcska. Egyetlen ablaka a 18. ábrán látható. Többféle beállítási lehetőséggel rendelkezik, praktikus az indításkor törté-



17. ábra



19. ábra

nő szinkronizálást beállítani, ha a számítógépen folyamatosan van internet-elérés. Ekkor ugyanis a gép bekapcsolásakor az óra átállítódik a megfelelő időpontra, így a vétel indításakor már a megfelelő idővel kalkulálhatunk, viszont az automatikus szinkronizálás miatt nem felejtjük el lefuttatni. A program a beállított szerverek idejéhez szinkronizál, az egyes elérések között persze adódnak majd tizedmásodpercnyi különbségek, a vétel szempontjából azonban ezek elhanyagolhatóak.

Ennyi „bevezető” után már felkészülhetünk a vételre. A képfeldolgozáshoz mindenekelőtt szükség lesz egy *WxSat* nevű programra, amely dekódolni fogja a vevőkészüléktől a számítógép hangkártyájába érkező hangfrekvenciás adatfolyamot. Számos szoftver alkalmas még erre a célra, de ez tűnt a legegyszerűbben kezelhetőnek az összes közül. Használhatóságot tekintve a *WxToImg* nevű jóval több opcióval rendelkező a leképezéseket tekintve, de egyrészt csak korlátozott felhasználhatóságú (shareware), másrészt meglehetősen sok háttértudást igényel a kezelése.

A *WxSat* 2.5/7-es verziója ingyenesen elérhető az interneten (Google), letöltve majd telepítve a rendszer összeállt. A program főablaka a **19. ábrán** látható. Felhőmentes időben gyönyörű képeket kaphatunk a felszínről is, ha megjelennek a felhők, akkor pedig azok mozgása követhető nyomon.

Több műhold adatainak összevetésével egész szép animációkat készíthetünk. Az Orbitron nevű programnál már láttuk, hogy nem kell negyed napot várni az újabb képre, mert a műholdak vételkörzetei egy keringésnyi idő után ugyanarra a pontra nézve nem elkülönültek, hanem hozzávetőlegesen 40–50%-ban fedik egymást. Azaz 102 perc elteltével is meg persze 102 perccel azelőtt is – így összesen hat órán belül háromszor – kaphatunk képet a kívánt területről. Persze a felbontás nem lesz ugyanaz, de a felhőátvonulások nyomonkövetésének szempontjából ez mellékes.

A *WxSat* segítségével akár csatornánként is leképezhetjük a vett adatokat, persze előre megadott geometria alapján. Ezek után hamis színes képeket is készíthetünk gombnyomásra. A használatot beépített Help menüpont segíti, sajnos csak angolul. A könnyebb műholdra találás érdekében a „Recording” menüpontban vizuálisan, mintegy oszcilloszkópszerűen is láthatjuk a bejövő hangfrekvenciás jelet. Szintén ebben a menüpontban készíthetünk felvételt wav kiterjesztésű fájlba a hallottakról. Az így kapottakat semmiképpen se konvertáljuk mp3 formátumba, mert a köztudottan veszteséges tömörítőeljárás végeredményéből már nem kaphatunk újra olyan jó képet. Egy 10 perces 11 kHz-cel mintavételezett wav fájl mérete egy csatornán, monóban, mindössze 250 kB, így akár egy öreg floppylemezen is bőven elfér. Korunk hatalmas mennyiségű adatai mellett ez eltörpül, elgondolkodtató azonban, hogy ilyen kismennyiségű adattal is milyen fontos információkra tehetünk szert.

Azért, hogy az egyes műholdak által kibocsátott jeleket azonosítani lehessen, mindegyik adatfolyam tartalmaz egyedi információt is. Ennek alapján még az esetlegesen azonos frekvencián érkező adatokat is szét lehetne választani egymástól. A 15. ábra képszeleleinél láthatók különböző vízszintes csíkok is.

Mivel a program lehetőséget nyújt a műholdadatok megkülönböztetésére a kívánt eszköz egy listáról választható ki. Például, ha csak a NOAA holdak adatait szeretnénk venni, akkor ezt a „Parameters” menüben kiválasztva a program csak ezekre a holdakra lesz „érzékeny”. Ez a funkció igen fontos lehet akkor, ha nem rendelkezünk frekvenciamérővel a frekvencia pontos beállítására.

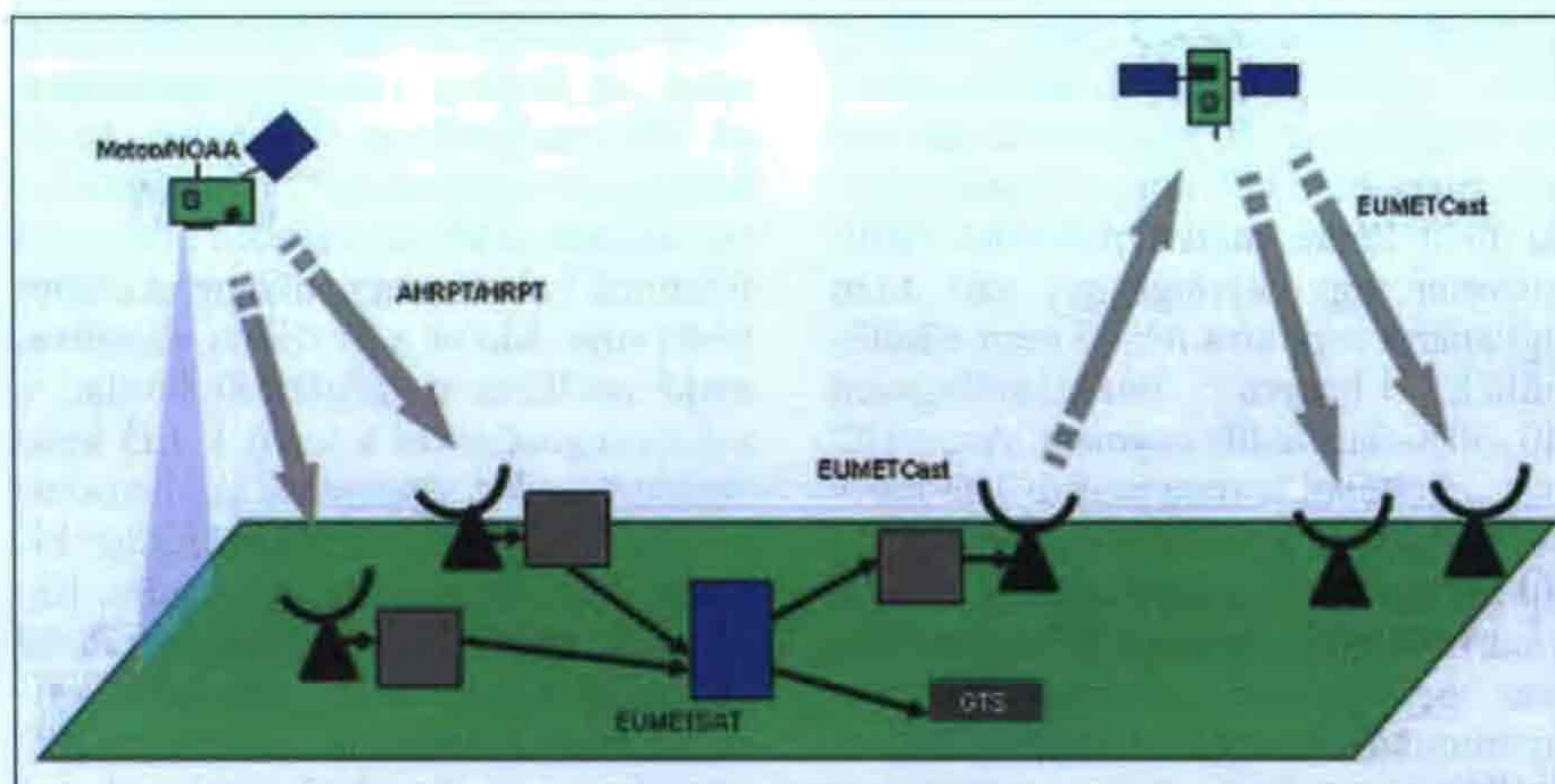
A műholdvétel menete a következő lehet: A hardvert összecsatlakoztatva az antennabeállítást követően kiválasztjuk az Orbitronban azt az időszeletet, amikor a kívánt műhold nem pont felettünk halad át, hanem egyelőbbi körét rója. Ekkor a *WxSat*ot elindítva, majd beállítva a megfelelő holdat, a szkóp segítségével a vevő I. LO kondenzátorának forgatásával végigszkenneljük a 137 MHz-es sávot. Ekkor bizonyosan rá fogunk találni a jelre. Ezután kb. másfél órával már a műhold közvetlen felettünk fog áthaladni. Mivel az előző körben már mindent beállítottunk, így az adatok rögzítése sikeres lesz.

A kvázipoláris műholdak persze mindig ugyanúgy csak kb. 2000 km széles sávot tudnak leképezni, ezért a keletkezett képek legfeljebb 300 pixel szélesek lehetnek az alkalmazott műszerektől függően. Persze az AVHRR képek az 1 km-es felbontás miatt valójában 2000 pixelesek, de ezek vétele ezzel a rendszerrel közvetlenül nem lehetséges.

Műholdvétel és az EUMETCast

Az előző vételi megoldás azért igényel némi rálátást a rádiófrekvenciás dolgokra. Bár kétségtelen, hogy a vevő építése és az ingyenes programok alkalmazása jelenti a legköltségkímélőbb megoldást, a teljes meteorológiai leképezőrendszer azért jóval többet tud az APT által biztosított több, mint 10 km-es felbontásnál. A kilométeres felbontású AVHRR képeket azonban csak költséges célhardverekkel lehet közvetlenül letölteni az alkalmazott 1700 MHz körüli vivőfrekvencia miatt. Problémát jelent továbbá, hogy a közvetlen letöltés módszerével egyszerre mindig csak egy bizonyos eszköz képeit szerezhetjük meg. A pontos időpontok és frekvenciák között a megfigyelő bizony csak megfelelő gyakorlat birtokában tud hibamentesen kiigazodni. Nem beszélve arról a korántsem elhanyagolható tényről, hogy a 137 MHz-es sávú letöltések csak a megfigyelőállomás környezetének leképezésére alkalmasak.

Mi a teendő tehát, ha sok, a világ különböző pontjai felett tartózkodó műhold jeleit szeretnénk egyszerre letölteni? A kulcsszó: EUMETCast! Az EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites) keretein belül erre lehetőség nyílik. Ezen cég vagy működteti (Me-



20. ábra

teosat), vagy kapcsolatban áll (NOAA stb.) az egyes meteorológiai leképezést szolgáló műholdakkal. Az ezek által készített felvételeket összegyűjtik, majd megfelelő előfeldolgozás (fájlnévek stb.) után egy mindenki által igen könnyen elérhető szatellitire, a Hotbird-6 nevű műsorszóró műholdra juttatják. Innen az EUMETCast szolgáltatás segítségével minden nap folyamatosan, akár egy 85 cm-es parabolaantennán keresztül is fogható a kívánt jel. (A Hotbird-6-on van egyébként az M2 és a Duna TV is.) Ilyen mértékű és minőségű szolgáltatás már természetesen nem ingyenes, de nyugat-európai szokás szerint *megfizethető!* A díj, a teljes licenc megvásárlása esetén, 100 € 3 év időtartamra. Ezért viszont naponta 30–35 GB adatot tölthetünk le közvetlenül a Hotbird-6-ról. A szolgáltatás igénybevételéhez nem szükséges semmiféle internetkapcsolat, mert az adatfolyam teljes egészében műholdról érkezik. Nem elhanyagolható azonban, hogy ezzel a megoldással a teljes rendszer összes költsége az antennát is beleértve – mondjuk saját felszerelés esetében – bizony elérheti a 40 ezer forintot. Csökken a költség, ha rendelkezünk már parabolaantennával, vagy a számítógépbe illeszthető PCI-os műholdvevő kártyával. A licencdíjat azonban ekkor is ki kell fizetni, ami a cikk írásának időpontjában (banktól függően) elérheti a 25–26 ezer forintot is.

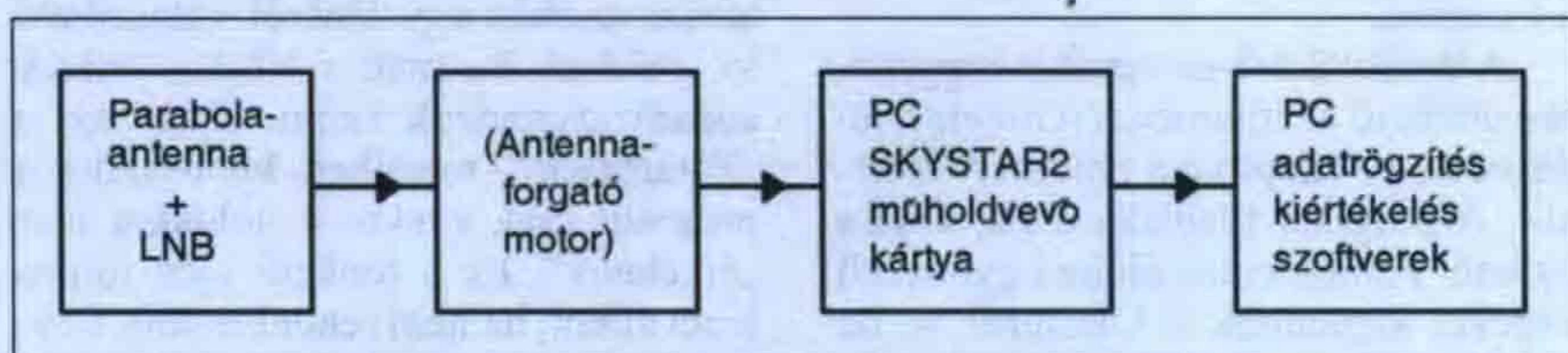
A szolgáltatás tömbvázlatát a 20. ábra mutatja. A különféle időjárási műholdokról érkező nagyfelbontású képeket a Föld különböző pontjaira telepített HRPT vevőállomásokon keresztül az EUMETSAT központba gyűjtik, majd innen az EUMETCast keretén belül felkerül a megfelelő műsorszóró műholdra, ahonnan a regisz-



21. ábra

rált előfizető felhasználók az adatokat közvetlenül letölthetik. Bár az ábra csak két műholdcsaládot említi, a teljesség kedvéért lássuk a teljes listát: Metopa, NOAA-15-16-17-18, GOME, Meteosat-7-8-9, GOES-11-12. A kvázipoláris holdak esetében minden esetben a nagyfelbontású képek érhetők csak el.

Azért, hogy a világ különféle pontjain is elérhető legyen a szolgáltatás, nemcsak a Hotbird-6-ról lehet elérni, hanem még másik két műholdról is. Közép-Európában ellenben csak ez a hold nyújt megfelelő vételi lehetőséget. Egyébként így is egy kicsit a lefedettségi terület szélén helyezkedünk el, de ez nagyobb antennamérettel korrigálható. A Hotbird-6 lefedettségi körzete a 21. ábrán látható. A Dunántúl még egy



22. ábra

kicsit jobb helyzetben van, mint a Tiszántúl és Közép-Magyarország. Biztonsági tartalékot hagyva az esetleges rosszabb időjárásra, a 90 cm-es ofszet antenna egy elfogadható kompromisszum a vételi minőség és a költség vonatkozásában.

Aki esetleg úgy dönt, hogy előfizet, annak a következő procedúrán kell átessenie: Először is regisztrálni kell az EUMETSAT honlapján. A regisztráció keretében elkérik adatainkat, postacímünket, elérhetőségeket, továbbá a megrendelni kívánt szolgáltatásokat. Ha mindent beikszelünk, akkor jöhet az említett 35 GB naponta. A regisztráció véglegesítése után várnunk kell. – Az én esetemben a várakozás másfél hónapot vett igénybe! Oka a következő volt: Az egész igénylés, sajnos, az Országos Meteorológiai Szolgálaton keresztül intéződik, – nem értem máig sem, hogy miért van erre szükség? A másfél hónap elteltével – lehet, hogy csak én jártam ily' szerencsétlenül – végre kaptam egy e-mailt, hogy pont akkor változott a regisztrációs eljárás, ezért kellett várni... Ezután minden gyorsan történt, mert innentől a Darmstadt-i EUMETSAT „főhadiszállás” ügyintézőinek (Debbie és Pamela) kezébe került a dolog és nyugat-európai szokás szerint a folyamatos kapcsolattartáson túl az előzőekhez képest igen rövid idő alatt (kevesebb, mint két hét), már meg is kaptam egy futárszolgálaton keresztül a telepítő CD-t és az USB-s licenckulcsot. (Persze a pénz átutalása után.) Miután megérkezett a csomag, e-mailben küldték meg a felhasználónevet és a belépési jelszót. Érdekes, hogy a jogosult felhasználók azonosítását miként végzik, mert a telepített antenna és műholdvevő kártya visszafelé adni nem tud, így valószínűleg a lejövő adatfolyam egy kis részlete tartalmazhatja a jogosult felhasználók azonosítását. Ezzel eljött az adatletöltések ideje, amihez az embernek kellőképpen fel kell töltenie magát PC-ügyileg.

A következőkben bemutatunk egy EUMETCaston alapuló, megépített és kifogástalanul működő letöltő és adat-



23. ábra

kiértékelő rendszert. Először a hardveres és szoftveres rendszer megépítését, majd az ingyenesen elérhető szoftverek használatát ismertetjük. A rendszer tömbvázlata a 22. ábrán látható.

A szoftver

Kezdjük a PC-vel! A rendszerkövetelmények meglehetősen magasak, de gondoljunk csak bele, egy naponta 35 GB-os adatforgalmat bonyolító és azt kiértékelő rendszerhez már nem jó a PII-es. Valóban, a kísérletekhez egy ma középkategóriásnak számító Compaq Evo D300-as Pentium 4-est turbóztunk fel. Az eredeti 1,5 GHz-es, 478-as Celeron helyére egy 1700 MHz-es példány került. Ez volt a maximum, amit az alaplap fagyásmentesen volt képes kezelni. A memória, a három szabad helynek köszönhetően, 768 MB lett, 3 db 256-os modulból összeállítva. Videokártyaként egy 64 MB-os GeForce MX440 került be a nagyméretű képek és animációk megfelelő minőségű megjelenítése végett. A műholdvevő kártya egy SKYSTAR2-es, PCI-csatlakozós változat lett. (Van ebből egyéb-

ként USB-s is, notebook használatra.) A többi perifériát már az eredeti alaplap változatban használtuk fel (UTP-s Lan és a hangkártya). Mivel csak két USB port található az alaplapon, így bekerült egy PCI-2 x USB kártya is a shareware programok miatt. Adattárolásra két különböző winchestert használtunk. Egy 20 GB-os WD-n kapott helyet a Windows XP Prof meg az összes szükséges program, míg a letöltött adatokat egy gyors MAXTOR fogadja a maga 80 GB-nyi szabad területével.

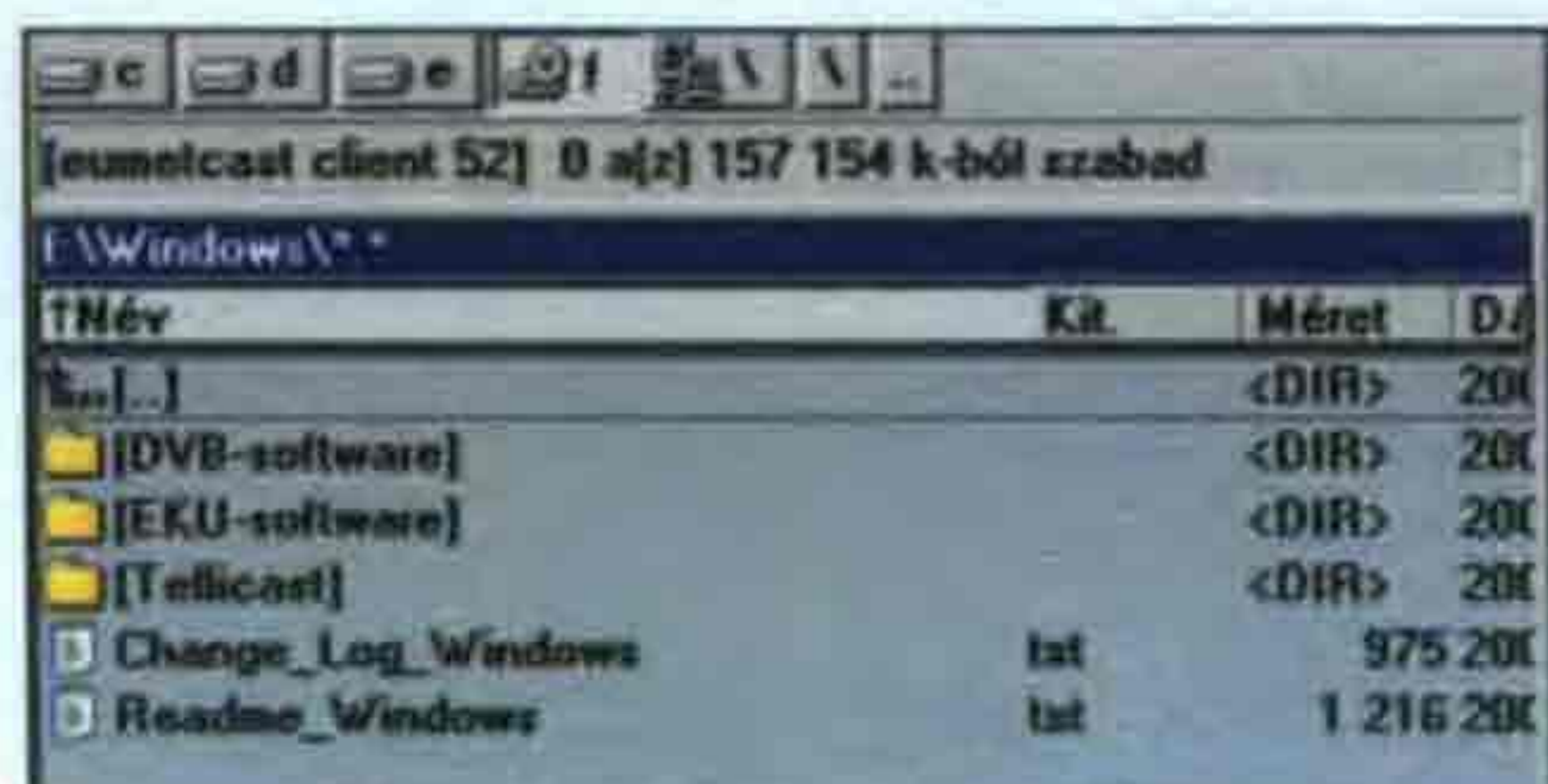
Bár a MAXTOR 7200 RPM-es, mégis ajánlott ez a felosztás, mert így esetlegesen a lapozófájl méretének növelésekor, vagy a Windows-oknál megszokott módon (csak úgy néha) előálló, igen intenzív HDD műveleteknél nem szakad meg a letöltött adat mentésének folytonossága. Lassabb winchester választása esetében különösen fontos a kettéosztás. A 80 GB kb. 2 napi mintavételre elegendő úgy, hogy az adatok kiértékeléséből származó képeket az első HDD-re mentjük. A PC kiépítésénél elsődleges szempont a költségek minimalizálása volt, nem mellesleg, így sikerült megtalálni azt a konfigurációt, amivel nem lövünk ágyúval verébre. Persze, ne ijedjen meg a kedves Olvasó, ha otthonában „csak” egy 3 GHz feletti processzorral és több, mint 1 GB RAM-mal felvértezett számítógép található...

A fenti összeállítást természetesen az adatok kiértékelésekor és a képek elkészítésekor is teszteltük. Az egy napi adatmennyiség teljes feldolgozása

majdnem 3 órába telt vele. Esetleg itt lehet előnyös egy gyorsabb gépezet.

A letöltés indításához – szoftveres tekintetben – mindössze három dologra van szükség. Először is telepíteni kell a műholdvevőkártya illesztőprogramjait, a drájvereket. Ezután egy újraindítás, majd következhet a Tellicast kliens az EUMETSAT CD-ről, végül pedig az USB-s letöltőkulcs. A kártya, a CD és a kulcs a 23. ábrán látható.

A kártyával kapott eredeti illesztőprogramokat még csak véletlenül se telepítsük fel –, erre egy teljes napi sikertelen kapcsolódás után lehet biztosan rájönni –, hanem a 24. ábra szerinti DVB-software mappából (EUMETSAT CD) válasszuk ki az egyik drájvert! Ha ez kész, következhet a Tellicast mappa, ebből telepítsük fel a letöltő alkalmazást. Egyébként, ha itt megállunk a telepítéssel, a rendszer a parabola csatlakoztatása után működőképes lesz ugyan, de jóval szerényebb adatforgalmat produkál, az igazi csemegekről lemaradunk. Ha nem kérünk USB-s letöltőkulcsot, akkor egyrészt csak 60 € lesz a licenc megvásárlása, másrészt pedig az adatforgalom naponként 1 GB-ra csökken. Sajnos, így meglehetősen vérszegény képekhez juthatni csak hozzá, nem érdemes sajnálni az USB kulcs 40 €-jét. A legvégső telepítést igénylő mozzanat a kulcs installálása – az EUMETSAT-nál EKU-nak nevezik –, amelyet még meg kell tennünk. Először telepítsük fel az EKU-software mappából, majd újraindítás után csatlakoztassuk valamelyik USB slotba. Ha újra elindult a rendszer, akkor antennakábel nélkül, az óra mellett a 25. ábra szerinti látvánnyal kell találkozunk a tálcán. A sárga háttérű T betű jelenti a hiányzó T-Systems szolgáltatást, azaz azt, hogy a műholdvevő kártyába nem érkezik megfelelő dekódolható adat. A következő két ikon nem fontos, az XP biztonsági központot és a hiányzó Lan kábelkapcsolatot jelölik. A piros körlapon egy műhold viszont az RF jel teljes hiányával egyenértékű, azaz nem áll a parabola a Hotbird-6 felé. Ha egy megfelelően beállított antennt és fejegységet (LNB) csatlakoztattunk a Skystar2-höz, akkor a 26. ábra



24. ábra



25. ábra



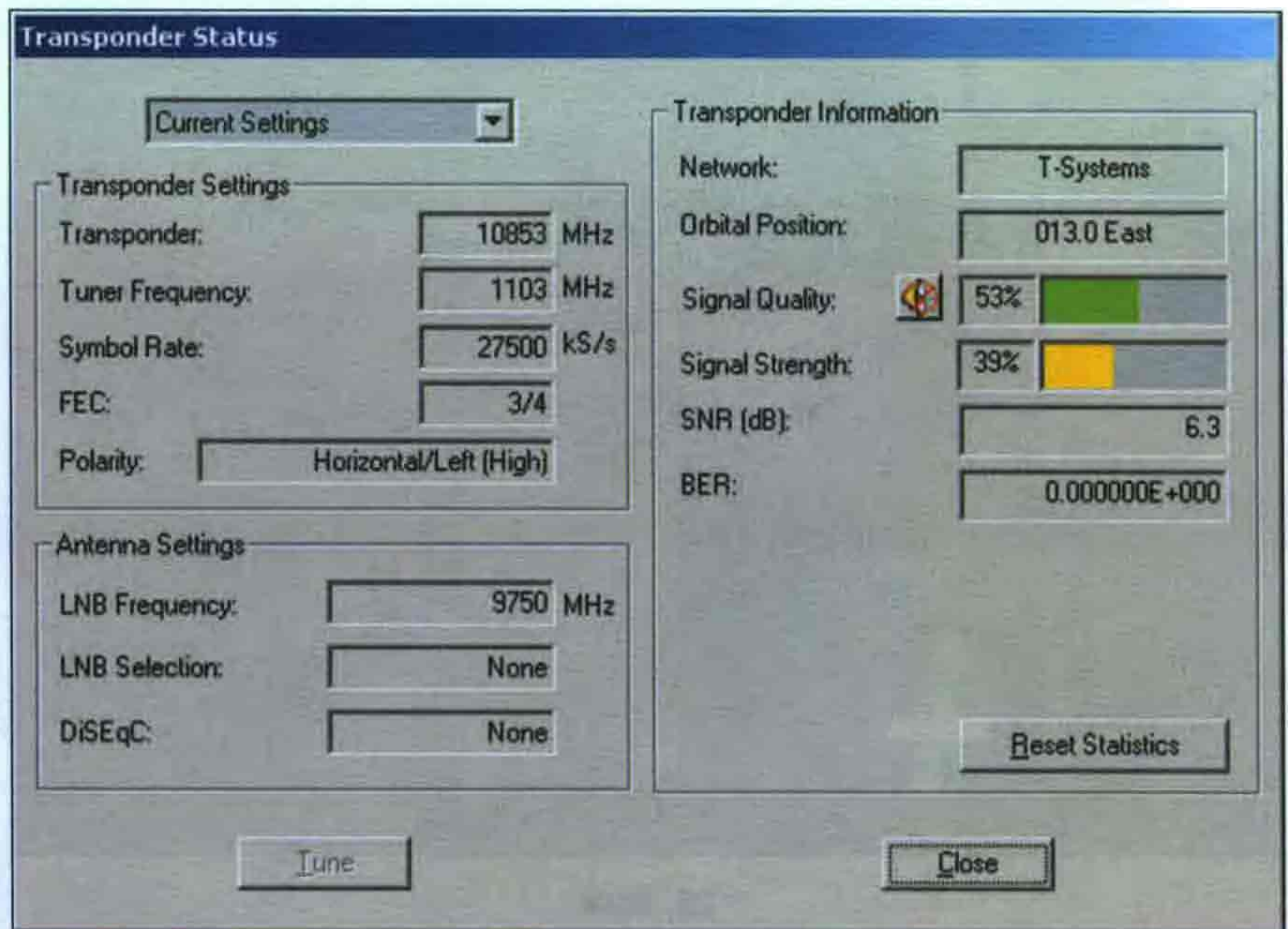
26. ábra

szerinti felső képre változik a T és a körkép. A magenta színű T jelöli az EUMETCast szolgáltatás elérhetőségét, míg a zöld körkép a megfelelő vételi térerőt. Az ECU csatlakoztatása után az alsó kép jön elő, a kis kék csatlakozóval. A zöld körre jobb gombbal kattintva előjön a 27. ábra szerinti menü, ahol látszik, hogy a Hotbird-ös EUMETCast szolgáltatás van kipipálva. Erről az ábráról olvasható le, hogy melyik a fentebb említett másik két hold, ahol a szolgáltatás még elérhető. Ugyanezen menü „setup4PC” sávjára kattintva előugrik a 28. ábra szerinti kép. Innen leolvasható a kapcsolat összes fontos adata. Az EUMETCast szolgáltatás a 10 853 MHz-es transponderen keresztül érhető el, horizontális polaritással. A jel a 90 cm-es tükör ellenére is csak 53%-os, az antennát szándékosan kicsit „rossz” irányba fordítva kb. 35%-nál szakad meg a kapcsolat. Látható tehát, hogy megfelelő a rendszer rossz idő tartaléka, bár nagyobb szél esetében időnként valószínűleg még így is eltűnik a jel. Érdekes, hogy csipogással is kijelvezhető a térerő, de hosszútávon ez eléggé zavaró, így a kis sárga hangszóró áthúzásra került.

A kapcsolat-felügyelet bővebben egy html alapú felületen érhető el, ha a 29. ábra szerinti HTML Shell feliratra kattintunk. Ekkor jutunk a 30. ábrán látható információhoz, ahol a szolgáltatás adatforgalmán kívül az éppen kapcsolódó csatornák számát, a letöltési sebességet és alapvető információkat



27. ábra



28. ábra

érhetjük el. Erre az Explorer alapú ablakra akkor lehet szükségünk, ha esetleg valamiféle beállítási problémánk adódna.

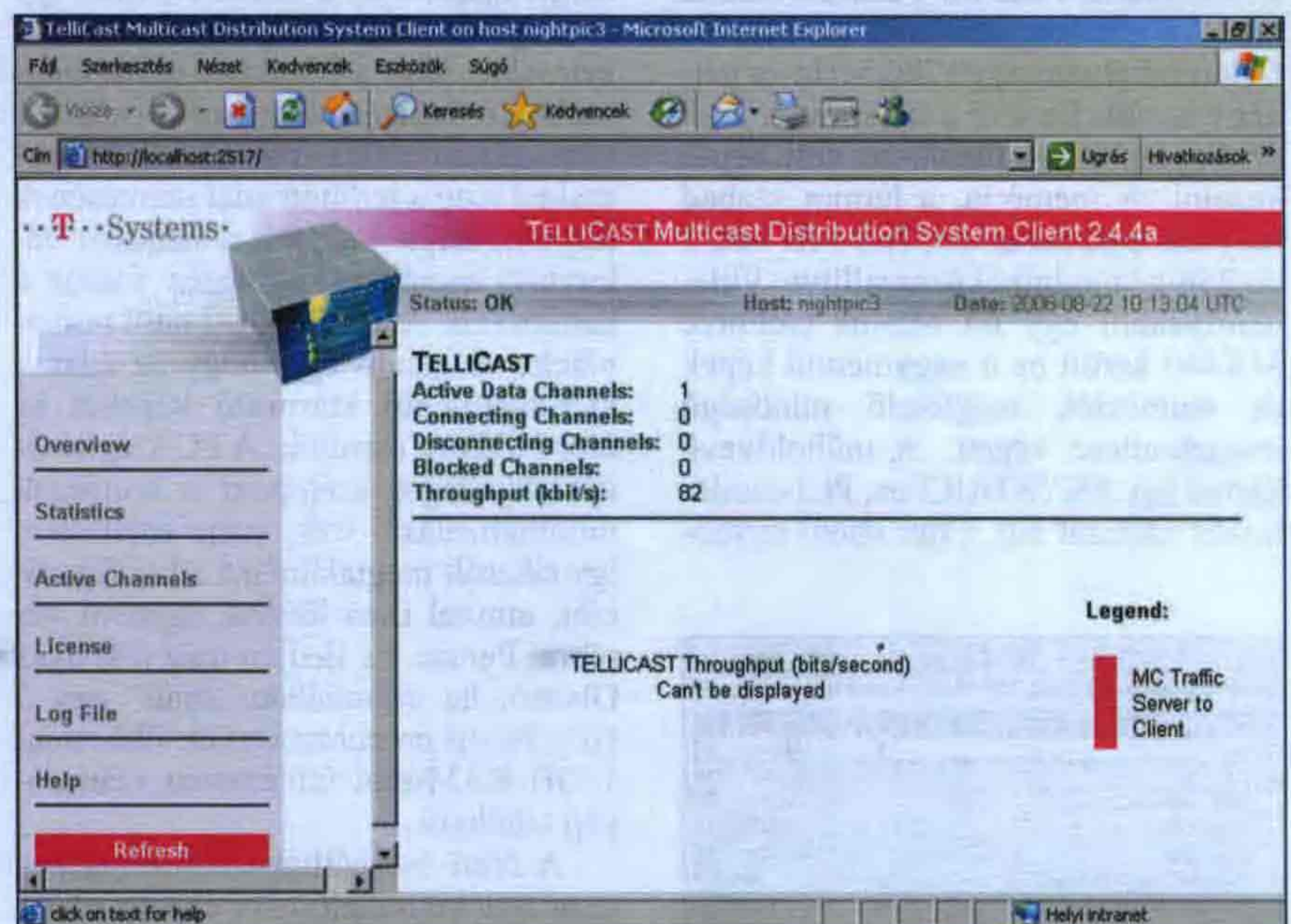
Az antenna beállítása

Lássuk ezután az antenna beállítását, telepítését! Ha csak az adatletöltésre fogjuk használni a műholdas kapcsolatot, akkor a legegyszerűbb fixen telepíteni az antennát egy ún. „single LNB”-vel (LNB = vevőfej), amely

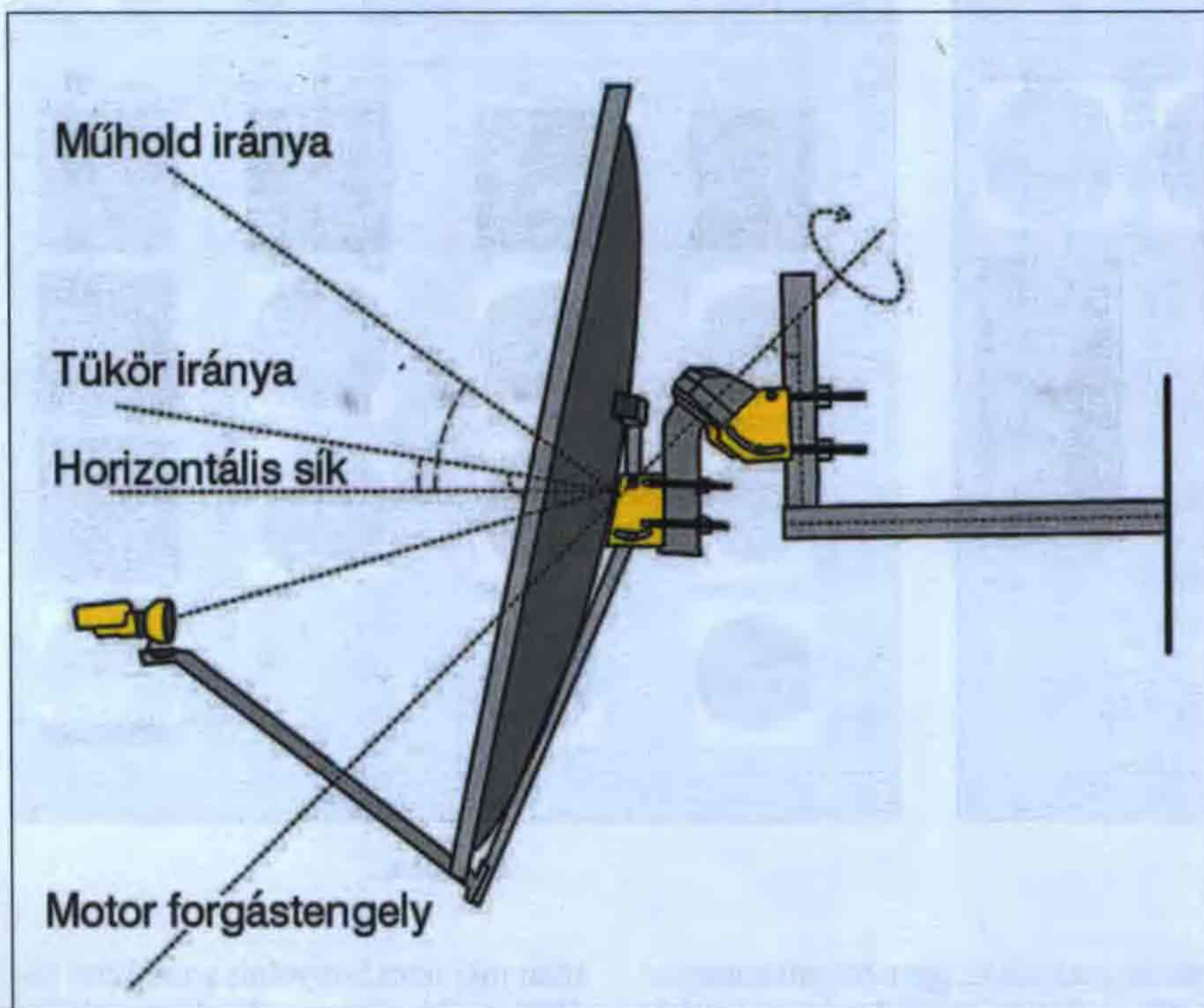


29. ábra

egyszerre csak egy beltéri készüléket képes ellátni jellel (esetünkben a SKYSTAR2-t). Ha azonban egy televí-



30. ábra



31. ábra

hez kapcsolható beltéri egységen a fogható műsorokat is szeretnénk nézni, mindenképpen egy „twin LNB”-re és antenaforgatóra lesz szükségünk. Ez a fajta vevőfej egyazon időben egymástól függetlenül akár két különböző transzponderen levő jelet is képes kezelni, viszont két levezető kábel kell hozzá. (Az ilyen fejegységekbe tulajdonképpen két, egymástól független „single LNB”-t integráltak.) Nagyon fontos megjegyezni, hogy a kétféle jelnek azon a műholdon kell lennie, amerre az antenna néz. Esetünkben a Hotbird-6-on levő EUMETCast egyidejű használata mellett nyugodtan nézhetjük az M2-t vagy a Duna Tv-t is a tévévevőn. Ez természetesen egy „single LNB”-vel nem lenne lehetséges, mivel egy fejegység egyszerre csak egyféle transzpondert képes ke-

zelni. A forgatómotor pedig azért lehet nagyon hasznos, mert a Kárpát-medencéből 15 különböző műhold adása megfelelő minőségben vehető egy 90 cm-es antennával. USALS rendszerben működő motorok teljesen már 11–12 ezer forintért is kaphatók, így a forgatóval nem túl nagy ráfordítással hatalmas mennyiségű műsor közül válogathatunk.

A mai fejegységek már 0,2–0,3 dB-es zajszámmal rendelkeznek (legalábbis, ha lehet hinni a feliratoknak). A műsorszórásra használt Ku sávot a fejegységek két részletben képesen kezelni. Mivel a beltéri egységek kb. 950 és 2750 MHz közötti jeleket tudnak feldolgozni, a 10,7–12,75 GHz-ig terjedő műsorszóró sáv egyszerre nem fedhető le. Az LNB-k 9 750, illetve 10 600 MHz-es lokálágakkal dolgoznak. A két frekvencia közötti váltás vezérlése a levezető koaxkábelén keresztül történik. A fejegység tápfeszültséget is igényel, így a táp 13 és 18 V közötti határozott átváltásával a lokálfrekvenciák egyértelműen kiválaszthatóak. A műholdról jövő jel polarizációja lehet vertikális vagy horizontális. A két üzemmód közötti váltást egy 22 kHz-es kapcsolójel végzi, amely rákerül a mindenkori tápfeszültségre. A vezérlési funkciókat minden esetben az éppen aktuális beltéri egység látja el, ezért nem lehet pl. a földi antennáknál megszokott egyszerűséggel szétosztani az LNB jelét több vevőkészülékbe. Ha ugyanis az egyenszintet leválasztva párhuzamosítanánk, akkor a második beltérin nem tudnánk az elsőn beállítottól eltérő polaritást és lokálfrekvenciát igénylő műsorokat nézni.

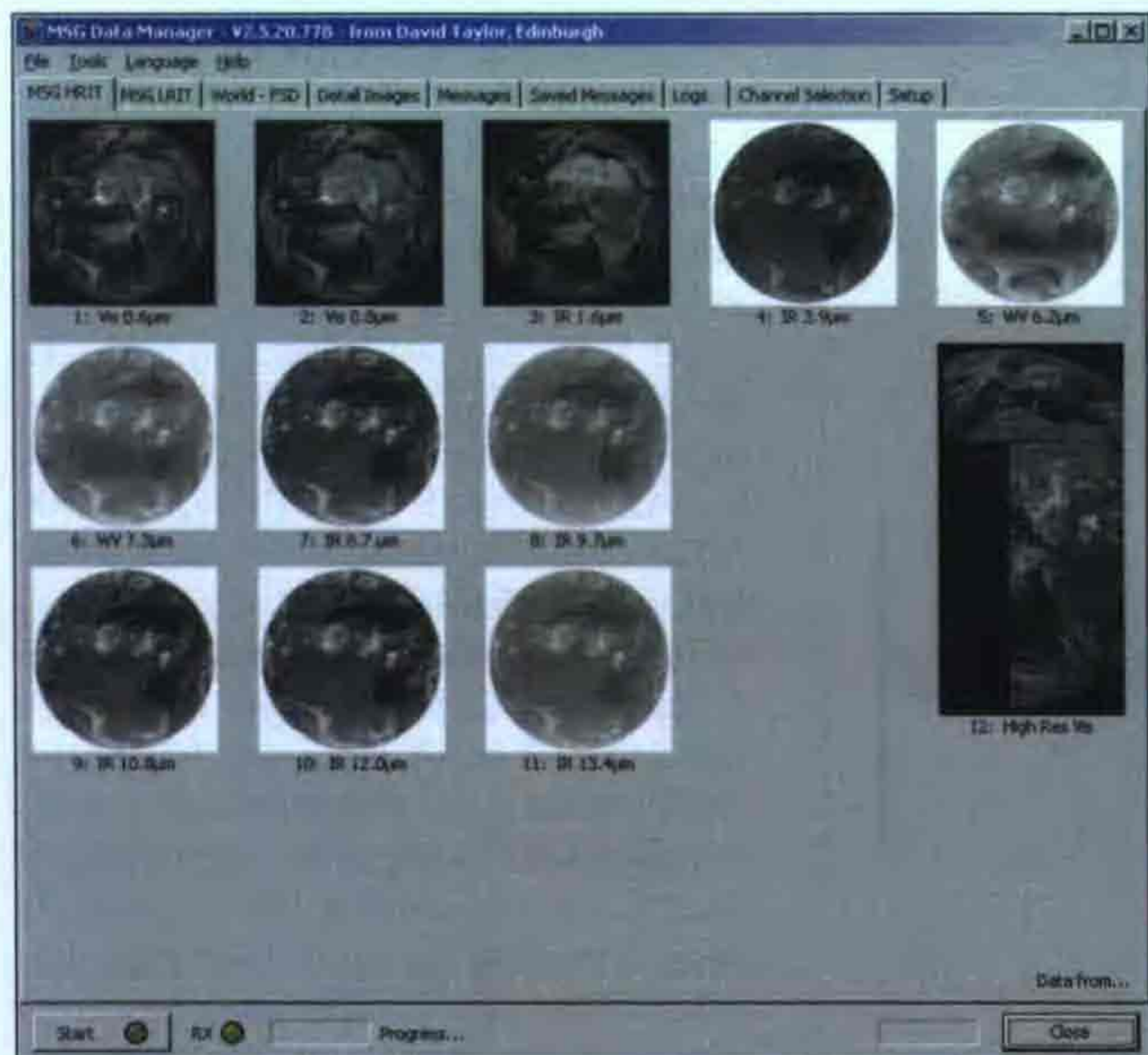
A műsorszóró műholdak az állandó Föld–műhold kapcsolat megvalósítása érdekében geoszinkron pályán keringenek (mint a Meteosat). Ez a pálya a mi földrajzi pozíciónkból nézve egy meglehetősen elnyúlt ellipszisre hasonlít.



32. ábra



33. ábra



34. ábra

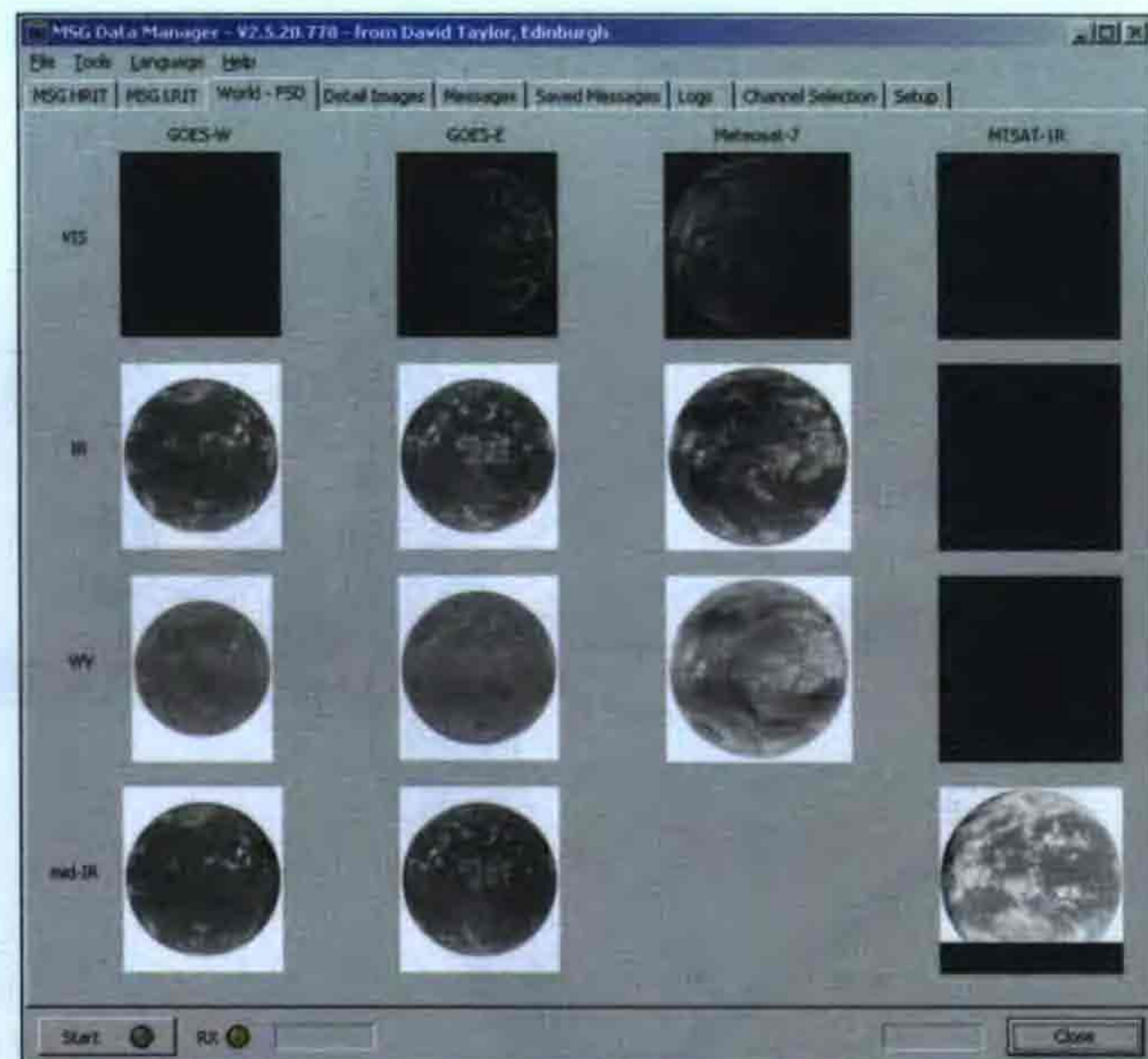
Ha valamelyik műholdra beállítottuk az antennát, akkor egy másikra való pontos ráállítás nem valósítható meg az antenna függőleges tengely körüli elfordításával. Persze, egymáshoz közeli műholdak esetében elképzelhető, hogy könnyen megy a beállítás, mert néhány fok eltérésnél még nem görbül nagyon a geoszinkron pálya, tőlünk nézve. 15–20° felett már bizonytalan a siker. A pontos beállítás érdekében nemcsak a függőleges tengely körül kell forгатni a tükröt, hanem még dönteni is szükséges. Ez a bonyolult mozgás helyettesíthető egy megfelelően ferde tengely kö-



35. ábra

rüli forгатással is, így a forгатók meglehetősen furcsa megjelenéssel rendelkeznek.

Az antenna felszerelésének menete. (Ezt a részt érdemes áttanulmányozni, mert a szakemberrel történő felszerelés és beállítás költsége bizony vetekszik egy olcsóbb beltéri árával!) A legfontosabb művelet – ezt rendkívül precízen kell elvégezni(!) – az antennát tartó cső függőleges beállítása. Ha nem tető fölé, hanem pl. falra szereljük fel, akkor érdemes vásárolni egy fali tartót, amely négy **hatlapfejű, legalább 17-es csavarral** rögzítendő fel tiplin vagy



36. ábra

után már nem bonyolult a rendszer beállítása. Megjegyzendő, hogy elvileg nem teljesen függőleges tartóra is beállítható a forгатós rendszer, de sokkal több plusz munkát igényel, mintha a tartót pontosan szereltük volna fel. Ezután a kapott útmutatók szerint szereljük össze a parabolát, majd a 31. ábra szerint rögzítjük egymáshoz a forгатóval és szereljük fel a tartóra.

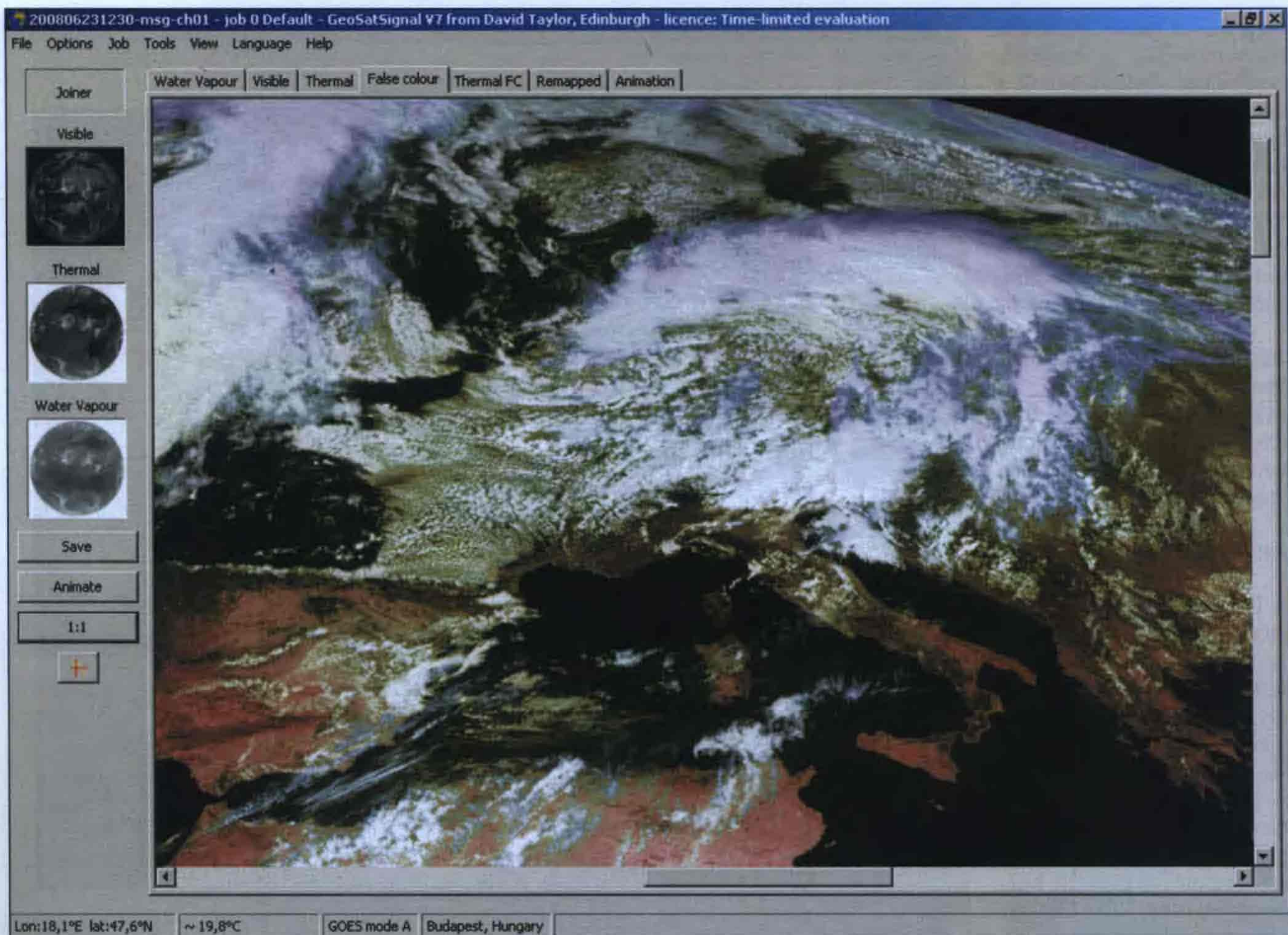
Egy nagyon fontos mozzanat következik: A motort a „0” pozícióba állítva ellenőrizzük, hogy az antenna-motor-tartó függőlegesen egy síkban vannak-e. Ha nincsenek, korrigáljunk, mert „becsuklott” állapotban a továbbiak jelentősen megnehezdednek. Az LNB felszereléskor ügyeljünk arra, hogy a rajta levő kis nyíl felül legyen, ezzel biztosítjuk a horizontális-vertikális polaritás pontosságát.

Az antenna beállítása előtt meg kell tudnunk földrajzi koordinátáinkat térkép vagy esetleg a Google alapján. Hozzávetőlegesen 46° és 49° közötti

dübelen keresztül. Betonfalba fémdübelt, lyukacsos téglába legalább 15 cm mély furatot igénylő hosszú műanyag tiplit használunk. Nagyon fontos, hogy sem oldalra dőlése, sem pedig előre-hátra dőlése nem lehet a tartónak! Görbe fal esetén alátétekkel korrigáljuk a felszerelési síkot. Az ideális telepítési hely a déli, délnyugati fekvésű fal. Ekkor elegendő a 40 cm kinyúlású tartó is. A jól felszerelt tartó

TNév	Kit	Méret
<DIR>		
200806231200-msg-ch01	jpg	341 007
200806231200-msg-ch02	jpg	338 675
200806231200-msg-ch03	jpg	339 583
200806231200-msg-ch04	jpg	303 469
200806231200-msg-ch05	jpg	246 851
200806231200-msg-ch06	jpg	257 027
200806231200-msg-ch07	jpg	294 063
200806231200-msg-ch08	jpg	256 274
200806231200-msg-ch09	jpg	295 803
200806231200-msg-ch10	jpg	293 599
200806231200-msg-ch11	jpg	264 314
200806231200-msg-ch12	jpg	1 345 197
200806231200-msg-ch13	jpg	658 941

37. ábra



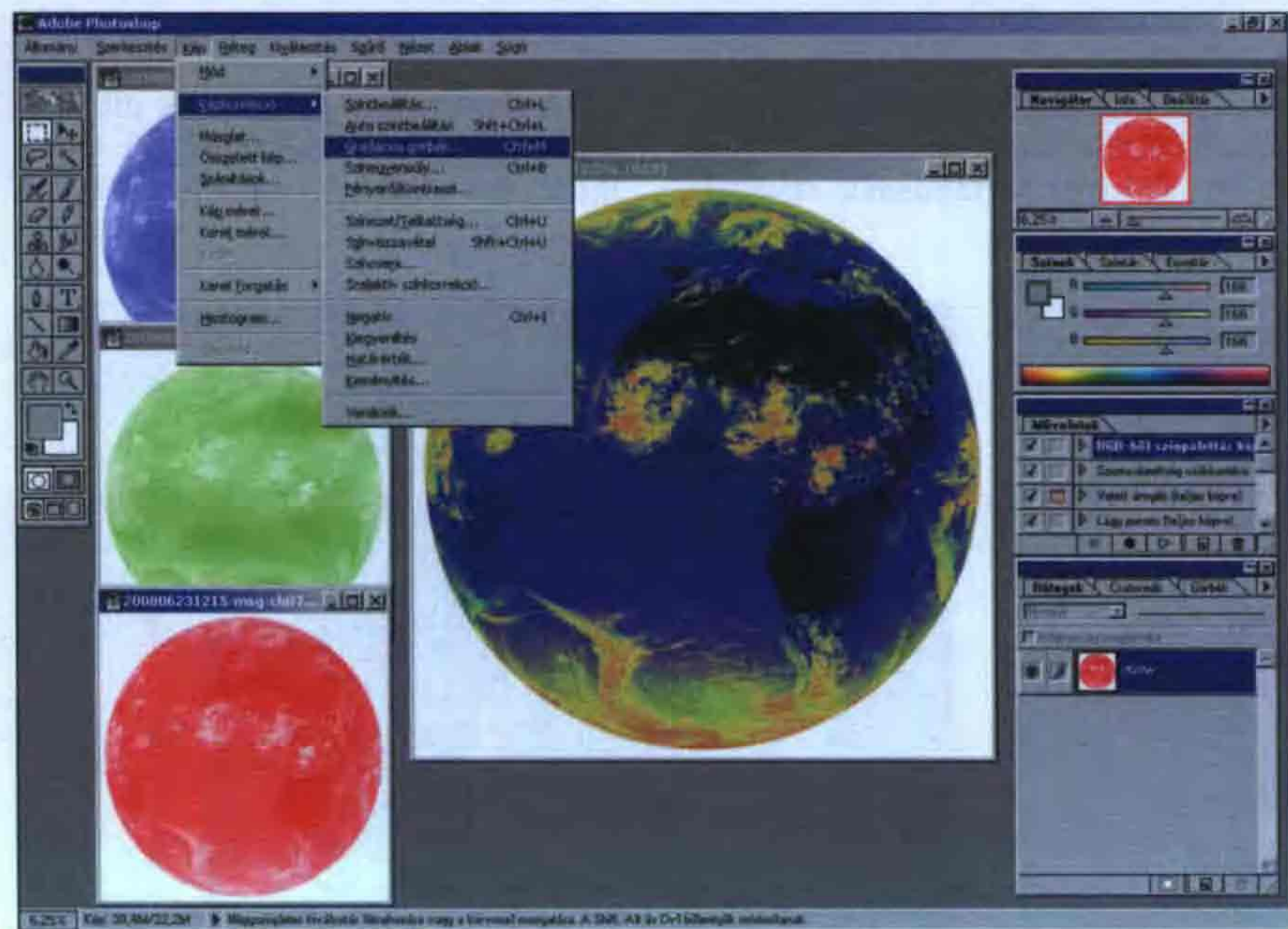
38. ábra

északi szélességet, 16° és 23° közötti keleti hosszúságot kell kapnunk. Buda-

pest környékén teljesen jól megfelel a $47,5^\circ$ – $19,2^\circ$ -os párosítás. A motor for-

gástengelyét a rajta található fokbeosztás segítségével $90^\circ - 0,8^\circ$ – „északi szélességünk” helyzetbe kell állítani. Ez Budapesti székhely esetében $90^\circ - 0,8^\circ - 47,5^\circ = 41,7^\circ$ -ot jelent. Az antennán levő beosztást kb. 30-ra állítsuk be. Ezzel gyakorlatilag elvégeztük a déli irány esetében szükséges elevációs beállításokat. Ezután a motor rögzítésének fellazításával állítsuk déli irányba az antennát, majd jól húzzuk meg a csavarokat.

A rendszer elvileg működésre kész, de néhány mérést azért még ejtsünk meg rajta. Ha nincs kéznél egy 32. ábra szerinti szatellitkereső, akkor egyszerűen a megfelelően feltelepített PC-hez csatlakoztassuk a koaxot. A forgatóval manuálisan a 13° kelet beállítás után a 27. ábra szerinti eredményt kell néhány pillanaton belül látnunk. Amennyiben nem sikerül elsőre, ellenőrizzük a függőleges tartót; ha az rendben van, akkor a déli irányt, majd esetleg szükség szerint egy picit állítsunk az antenna emelkedési szögén (nem a forgatón!). Egy kereső birtokában akár



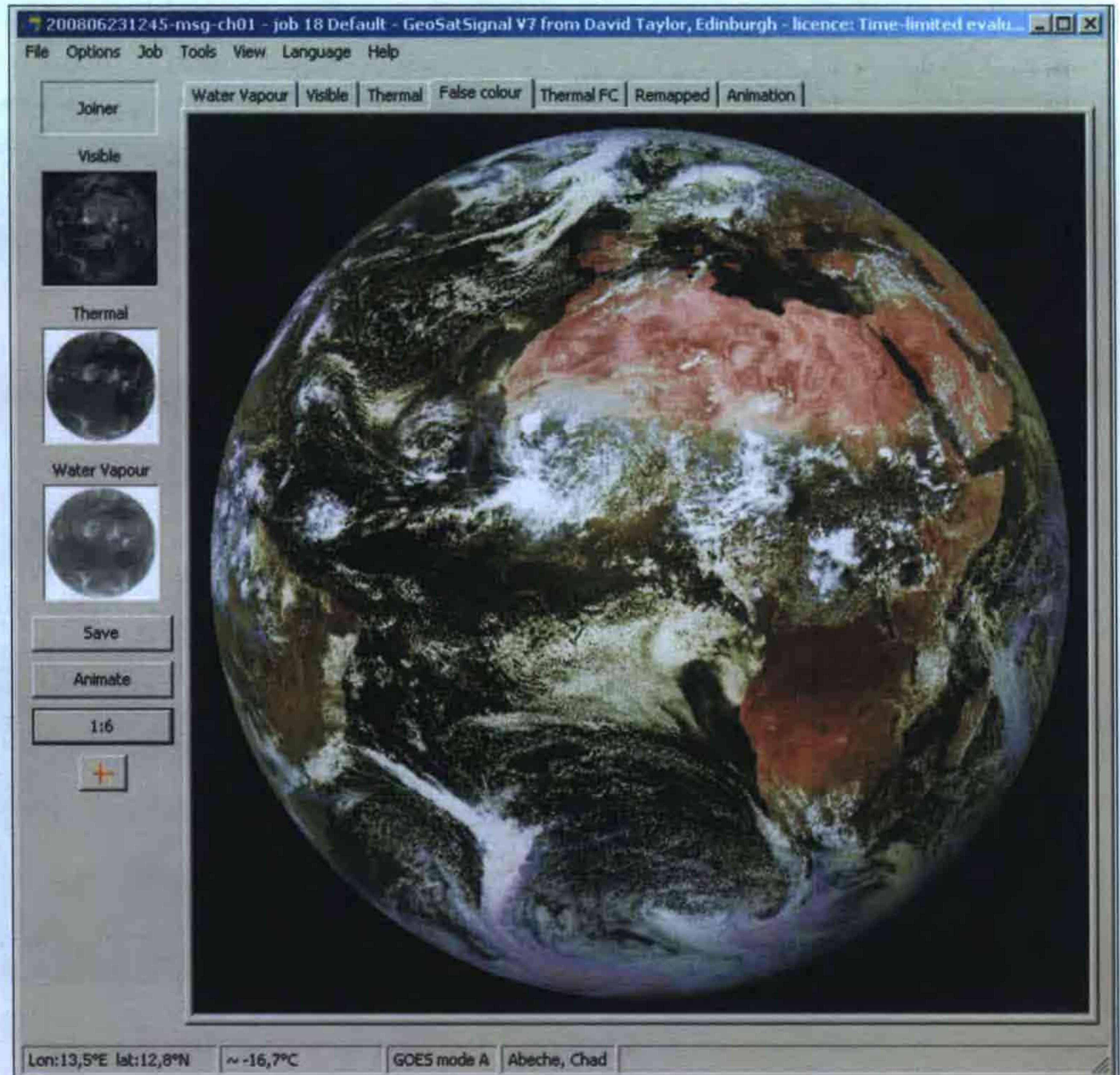
39. ábra

még PC és beltéri nélkül is ellenőrizhetjük a műholdpozíciókat. Beltéri nélkül a kereső azonban 12 V-os egyenfeszültségű tápellátást igényel. A teljes kültéri egység megépített változata a **33. ábrán** látható.

Csatlakozóként mindenhol a műholdas vételtechnikában használatos csavaros F csatlakozókat alkalmazunk, lehetőleg vékony koaxkábel kíséretében. A vékony kábel nagyon fontos, mert a csatlakozó rácsavarásakor a vastag koax meghullámosodik.

Az adatok kiértékelése

A letöltött adatok próbája a kiértékelés, a képek, animációk elkészítése. A megszerzett adatok között vannak olyanok, amelyek naponta többször is frissülnek, de találunk egyszer letöltődőket is. Próbaképp először készítünk egy teljes napig tartó mintavételt. Kiindulásként tehát rendelkezésre áll hozzávetőlegesen 35 GB-nyi adat, kb. 29–30 ezer önálló fájlban. Már a mappa tartalmának megjelenítése is sokszor több másodpercet vesz igénybe, nemhogy ha keresni vagy valamilyen módon rendszerezni szeretnénk az adatokat. Gyakorlatilag nem is érdemes rendszerezni a fájlokat, hanem minél előbb fel kell dolgozni, képekké kell alakítani, majd pedig törölni kell mindent. Ezt már jó néhány program készítője



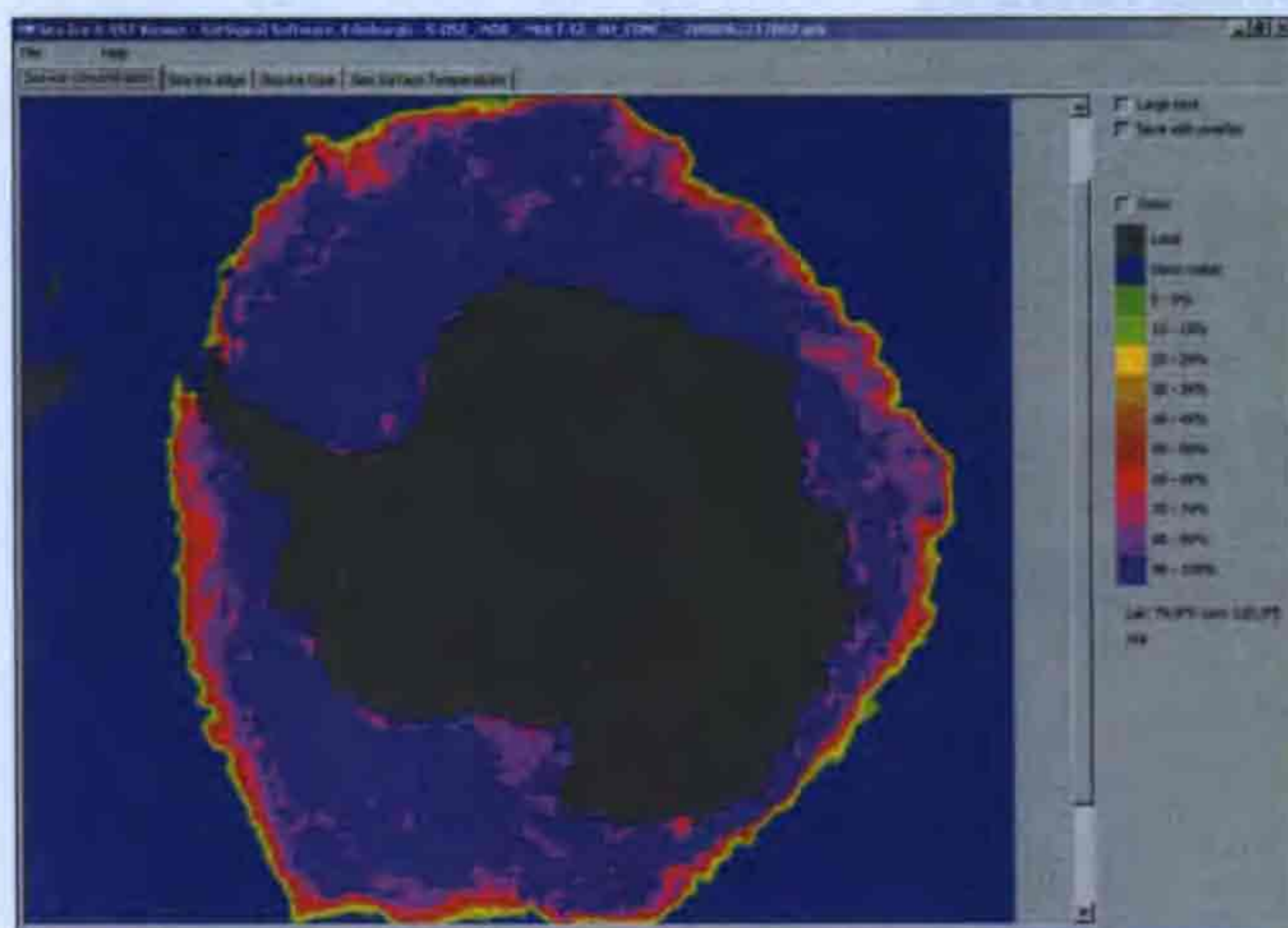
40. ábra

felismerte, mert a szoftverek nagy részében megtalálható a feldolgozás utáni automatikus törlés opciója.

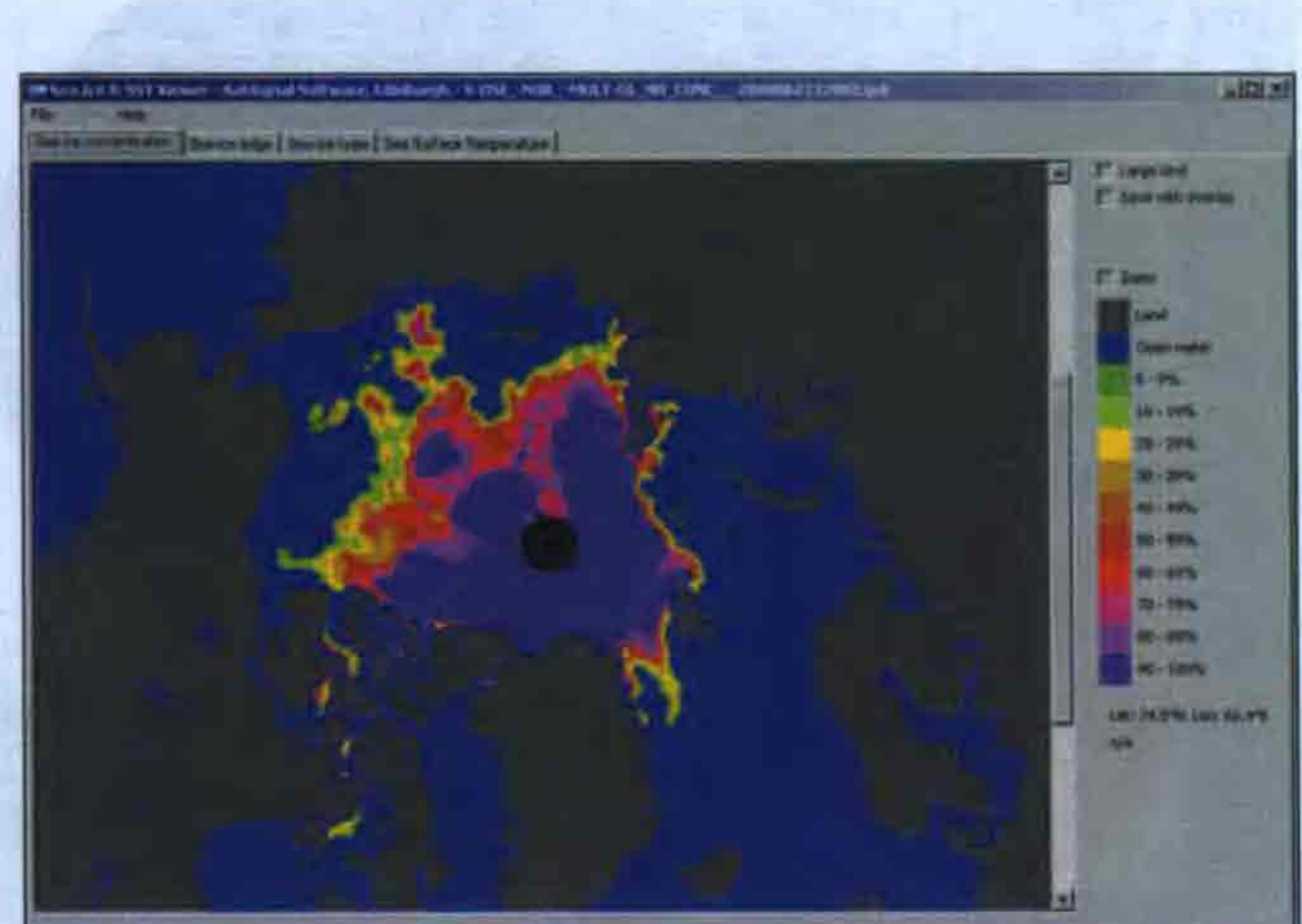
A következőkben bemutatunk néhány könnyen kezelhető programot, amelyek segítségével egyszerűen megfejthetjük a letöltött, misztikusnak tűnő fájlformátumok tartalmának rejtélyét.

Ezek a programok: a David Taylor féle programcsomag elemei közül az MSG Data Manager, a Geosatsignal, a HDF-viewer és a Sealceviewer programokkal.

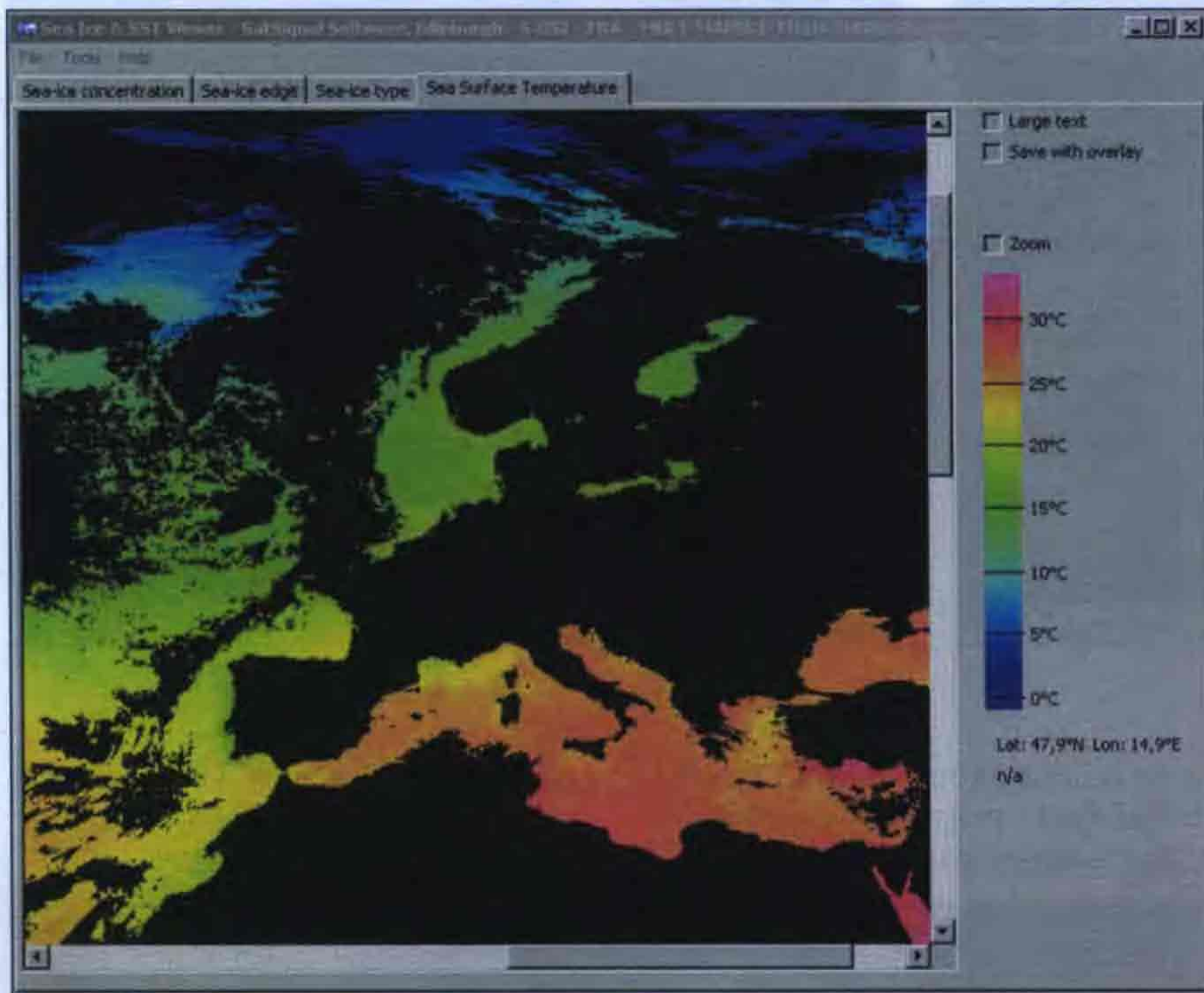
A Taylor féle programok pillanatnyilag fellelhető változatai 30 napos működési limittel rendelkeznek. A



41. ábra



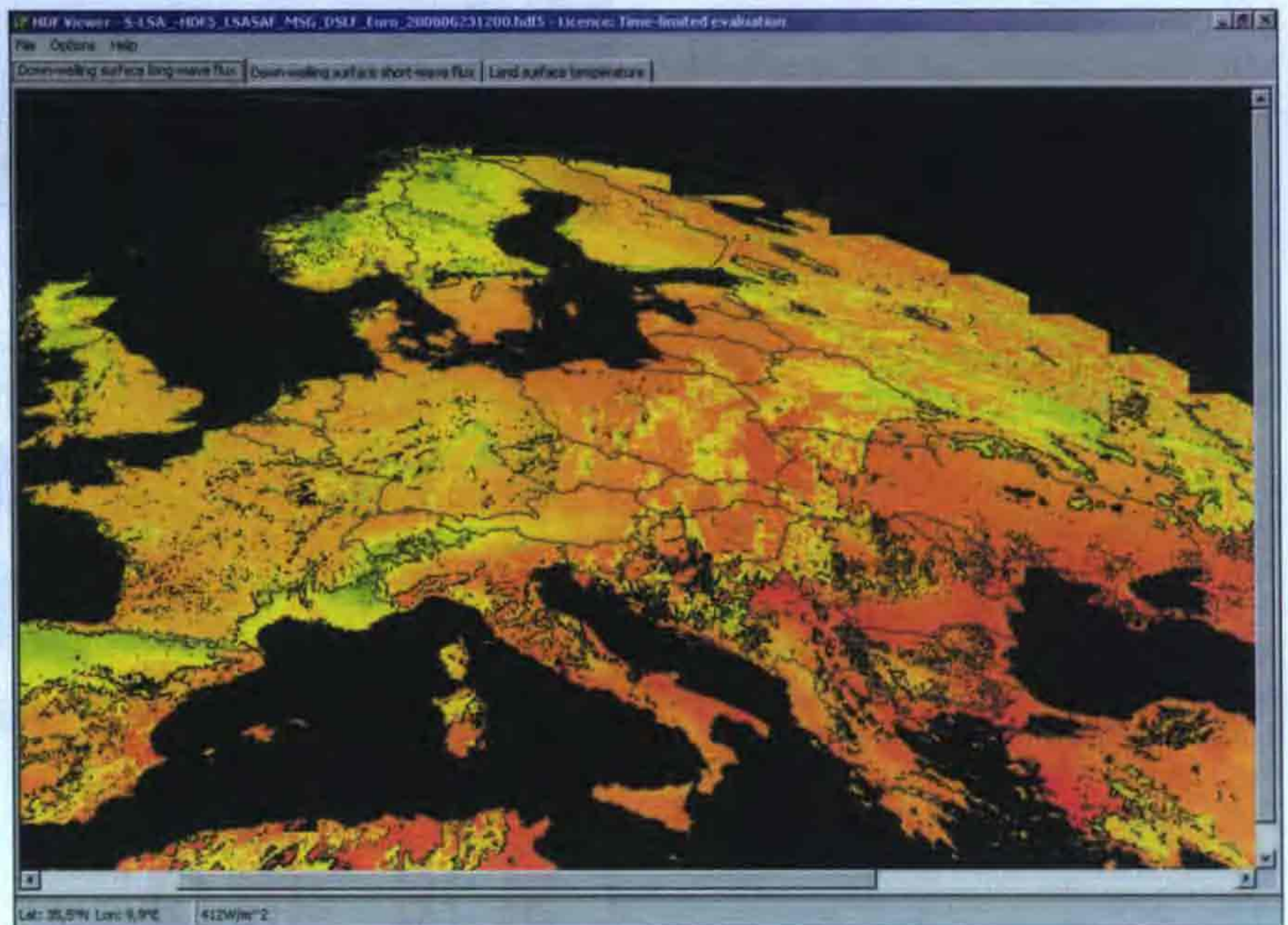
42. ábra



43. ábra

legszéleskörűben az MSG Data Manager használható. Bemelő paraméterként meg kell adni a letöltött fájlok elérési útvonalát, és adatmennyiségtől függő feldolgozási idő után már nézgethetjük is a kívánt képeket. A program főablaka a **34. ábrán** látható. Azonnal előnézeti képeket kapunk a kihámozott adatokról, a különféle hullámhosszakon történt leképezések idő szerint csoportosítva jelentkeznek. A program elsősorban a geoszinkron holdak adatainak megjelenítésére alkalmas. Így a főképernyőn mindig az aktuális elsődleges Meteosat hold által készített képek láthatóak. Ez az eszköz most a Meteosat-9. A „Vis” előtagok jelölik a látható tartományt 600 és 800 nm-en, az „IR” az infravörös képeket, míg a „WV” a vízpára elnyelési tartományát azonosítja. Az „MSG LRIT” fül alatt hasonló képeket láthatunk, persze más felbontásban. Amennyiben rákattintunk egy kisképre, akkor a „Detail Images” fül aktivizálódik és a **35. ábra** szerint rögtön megkaphatjuk a nagyfelbontású tényleges – már nem előnézeti – képet. A tájékozódást segíti, hogy a szoftver egy szélességi és hosszúsági körkből álló hálót is tesz a kép elé. Ezzel akár egy teljesen átláthatatlan felhőréteg pontos helyét is meghatározhatjuk. A „World FSD” fül mögött az amerikai kontinenst leképező GOES, és az Indiai-óceán felett elhe-

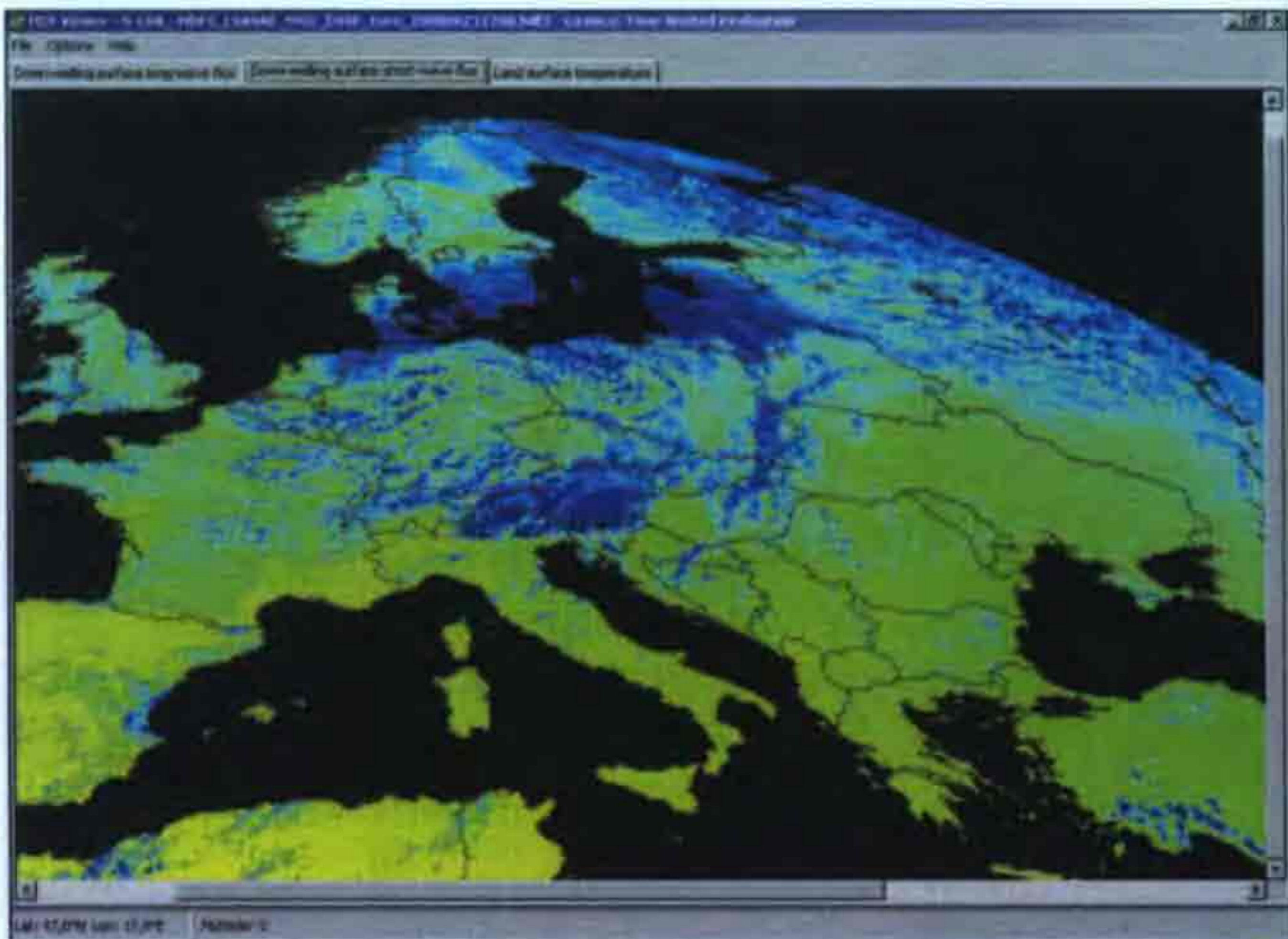
lyezkedő Meteosat-7 képeit tekinthetjük meg, amely a **36. ábra** szerint realizálódik. A program által keletkeztetett képek fájlnevei tartalmazzák a leképezési időpontot (**37. ábra**), így akár az azonos hullámhosszon készült képekből az idő előrehaladtával animációk is készíthetők. Mivel az adatok időbeli sűrűsége meglehetősen nagy, a 15 per-



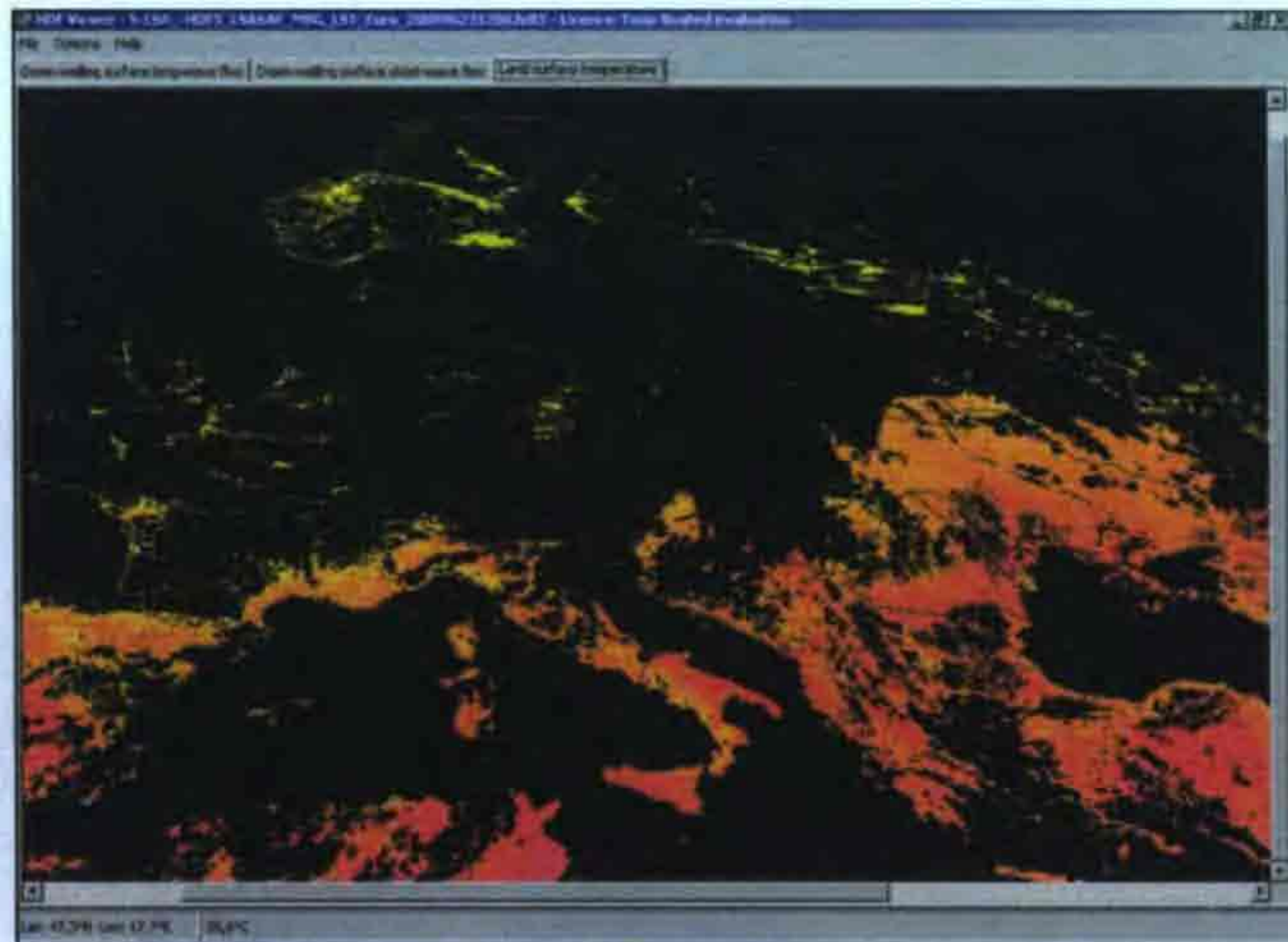
44. ábra

ces mintáknak köszönhetően igen pontos képet nyújtanak a légkörben lejátszódó folyamatokról. Az elmentésre kerülő képek alapformátuma jpeg, így a további felhasználásuk viszonylag problémamentes.

A Geosatsignal már képes az MSG Data Manager által elkészített képekből dolgozni, így hamis színes képeket is előállíthatunk vele. Igazából ez az a plusz, amiért érdemes használni, bár a szakemberek szerint a készített képek nem egészen helyesek. Mindenesetre azért érdemes megnézni a **38. ábrán** látható képet, mert gyönyörű látványt nyújt – persze a mögöttes tudattal, hogy ezt otthon, mi töltöttük le... A hamis színes képek készítésének lényege, hogy a letöltött képekből megfelelően kiválasztva hármat (lehetőleg egy láthatót, egy infrát és egy vízpárát) azokat rendre a vörös, zöld és kék árnyalatokkal azonosítjuk. Ezeket a képeket egymásra vetítve egy színes képet kapunk a színkeverés eredményéül. Persze ez a kép nem színhelyes a valósággal, de megfelelő kezekben igen sok és fontos információ hámozható ki belőle. Elvégeztem egy próbát a Photoshop-pal, hogy valóban sikerül-e valami eredményt kihozni a szürkeárnyalatos eredeti képekből. A próbálkozás eredménye a **39. ábrán** látható. Kétségtelen, hogy a színek egy szakember számára nevetségesnek tűnhetnek, de az elv világosan látszik még akkor is, ha nem meteorológus készíti a képet. Egy



45. ábra



46. ábra

valódi és jól sikerült hamis színes képet mutat a **40. ábra**, David Taylor jóvoltából.

A következő igen látványos eredményt adó programocska a SeaIceviewer. Ennek segítségével a naponta egyszer letöltődő adatokból megjeleníthetjük az északi- és a déli-sarki környezet jégtakarójának százalékos arányát. A kapott adatokból (**41. és 42. ábra**) egész éves animációt készítve világosan látható a jégsapkák méretének változása, illetve a globális felmelegedés vélt hatásai. Ezekből az animációkból sokkal több vehető ki, mint ezer környezetvédő mondatból. Ugyanezzel a programmal készíthetünk tengerhőmérséklet-diagramot a **43. ábra** szerint. Természetesen ez a leképezés csak ott jöhet létre, ahol éppen nincs a víz felett felhő. Emiatt az Atlanti-óceán néhány kisebb részén csak fekete szín látható.

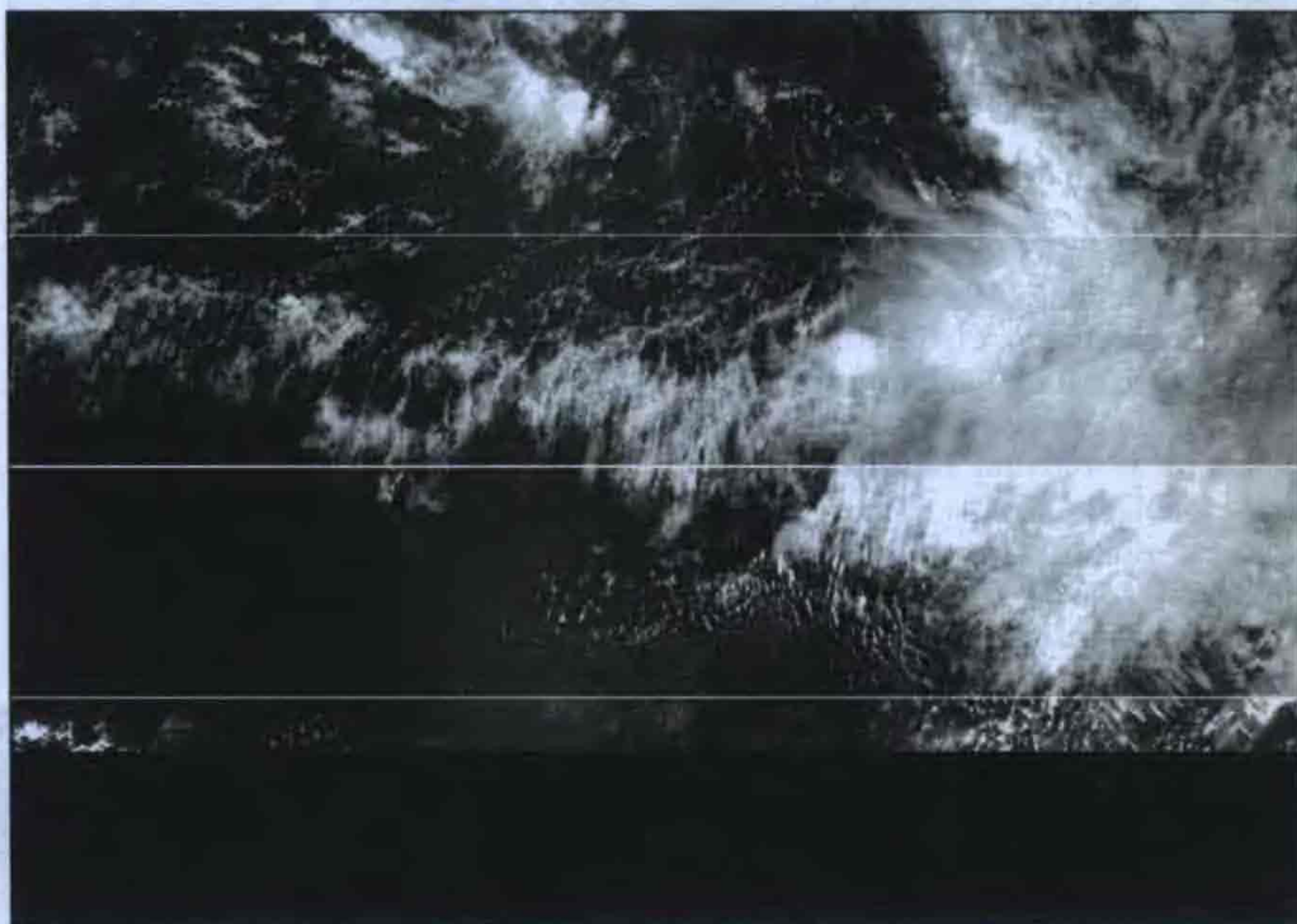
A HDFviewerrel a hősugárzás fluxusát lehet szemléltetni a hosszú és rövid hullámú tartományban (**44., 45. ábra**). A földfelszín-hőmérsékleti adatok pedig – a tengerhőmérsékletéhez hasonlóan – csak a felhőmentes területeken láthatóak, amint azt a **46. ábra** mutatja.

A letöltött adatok feldolgozására természetesen még sokféle más program létezik, vannak közöttük ingyenesek is, mint pl. az Xrit2Pic nevű. Ezzel dekódolhatóak az EUMETCast-on keresztül érkező kvázipoláris hold adatok is, így AVHRR képeket is gyárthatunk a Földfelszínről, a megfelelő időpontban készült képek összeollózásával. Erre mutat példát a **47. ábra**, amely az Északi-sarkot képezi le négy részletben.

A terjedelemi korlátok miatt, sajnos, több kép bemutatására nincs mód,

de az ismertett rendszer(ek) megépítésével bárki nagyon egyszerűen készíthet magának hasonlókat. Ezúton ki-

vánok minden érdeklődőnek sikereiben gazdag műholdvadászatot!



47. ábra

1 Segítsen % Ön is!

Reményi István
Rádióamatőr Alapítvány

18226429-1-43

Az alapítványt támogatja a

RÁDIÓTECHNIKA

Elektronika

FÜZETEK

Hangsugárzók építése 3.

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

Bevezetés

A hangsugárzók építése során az egyik legproblematisabb mozzanat a beépíteni szándékozott hangszóró vagy hangszóró-készlet beszerzése. Ilyenkor többnyire kétségek közt gyötrődünk. Az egyik oldalon áll a tervezett beszerzési és építési költség, a másikon az elvárt kielégítő, sőt kiváló hangminőség, illetve ennek reménye. Kevés építési tapasztalat birtokában célszerűnek tűnik valamely ajánlott hangszórókészlet beszerzése és a hozzá tartozó, bevált dobozkonstrukció, valamint hangváltó megépítése.

Korábbi évkönyveinkben már ismertettünk olyan – házilag megépítésre tervezett – gyári konstrukciókat, amely leírásokat receptszerűen felhasználva jó eredménnyel, a lehető legkisebb kockázat mellett építhetünk meg különféle elvi működésű és árszínvonalú hangsugárzókat. A tulajdonképpeni kockázatot az elvégzett munka minősége jelenti, vagyis valamely minimális kézügyesség mindenképpen szükséges az eredményes munkához. Ugyanekkor ezek az építési tervek elég tág teret adnak a kísérletezésre, a végső hangzás nagyon fontos beállítására, például a doboz csillapításának kikísérletezése útján, vagy a reflexcső hosszmeretének finombeállításával.

Most is ismertetünk utánépítésre tervezett, bevált gyári konstrukciókat, de szó esik hangsugárzó-különlegességekről is. Ugyanekkor ismételtén, immár sokadszorra is arra kívánjuk felhívni olvasóink figyelmét, hogy a hangsugárzóépítés egyrészt költséges, másrészt számos megfontolás megtételét kívánó munka. A neten folyó beszélgetések nyomon követése során gyakorta találkozhatunk – a számos megfontolásra alkalmas vélemény, ügyes ötlet, jópofa javaslat mellett – olyan, nagy magabiztossággal kifejtett „jó tanácsokkal”, amelyek az elemi hozzáértés hiányáról tanúskodnak. Egy tanácstalan, kezdő HIFI-kedvelő számára igen nehéz az ocsút a búzától szétválasztani, így a „vegyél XY típusú hangszórót és építsd be ilyen s olyan dobozba és az eredmény kiváló lesz” típusú tanácsoknak gyakran semmi féle

műszaki, akusztikai alapja nincs, többnyire valamely márkanév bővületébe esett embertől származik és leginkább nem csekély összeg hiábavaló elköltésére alkalmas. A számos eset közül csak az egyik nevezetes példát említhetnénk, amikor egyik olvasónk egy valóban kiváló hangszórós cég márkanévét hallván – igen jelentős költségek árán – a cégtől tipikusan énekhangra, vokálra tervezett zenekari hangszórókat szerzett be, és ebből kívánt mélyhangú egységeket építeni. Csak a vásárlás után szembesült azzal a ténnyel, hogy a megvásárolt, közepes membránátmérőjű hangszórók mintegy 250–300 Hz alatt gyakorlatilag már nem, vagy alig sugároznak.

Sajnálatos, hogy amennyiben saját, mások, képzetesebbek, tapasztaltabbak által eléggé fel nem derített, ki nem taposott utat próbálunk választani, többnyire csalódás ér bennünket, ami a kezdők esetében szinte már törvényszerű. Különösen így van ez akkor, amikor a hallottak és az olvasottak alapján, nem csekély anyagiakat előteremtve, beszerzünk egy valóban kiváló hangszórót, hangszóró-készletet. Ugyanekkor viszont a költségeket a továbbiakban úgy próbáljuk minimalizálni, hogy a hangszórók tulajdonságainak kellő figyelembe vétele helyett önkényesen kiválasztunk valamely könnyen megépíthető vagy készen beszerezhető olcsó dobozféleséget, és ettől várjuk a kiváló végeredményt.

A többnyire csapnivaló végeredmény hallatán kialakítható egyfajta sommás végeredmény, valami olyasféle, hogy XY cég termékei azon felül, hogy nagyon drágák, még silány minőségűek is, helyettük a híres „No Name” cég hangszórói is sokkal jobbak stb.

Aki adott esetben bármiféle részletesebb előzetes tájékozódás és megfontolás megtétele előtt – hirtelen támadt ötlettől, baráti tanácstól vezérelve – beszerezte például a Fostex cég valamely sokat emlegetett, nem éppen olcsó típusát és beépítette azt egy találmányra kiválasztott zárt dobozba, nagyon hamar eljuthatott a fentebb említett, teljesen hibás végkövetkeztetéshez.

Egyrésztől nem kevés ismeretet és tapasztalatot kell annak megszereznie,

aki önálló hangsugárzó-konstrukció kialakítására törekszik. Mindenek előtt például nem egy méregdrága típusal kell elkezdenie a kísérletezést! A kísérletek elvégzése persze – sajnálatosan – roppant időigényes és egyúttal erősen szubjektív is. A hallott eredmény önmagunk számára gyakorta csalóka, teljesen álságos is lehet, hiszen egy idő után a Sokol „munkarádió” sercegve krakogását is valahogy meg lehetett szokni, hát még „életünk fő művének” ilyen vagy olyan hangját. A meghallgatásokat lehetőleg ne egyedül végezzük, ezekre hívjuk meg hasonló érdeklődésű ismerőseinket is, lehetőleg olyan személyeket, akik hajlandóak az igazat a szemünkbe mondani!

Másrészt legalább a gyári ajánlások szintjén célszerű megismerni az adott hangszóróhoz javasolt dobozféleségeket, de főleg azt, hogy miért pont ezt vagy azt a konstrukciót ajánlja a cég. Minél bonyolultabb egy ajánlott doboz (két-, háromutas rendszer, tölcsér vagy reflexdoboz stb.), annál inkább indokolt, hogy – a saját érdekünkben – hűen kövessük a gyártó ajánlásait. A gyártónak soha nem fűződik érdeke ahhoz, hogy minket tévútra tereljen.

A napjainkban újra divatos, egyhangszórós hangsugárzó-konstrukciók általában mindent egyetlen, kiváló minőségű (drága...) hangszóró tulajdonságaira alapoznak, és abból igyekeznek kihozni a maximumot. Belátható, hogy a kínálatból bármely hangszórótípust, -gyártmányt is választjuk ki, többnyire kisebb, nagyobb kompromisszumra kényszerülünk, mert a mély- és a magasátvitel követelményei egymásnak végletesen ellentmondanak.

A szokásos megoldás egy olyan szélessávú hangszórótípus kiválasztása, amely némi mélyhanghiány mellett a közép- és magashangú sávban minden szempontból kiválóan teljesít. A mélyhanghiány pedig alkalmas doboztípus (pl. tölcsér) kiválasztásával nagyjából ellensúlyozható.

Akinek az így elérhető végeredmény még nem felel meg, az általános hangminőség szempontjából már kevésbé kritikusnak tekinthető, önálló szub-basszus sugárzóval egészítheti ki a rendszerét. Ez utóbbi azonban a zene-

hallgatási szokások függvénye is; vannak, akiket a mélyhangú dohogások/dübörgések kifejezetten zavarnak, míg mások kifejezetten élvezik az ilyen műsorokat. Ráadásul az eredő hangminőség megítélését a leginkább hallgatott zenei műsorféleség is erősen befolyásolja.

Egy vonósnégyest hallgatván nem valószínű, hogy megkifogásoljuk a legmélyebb hangok átviteli hiányosságait. Mindamellett számos olyan könnyűzenei felvétel is készült már, ahol a mélyhangok látszólagos jelenléte csupán akusztikai mesterkedés a felhangokkal, és igazi mélyhangokat a műsoranyag valójában nem is tartalmaz.

A felső árkategóriás, igen jó minőségű, szélessávú hangsugárzók mélyátvitelében azonban – akárhogyan is csűrjük, csavarjuk a dolgot – kissé szegényes, különösen a kategórián belüli olcsóbb, kisebb membránátmérőjű típusoké. Miután ezeket a kisebb méretű típusokat eleve kisebb dobozokba történő beépítésre szánták (a T/S-paramétereik is ehhez igazodóak), sokak fantáziáját megmozgatta ezen hangszórók kielégítőbb viselkedésének kikísérletezése.

Ezek a kiváló hangszóróféleségek már itthon is beszerezhetők, amint ezt a 2007-es évkönyvünk 39. oldalán található Tempo Music Kft. hirdetése is bizonyítja (www.tempomusic.hu). Például a Fostex hangszórótípusok közül pedig éppen a kisebb átmérőjű típusok azok, amelyek árszínvonala a hazai pénztárcákhoz elfogadhatóan illeszkedik. De bővült a megvásárolható vagy megrendelhető választék is, így a valamivel vagy lényegesen alacsonyabb árszínvonalú, pl. Tangband, Monacor és más cégek kapható műtárgyai közül is választhatunk valamely, számunkra al-

kalmas, jó minőségű hangszórót. Elmondható, hogy már 3...10 E Ft körül is találunk számunkra alkalmas, kisebb teljesítményű, szélessávú, kísérletezésre kiválóan alkalmas, megfelelő minőségű hangszórótípusokat.

Egy dolgot azonban nem szabad elfelejtenünk. Ezek a szélessávú eszközök meglehetősen merev felfüggesztésűek, így nagyon kis, többnyire max. 1–2 mm-es membránlökettel dolgoznak, ami a közép- és magashangok esetében nem okoz problémát. A kielégítő mélyhangsugárzáshoz viszont ez a löket, a megmozgatott légtömeg kevés, amelyet az ajánlott doboz (reflexdoboz, és főleg a tölcser) alkalmas konstrukciójával lehet többé, kevésbé ellensúlyozni, de csodákra azért ne számítsunk. Nagyon jónak számít az a konstrukció, ahol 50 Hz alatti alsó határfrekvenciát kapunk

Megfontolások

Induljunk ki abból, hogy olvasmányainkban, pl. szakcikkekben, könyvekben leírtak alapján, netán barátaink kedvező rábeszélése, ajánlása folytán egy kiváló, ám „húzó” árú hangsugárzó beszerzése mellett döntünk. Tegyük fel, hogy – dagadó pénztárca birtokában – a kínálatból a Fostex cég FE207E típusú, szélessávú hangszóróját választottuk ki és szereztük be. Vizsgáljuk meg, hogyan is eshetünk kínos csapdába akkor, ha – ezen jó döntés után – első lelkesedésünkben, kellő megfontolások megtétele nélkül úgymond „nekiállunk dobozt faragni” a csodaszép és csodajó hangszóróhoz.

Önbizalmunk természetesen határtalan, hiszen mindenki azt mondta, azt írta, a net is erről szól, hogy ez egy ki-

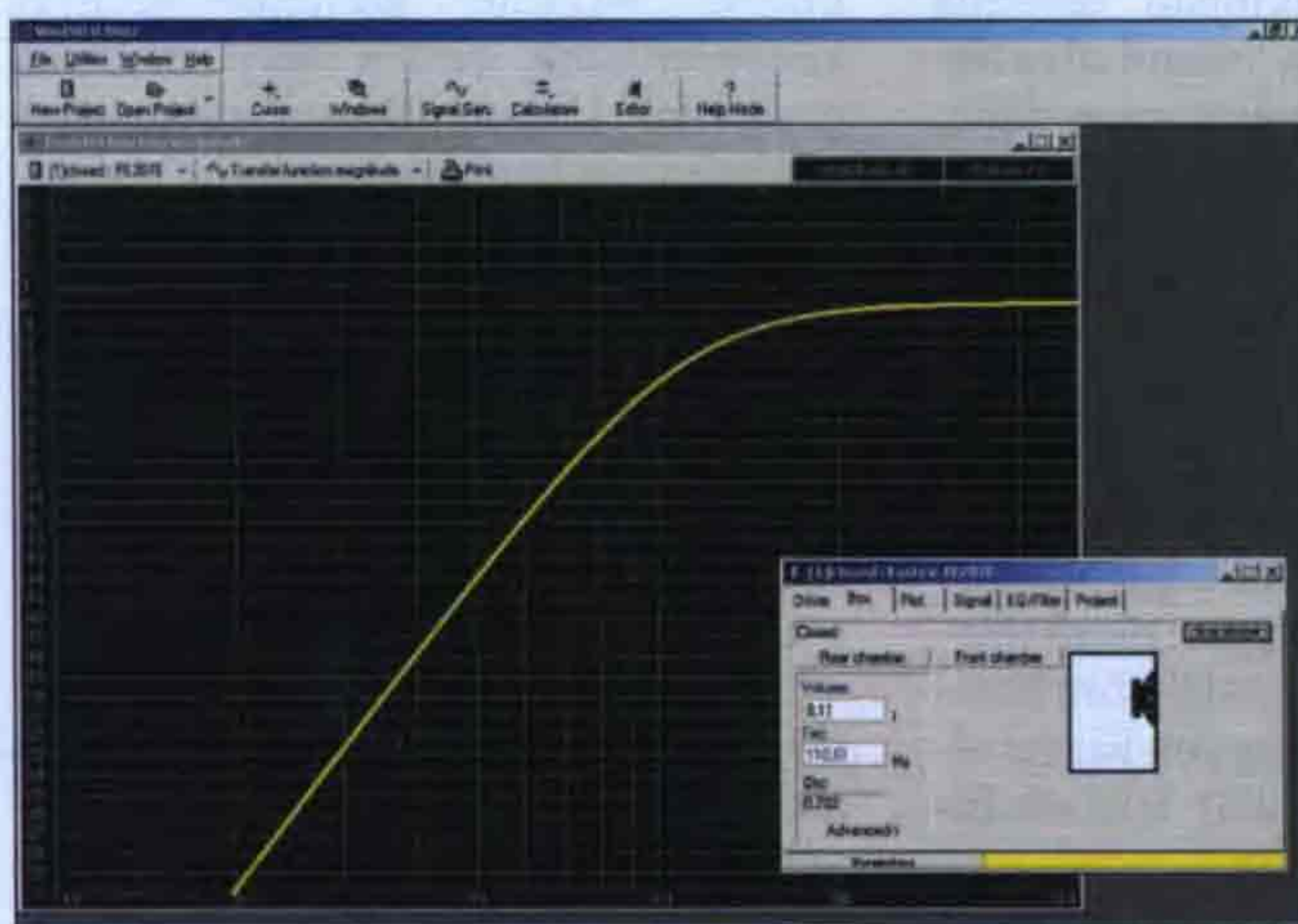
váló hangszóró és így csalódás nem is érhet bennünket. Az *Audiofil-Varázs-I.* című kiadványban is ajánlották a szerzők a hangszórót. Igaz, ők valamiféle elvárásolt, bonyolult tölcserű készítmények hozzá. Ugye, mi sokkal olcsóbban és gyorsabban is meg tudjuk oldani a dolgot, ha gyorsan összeütünk egy zárt dobozt, és kész.

Mekkora legyen a zárt doboz? Hogyan is határozhatnánk meg a méretét? Vannak jó és ingyenes, PC-s hangsugárzó-méretező programok, le is tölthetjük egyiket-másikat a netről, nosza, méretezzünk zárt dobozt.

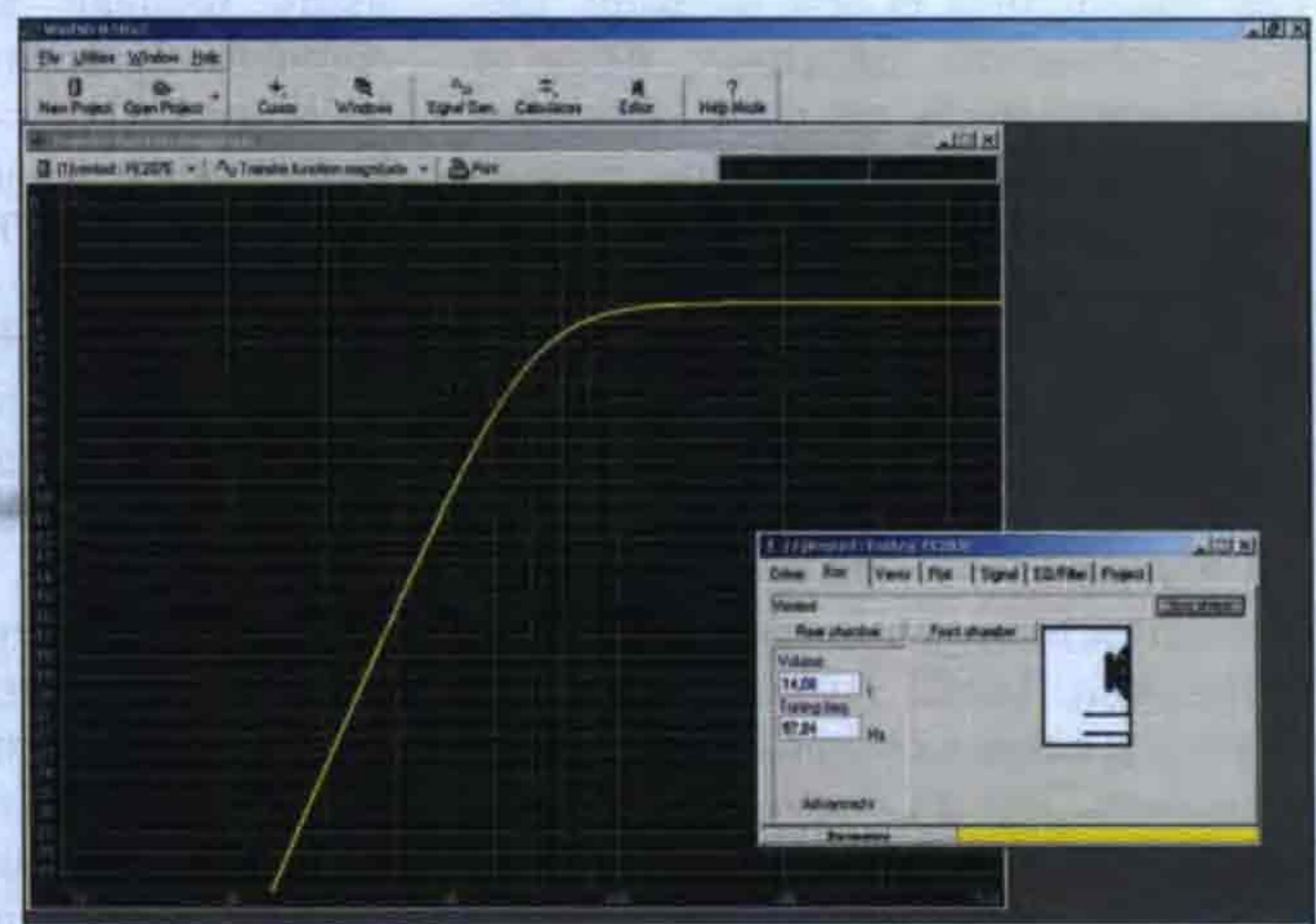
Ekkor érkezik az első hideg zuhany. A méretező-program ugyanis azt üzeni, hogy ezzel a hangszóróval nagyon rossz mélyátvitelre számíthatunk, ha zárt dobozba építjük be. Aztán – gyanakodva az éppen használt program hiányosságaira – hiába cserélgetjük rendre a méretező-programokat, mindegyik nagyjából ugyanezt az eredményt hozza ki. Katasztrófahelyzetben érezzük magunkat, mert van egy igen költséges hangszórónk, és láthatólag nem ússzuk meg könnyen a sok-sok macerás asztalosmunkát, pedig eredetileg arra gondoltunk.

Nézzük meg konkrétan! A *WinISD alpha* (www.linearteam.org) letölthető, ingyenes program például a megvásárolt hangszóró számára – $Q_{TC} = 0,7$ mellett (maxiális laposságú frekvencia-menet, kiválóan csekély csoportfutási-idő ingadozással) – egy 9,11 literes dobozt ajánl (1. ábra), elszomorító 110 Hz-es –3 dB-es alsó frekvenciahatár mellett. A dobozméret még talán tetszene, de az alsó frekvenciahatár...

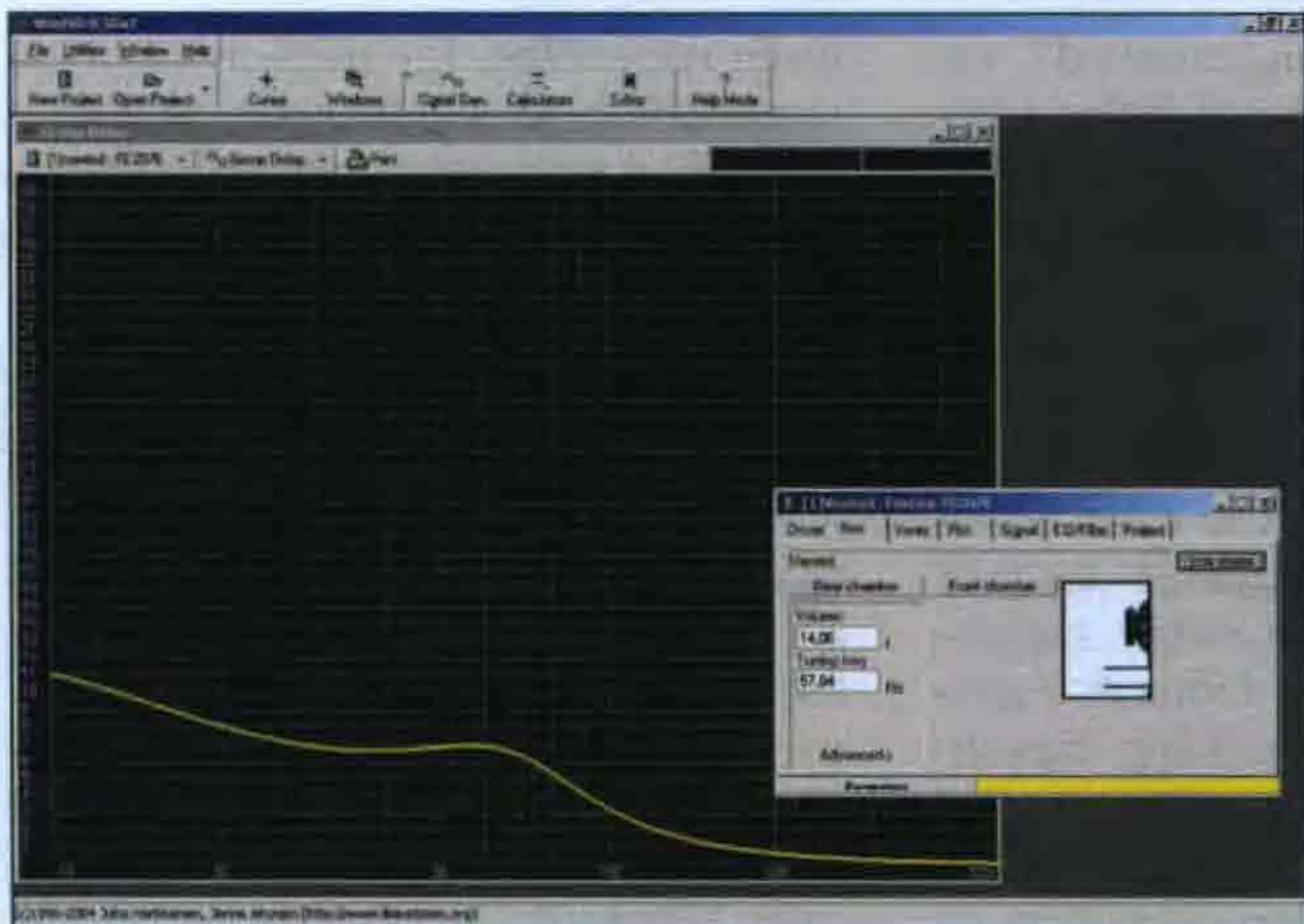
Ha a frekvencia-menetben nagyobb hullámosságot engedünk meg, a helyzet csak rosszabb lesz. Először is ka-



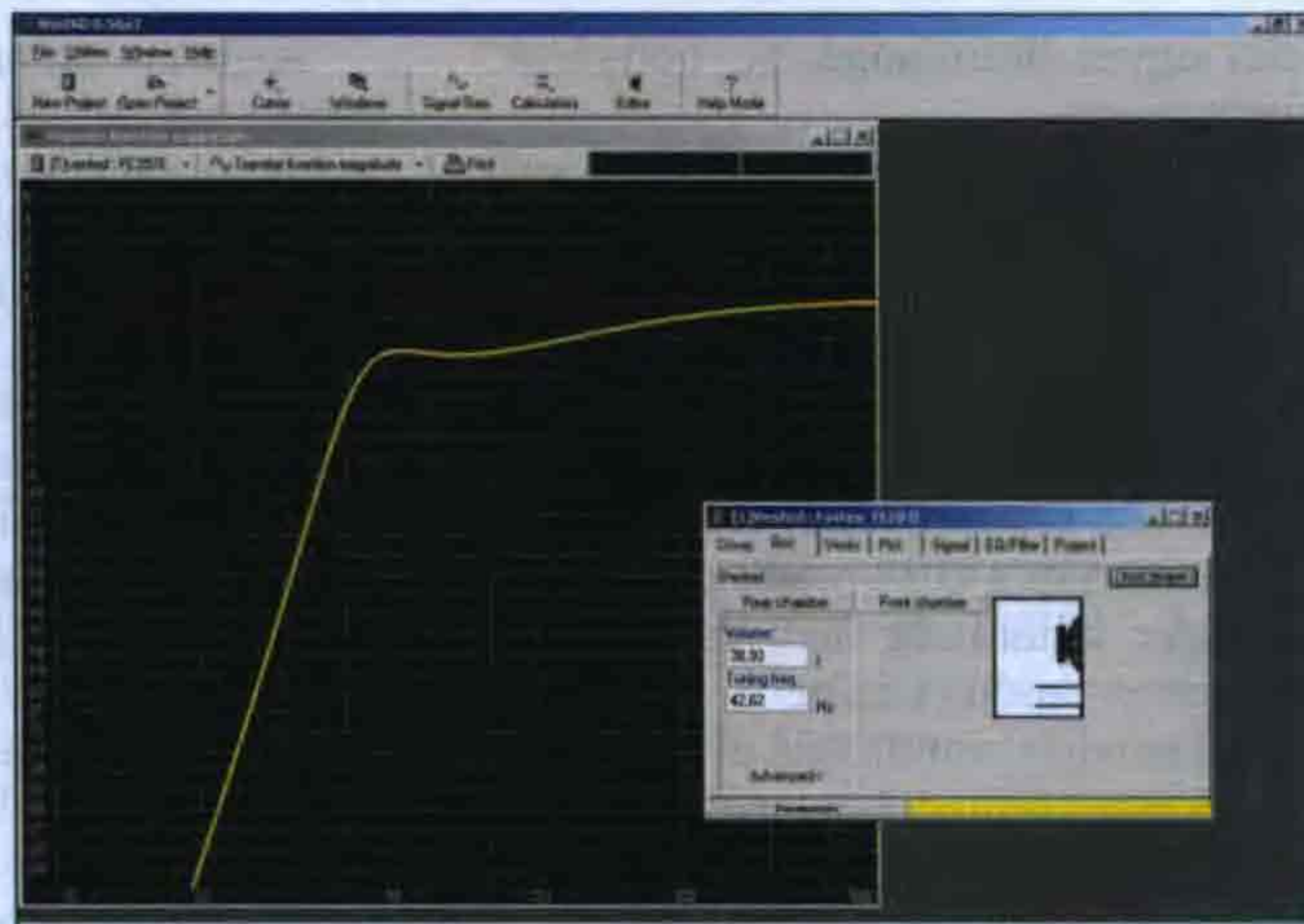
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

punk a hordóhangok táján valamekkora kiemelést, továbbá a frekvenciamenet nem igazán javul. Nosza, növeljük meg a dobozméretet 20 vagy 40 literre, hátha az segít! Sajnos, ezzel sem jutunk tovább, mert a frekvenciamenet fontos, -3 dB-es pontja csak nem akar a mélyebb tartományok felé menni. Igaz, a töréspont alatti frekvenciamenet esése valamelyest javul, de mi egyáltalán nem erre gondoltunk.

A végső konklúzió: bármekkora zárt dobozba is építjük be ezt a hangszórót, ne számítsunk túlságosan kedvező mélyátvitelre. Akkor hát mi a teendő, ha nem akarunk egy bonyolult tölcser fűrés-faragásával hosszasan bajlódni? Próbáljuk ki az egyszerűbb felépítésű reflexdobozt!

A reflexdoboz lényegében akusztikai szűrőként viselkedő, rezonáns szerkezet (Helmholtz-rezonátor), ahol a frekvenciahatáron éppen olyan sokféle lehet az átvitel jellege, a frekvenciamenet alakja, az impulzusátvitel, a csoportfutási-ido ingadozás, mint egy szokásos villamos szűrőáramkör esetében. Ennek megfelelően az átvitel tulajdonságai erősen hasonlíthatnak vagy megegyezhetnek valamely közismert villamos szűrőféleség (Butterworth, Csebisev stb.) tulajdonságaival, ezen áramköröknek a frekvenciahatáron tanúsított kellemes, illetve kellemetlen viselkedésével. Mindebből az is következik, hogy a reflexdoboz viselkedése éppen úgy függ a doboz fizikai jellemzőitől, mint egy villamos szűrő a beépített R-L-C elemek értékétől. Vagyis más elemértékekkel *más típusú* villamos szűrőt, más dobozméretekkkel *másfajta működésű, viselkedésű* hangsugárzót kaphatunk. A szakirodalom a reflexdoboz esetében mintegy *húsz-harminc fé-*

le, gyakrabban előforduló működési módot tárgyal, felhasználva a villamos szűrők (Butterworth, Csebisev stb.) analógiáját is, de ez korántsem a teljes ismert mód.

A reflexdoboz méretezése egyrészt nagyon könnyű akkor, ha a program *egyetlen végeredményt* közöl, ami azt is jelenti, hogy a program tervezői kiválasztották a reflexdoboz ismertebb működési módusai közül azt, amelyik számukra szimpatikus volt, és ezen módus szerint működő reflexdoboz lesz a program alapján kiszámítható végeredmény, és punktum! Meglehetősen nehéz utólag felderíteni azt, hogy a programozóknak melyik módus is tetszett leginkább, azaz melyikhez tartozó számítási algoritmust építették be a programba. Ami persze egyáltalán nem mindegy, mert a doboz aktuális módusa határozza meg annak végső hangzását, karakterét. Lehet ugyanis „jó hangos”, szinte tehénbögésszerű mélyhangokat produkáló, és valamivel csendesebb, jóval tetszetősebb, úgymond „szép sima” mélyhangokat sugározó reflexdobozt is építeni ugyanazzal a hangszóróval és látszatra alig különböző dobozzal. Vizsgáljuk meg ebből a szempontból a hangszórónkat különféle reflexdobozokban!

Először is abból kell kiindulnunk, hogy a reflexdobozok – mint különleges rezonátor- vagy szűrőjellegű eszközök – nagy csoportja működési módusuk szerint három alcsoportra osztható. Az első csoportba az olyan dobozok tartoznak, amelyek bármely külső beavatkozás nélkül – a tervezett célra – elfogadható eredményt nyújtanak. A második csoport reflexdobozai a kiélezett működésmód, kisebb frekvenciamenet-hiba következtében valamely

kisebb korrekciót, frekvenciakompensációt igényelnek, de ez a kompenzáció általában egyszerű RC-, RLC-tagokkal könnyen megoldható. A harmadik csoportba az olyan működésmódú reflexdobozok tartoznak, amelyek elvárt viselkedése, így frekvenciakompensációja már csak aktív eszközök (korrekciós erősítő/szűrő) igénybevételével lehetséges.

Ezek a működésmódok, módusok igen közeli rokonságban vannak a közismert szűrőtípusokkal. Más szóval ez azt is jelenti, hogy amennyiben egy reflexdoboz Butterworth (Csebisev stb.) működésmódú, akkor hasonlóak az amplitúdó, fázis, futási idő stb. átviteli tulajdonságai, mint egy Butterworth (Csebisev stb.) típusú, elektronikus szűrőáramkörének. Természetesen – ahogy általában az elektronikus szűrők esetében is – a reflexdoboz tervezése során is a legnagyobb hangsúly a sávhatáron tanúsított működésre esik.

A *WinISD alpha* ingyenes, PC-s tervezőprogram használata esetén abban a szerencsében van részünk, hogy a reflexdoboz *öt működési módusát* is felkínálja, és a továbbiakban a hangszóróhoz az általunk kiválasztott módus szerinti dobozt számítja ki.

Esetünkben a legelső lehetőség a „QB3 kvázi-Butterworth” működési módus. Ez már egy aránylag kicsi, 14 literes dobozzal is 70 Hz-es alsó határfrekvenciát eredményez, ami arra utal, hogy alapjában véve jó irányban indulunk el (**2. ábra**). Különösen megnyugtató képet ad a csoportfutási-ido ingadozás függvényképe (**3. ábra**), ami arra utal, hogy ez a doboz csekély mértékben lesz hajlamos az impulzusjelalak elkenésére, a túlzott kiemelésekre, a mindent elfedő, szokásos „áru-

házi egyen-brummogások, döngések” sugárzására.

A program szerinti következő módus-lehetőség a „BB4/SBB4 (super boom-box”, ami egy 16 liter körüli számított doboztérfogatnál a határfrekvencia alatti területen kissé kedvezőbb, dúsabb mélyátvitelt eredményez (enyhén romló csoportfutási-idő ingadozás mellett), mint a QB3 módus, de *igazán lényeges* különbség nem észlelhető a két doboz-módus között.

Hasonlók mondhatók el a következő, 16 liter körüli doboztérfogatot eredményező, „C4/SC4 (szub-) Csebisev” dobozmódusról is. Mindazonáltal, a gyakorlatban megépítve az említett három, egymástól alig különböző doboztípust, megállapítható, hogy egyrészt hangzásuk, a mélyhangoknál tekintett viselkedésük minden bizonnyal erősen hasonló lesz, de a gyakorlottabb fülűek habozás nélkül képesek lesznek a három dobozféle megkülönböztetésére. Ugyanakkor a legmélyebb hangok átvitelét – bármelyiket is építjük meg – hiányosnak érezzük, amelytől eltekintve azonban az általános hangminőségre (impulzusátvitelre) nem lesz túl sok panaszkodásunk, illetve ez utóbbiban tapasztalunk majd különbséget ezen dobozok hangzása között.

A következő két számítási opció – elfogadható kompromisszumok árán – jóval kedvezőbb eredményhez vezet. Amennyiben megengedünk a frekvenciamenet alsó töréspontja bővebb környezetében valamelyes szépséghibát, egy lépcsőszerű szakaszt, legfeljebb –3 dB (**4. ábra**) vagy –6 dB értékben, ennek árán viszont a frekvenciamenet alsó határa igen kedvezően kiterjeszthető.

Ez a működési mód azonban a lineáris frekvenciamenet eléréséhez valamelyes passzív (vagy aktív) *kompenzációt igényel*, amivel a lépcső-szakasz eltüntethető és a frekvenciamenet itt jó közelítéssel lapossá tehető. Az erősítő belsejében – egy alkalmas helyen – beiktatott +3 vagy +6 dB-es lépcső, ezáltal kiemelés, vagyis a doboz csekély átviteli hibájának a tükörképe kedvezően mérsékelt beavatkozás.

Cserében viszont (a korrekcióval együtt tekintve) az alsó határfrekvencia az EBS3 módusban (kompenzált –3 dB-es lépcsővel a doboz-frekvenciamenetben), a kiszámított 39 literes dobozzal 40 Hz-ig, illetve EBS6 módusban (kompenzált –6 dB-es lépcsővel), a kiszámított 55,5 literes dobozzal 28...30 Hz-ig terjeszthető ki.

Azonban „nincs ingyen ebéd”, valamiért valamit. A kedvező frekvenciamenetért cserében a csoportfutási-idő ingadozás az előző dobozkonstrukciókhoz képest most a másfél- illetve kétszerese lesz. Ez a hétköznapi nyelvre lefordítva azt jelenti, hogy a mélyhangok impulzusátvitelére nem lesz olyan jó minőségű, mint az előző dobozoké, a basszusok kevésbé lesznek olyan kemények, határozottak, megfogottak, mint az előző dobozok esetében, pontosabban némiképp lágyabbak, elkentebbek lesznek.

Természetesen a hangszóró és a doboz kölcsönhatásban van egymással, az eredő hangzást a két eszköz együttes viselkedése határozza meg, a végső hangzás minőségét csak a megépített és beállított hangszórók alapján lehet így vagy úgy minősíteni. Egy jó vagy kiváló minőségű hangszóró esetén megéri több dobozféleséget megépíteni ahhoz, hogy el lehessen dönteni, melyik számunkra az optimális hangzású. Ezen hangszóró beszerzési árához képest a doboz szinte filléres tárgy, főleg, ha kísérleti célra olcsó anyagból (pl. OSB) és főleg a pepecselgető minőségi kidolgozást, szépítgetést mellőzve készítjük azt el. A megfelelőnek kiválasztott dobozt pedig vagy feljavítjuk, vagy pedig igényes kivitelű új példányt készítünk. A kísérleti doboznak *műszakilag, akusztikailag kell jónak lennie*, amúgy pedig kinézhet akár tákolmány-nak is.

A fenti egyszerű példával arra kívántunk utalni, hogy szinte bármely típusú – egyébként alkalmas – hangszóróval egyaránt építhetünk alig használható, de egész jól működő hangszórót is, viszont vaktában, hasraütéses alapon tervezve szinte biztos az építés kudarca.

Végül is nem az számít, hogy milyen tervezőprogrammal végeztük a számításokat, hanem az a fontos, hogy *egyáltalán végeztünk-e* valamilyen számítást, ellenőrzést. Már korábban is említettük, de most is kiderült, hogy „a reflexdoboz” *nem egyetlen lehetséges számítás egyetlen lehetséges végeredménye*, hanem a figyelembe vett paraméterértékek függvényében létezik egy doboz-csoport, amelyből – ilyen s olyan indokok, paraméterek alapján – a számítások során választhatunk.

Amennyiben az adott tervezőprogram csak egyetlen reflexdoboz-variációt, valamely találmásra kiválasztott, ismeretlen módusú dobozt kínál fel végeredményként, az a program meglege-

tősen igénytelen, így nagyon könnyen tévedhetünk az alkalmasság megítélésében és a számunkra optimális doboz megtalálásában.

Gyári ajánlások

A következőkben néhány olyan gyári leírást, ajánlást ismertetünk, amelyek az átlagostól kissé eltérő kívánásokra adnak megoldást. Különösen ilyen esetekben érdemes a gyári javaslatokat figyelembe venni, hiszen többnyire a szokásos hangsugárzó-konstrukcióktól kissé eltérő, kipróbált, bevált megoldásokat láthatunk. Az átlag amatőrnek ritkán adódik lehetősége arra, hogy különféle speciális feladatokra önállóan kikísérletezzen hangsugárzó-konstrukciókat, mert ehhez többnyire sem a kellő anyagi erő, sem pedig a műszaki háttér (süketszoba, akusztikai mérőrendszer stb.) nem áll a rendelkezésére. Az alábbiakban bemutatott (Monacor) hangsugárzókkal ezeket a körülményeket igyekezzünk javítani, a költségeket is optimalizálni azáltal, hogy kész gyári ajánlásokat, megoldásokat kínálunk.

Central MK-II

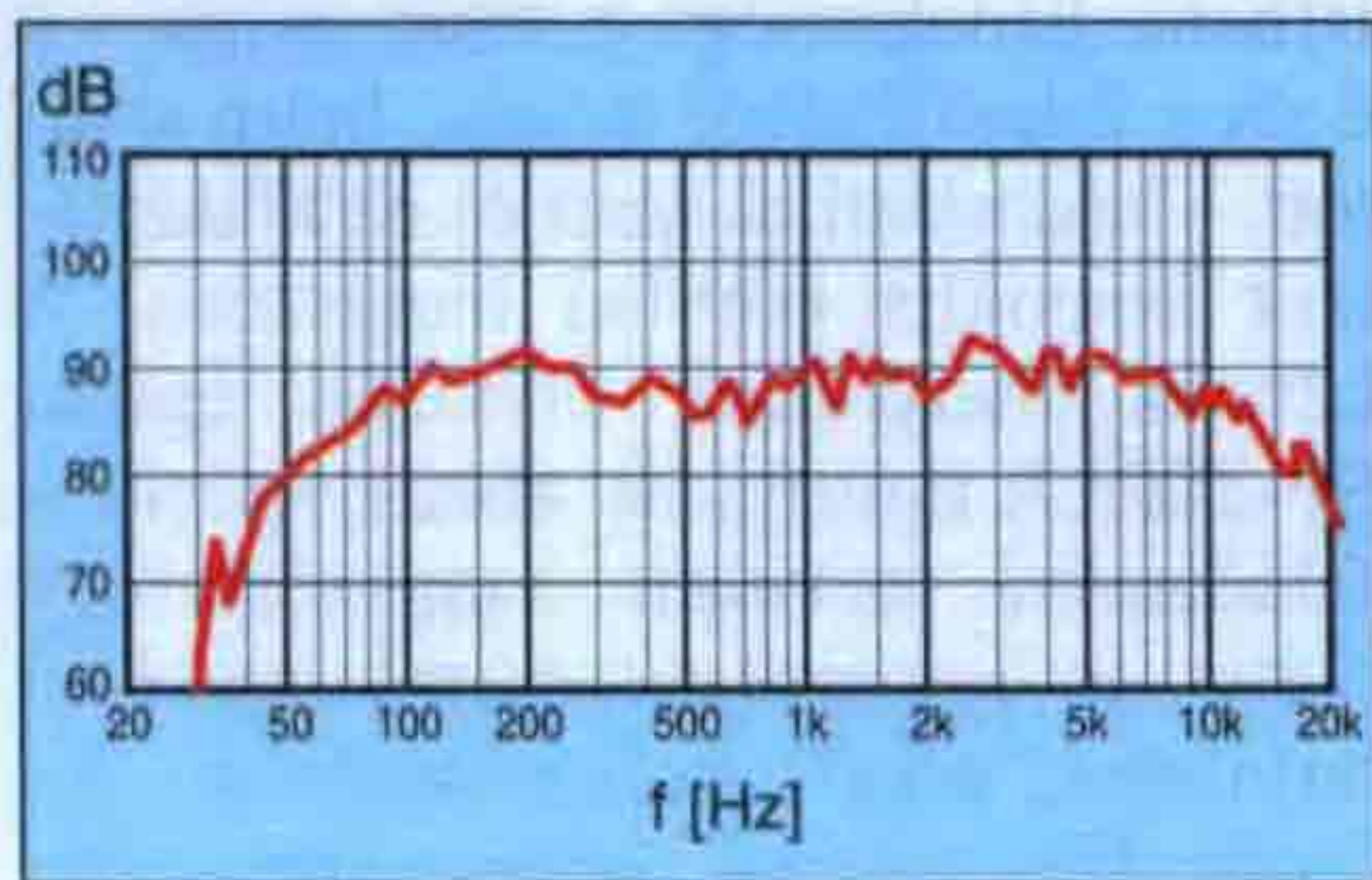
Ha egy klasszikus sztereó rendszert ki akarunk egészíteni kettőnél több csatornával rendelkező (házimozi-) hangrendszerre, akkor első lépésként egy megfelelő teljesítményű és minőségű, a középcsatorna hangját visszaadó center-hangsugárzóra van szükségünk. Szerepe nagyon fontos, ugyanis a sokcsatornás (5.1, 7.1, THX) rendszerek effekthangjainak jelentős, domináns közép- és magashang tartományát ebből a hangsugárzóból kell visszaadnunk, a többi csatornához képest gyakorta igen nagy többlet-hangerővel, jelentős dinamikával. Az effekthangok igen sokfélék lehetnek, nem ritkán például akár beszédhang is. Ez azt jelenti, hogy a kellő minőségű és a közép- és a felső tartományban is jól terhelhető, kiváló impulzusátvitelű, strapabíró hangszórók kiválasztása kulcskérdés. A megfelelő sáv szélesség értéke némileg kevésbé kritikus, bár az sem elhanyagolható követelmény. A házimozi esetében ugyan elvárható a kiváló hangzásvilág, de korántsem olyan kritikus szinten, mint egy HIFI-sztereó rendszerben, ahol még a nüanszok is fontos szerephez jutnak. Így viszont lehetőség van a költségek radikális csökkentésére, mert nem okvetlenül szükséges a legmagasabb árszínvonalú hangszórók



5. ábra. A Central MK-II típusú házimozsi-centersugárzó

alkalmazása. Megelégedhetünk az „igen jónak”, vagy „egészen jónak” minősített, de sokkalta olcsóbb eszközök használatával is. És egyébként is, ugyan ki tudná megmondani, hogy az űrlény vagy a fázisfegyver hangja ugyan mikor is és mennyire torz egy ilyen vagy egy olyan hangszóróval történő hangvisszaadás során?

A házimozsi esetében a második lépésben beépítendő szub-basszus sugárzó szerepe hasonlóan fontos, de annak a szerepe csak a mélyeffektekre korlátozódik. Ugyanekkor fajlagosan igen költséges darab, ami egy szűkös költségvetésű bővítés során a beszerzésnél,



6. ábra

megépítésnél könnyen szenvedhet használatának a lehetősége is kétséges lehet egy kifejezetten csendes lakókörnyezetben vagy kevésbé toleráns szomszédok esetében.

A Central MK-II (5. ábra) tervezésénél (Monacor) a fenti szempontokon túl még a mágneses szórás minimalizálása volt lényeges, hiszen a középsugárzót többnyire a tévékészülék alatt vagy fölött szokták elhelyezni, és a mágneses szórásból eredő képtorzítás elkerülése alapvető követelmény.

Felépítése szerint kétutas, mélyreflex doboz, amelyben két darab, kedvező árszínvonalú, mágnesesen árnyékolat közép-mélyszugárzó és egy magas-sugárzó hangszóró foglal helyet. A 4 Ω-os, lapos elrendezésű hangszugárzó frekvenciatartománya 75 Hz...18 kHz, érzékenysége $SPL = 89 \text{ dB}/2,83 \text{ V}_{\text{eff}}/1 \text{ m}$. Zenei terhelhetősége $120 \text{ W}_{\text{max}}$, névleges terhelhetősége $60 \text{ W}_{\text{eff}}$. A doboz gyárilag mért frekvenciamenetét a 6. ábra mutatja.

A doboz asztalosrajzából (7. ábra) kitűnik, hogy egy igen egyszerű konst-

rukciójú dobozzal van dolgunk, amelynek megépítése meglehetősen könnyű. A lapszabászat számára szükséges anyaglistát az 1. táblázat tartalmazza.

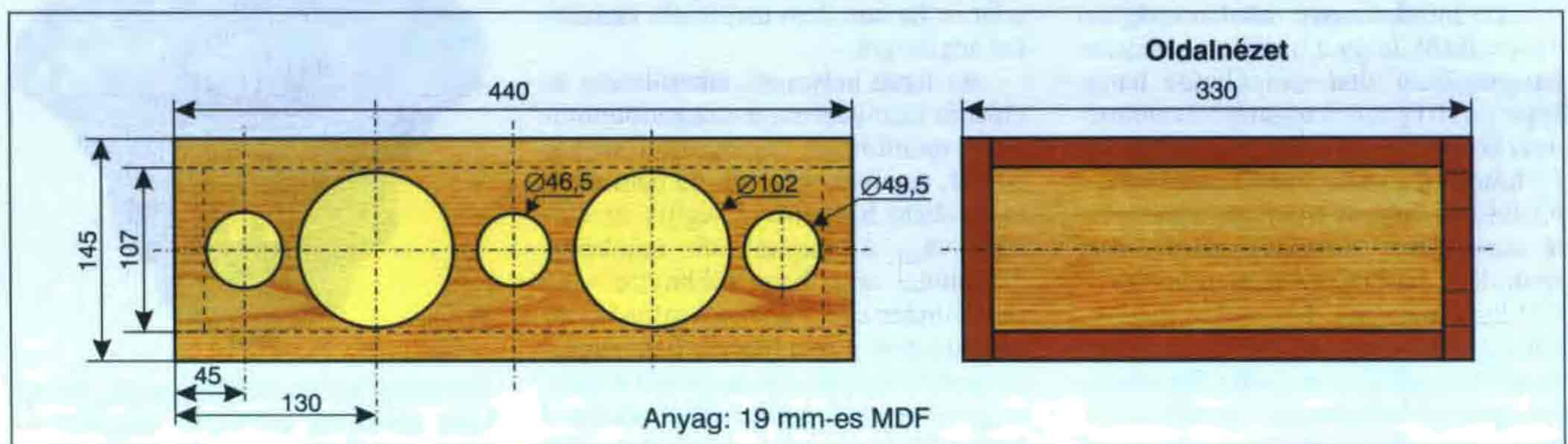
1. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Alap- és tetőlap	2	440 x 292
Elő- és hátlap	2	440 x 145
Oldalfalak	2	292 x 107

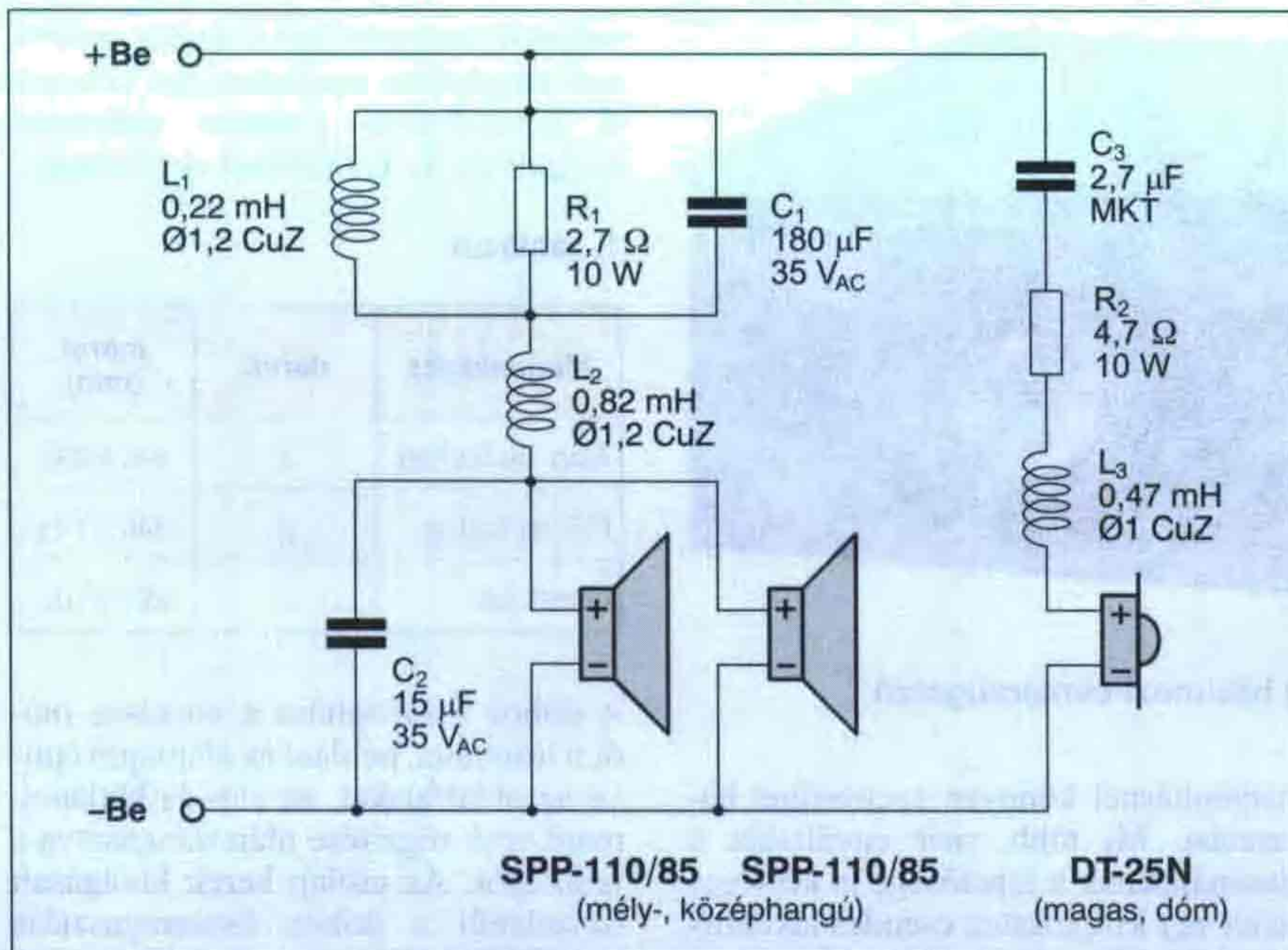
A doboz összeépítése a szokásos módon történhet, például az alaplapra építve az oldalfalakat, az elő- és hátlapot, majd ezek rögzítése után ráragasztva a fedőlapot. Az előlap kerek kivágásait okvetlenül a doboz összeragasztása után készítsük el, mivel – ahogyan ez az asztalosrajzon is megfigyelhető – a reflexcsövek és a nagyobbik hangszórók nyílásai is gyakorlatilag az előlap széléig érnek.

A dobozba építve a váltósűrőt, be- ragasztva a két BR-30HP típusú reflexcsövet, huzalozva, beforrasztva a hangszórókat, még a teljes összeállítás előtt – a két reflexcső közé lazán elosztva – helyezzük be az egy készlet MDM-3 (vatta) csillapítóanyagot. A hangszugárzó csatlakozóit hordozó szerelvényt a hátlapon készített, süllyesztett kivágásban helyezhetjük el.

A sérülések elkerülésére használhatunk keretre feszített textil hangszóróvédőt vagy alkalmas fém védőrácsot is, izlésünk és a lehetőségeink szerint. A gyárilag elkészített mintahangszugárzó előlapján a sarkokban látható (5. ábra) az a négy kis műanyag hüvely, amelyekbe bepattinthatók a fém vagy textil anyagú hangszóróvédőt hordozó keret-



7. ábra. A Central MK-II dobozának asztalosrajza



8. ábra. A Central MK-II váltósűrője

re erősített rögzítőcsapocskák. Persze ilyesmit házilagosan (és ingyen) az asztalfiókban kallódó régi banándugókból és banánhüvelyekből magunk is elkészíthetünk.

A Central MK-II hangszugárzó váltósűrőjét a 8. ábra mutatja. Alkalmazásához a következőket kell megfontolnunk. A THX-rendszerek néha túlzottan dús, a közép- és felső hangtartományba eső jeleket továbbítanak a hangszugárzók felé. Ez például HIFI-műsorokat (lemezt, CD-t) hallgatva szinte tűrhetetlen. Ha a mi rendszerünkre ez mégsem volna jellemző, tehát a jelentős kiemelést nem tapasztalnánk, tegyünk egy kísérletet a dómsugárzóval soros L_3 induktivitás kiépítésére/át-hidalására. Ezen induktivitás szerepe ugyanis éppen ezeknek a túlzott intenzitású jeleknek – ha vannak ilyenek – a mérséklése.

Az mindenesetre általánosságban elmondható, hogy a házimozsi-rendszer hangszugárzóit által szolgáltatott hangkép és a HIFI zenehallgatás követelményei között nem csekély ellentét feszül. Ez különösen akkor szembeszökő, ha a házimozsi rendszer erősítőjét a különféle mesterséges akusztikai környezetet szimuláló, különleges üzemmódok között kapcsolgatjuk. Ezeknek a módoknak ugyanis semmi közük nincs a HIFI hangvisszaadáshoz és noha filmnézéshez igen jól beválhatnak, zenét lehetőleg ne a házimozsi erősítője segítségével hallgassunk.

Spot

A térhangosítás egyik jellegzetes problémája lehet az, hogy a hangosított személy, együttes stb. nem a kellő hangerővel hallja saját produkcióját, így zavarok léphetnek fel a műsor előadása során. Jól ismerjük azt a jelenetet, amikor a mikrofon kocogtatásával, fűjkálásával győződik meg az előadó arról, hogy vajon él-e az erősítő, egyáltalán működik-e a hangrendszer.

Különösen problémás a hangosítás akkor, ha a hallgatóság vagy a kihangosított környezet eléggé zajos, netán az elhelyezett hangszugárzó-egységek túl messze vannak, viszont a távolban jelentős visszaverődést okozó épületek, tereptárgyak találhatók, és nagy időkéés, illetve visszhangosodás lép fel. Az eredeti és az időkééséssel érkező hang megzavarhatja még a gyakorlott előadót is, ha nem kap megfelelő akusztikai segítséget.

Az ilyen helyzetek elkerülésére az előadói környezetet, a színpadot/pódiumot monitorozó egységekkel szokás ellátni, amelyek diszkrét, de nem elhanyagolható hangerővel segítik az előadók vagy a táncosok stb. munkáját. Tekintettel arra, hogy többnyire – de nem minden esetben! – mikrofon is van a színpadon, a monitorozó hangszugárzó kialakításának olyannak kell lennie, hogy az összegerjedés valószínűsége a legkisebb legyen. Így a legcélszerűbb valamely jelentős irányítottsággal ren-



9. ábra. A Spot monitor

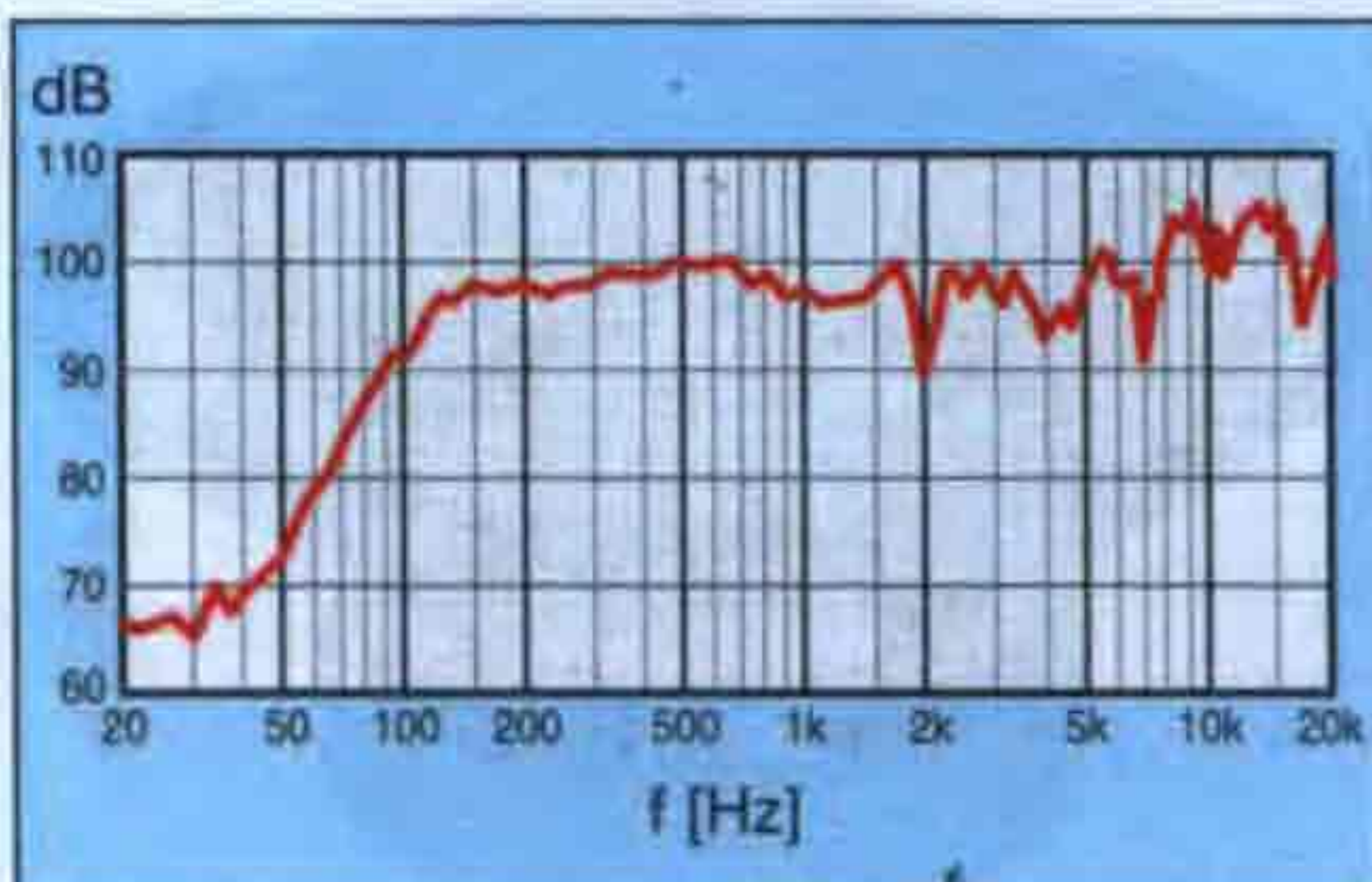
delkező hangszórót, hangszugárzót használni és abból egy vagy több példányt úgy elhelyezni, hogy a gerjedés ne jöhessen létre. A monitoregységek legcélszerűbb helye a színpad/pódium nézőkhöz közeli szélén van, így az éles szögű hangszugárzás legnagyobb része a színpad területére korlátozódik.

Különösen fontos a monitoregységek használata akkor, ha a pontos ritmusnak kulcsszerepe van az előadásban, például a nagy területen mozgó előadók, zenekar vagy táncegyüttes esetében. Ha például egy jelentős létszámú, 20-30-40 fős néptánc-együttes a hiányos monitorozás miatt téveszt és kiesik a ritmusból, akár az egész előadás széteshet.

A 9. ábrán a Spot monitor fényképe látható. Érdekessége a ferde szögű – a doboz felépítéséből adódó, hátra döntött – használati helyzet és az alkalmazott koaxiális (kettős) hangszóró. A kétutas mélyreflex dobozba épített SP-30PAX típusú (10. ábra), speciális feladatokra tervezett hangszóró egy mély- és egy magassugárzó egységet tartalmaz, közös konstrukcióban. Az öntött fém kosaras mélyszugárzó papír



10. ábra. Az SP-30PAX típusú, Stage Line sorozatú, erőteljes irányítottaságú, koaxiális felépítésű monitorhangszóró (Monacor)



11. ábra

membránal, hulámosított membrán-széllel készül. A koaxiális beépítettsgű, magashangú drájver lengőjének átmérője 44 mm, tekercselése lapos alumíniumhuzal. Terhelhetősége illeszkedik a mélyhangú egységhez (100 W_{max.} zenei, 40 W_{eff.} névleges teljesítmény). Az esetleg sérült, leégett lengő gyors (pl. akár helyszíni) javítása az árusított komplett cseredarabbal lehetséges.

A magashangú egységhez csatlakozó, kis koaxiális tölcser – a használati célnak megfelelően – a közép- és magashangok határozott irányhatását eredményezi, ugyanekkor elősegíti a kiegyenlített, csekély csipkézettségű iránykarakterisztika kialakítását. (Ezt a speciális, profi hangszórót ne használjuk HIFI-berendezésekben, nem arra tervezték!) A doboz átviteli tartománya 70 Hz...19 kHz, érzékenysége kiváló: SPL = 102 dB/2,83 V/1 m, zenei terhelhetősége 400 W_{max.}, névleges teljesítménye 200 W_{eff.} A monitor frekvencia-menetét az 11. ábrán láthatjuk.

A döntött helyzetben használandó, éles irányítottágú hangszugárzó a színpadon/pódiumon mozgó előadók, táncosok stb. számára erőteljes, dinamikus akusztikai támogatást nyújt hozzávetőleg az 1,5...5 m közötti tartományban. Ez a terület – mélységben – a legtöbb produkció számára elegendő lehet. Amennyiben a produkció a színpad szélességében – annak méretei, adottságai folytán – jelentősen kiterjedt (pl. néptánc, balett stb.), akkor több monitoregységre van szükség a színpad szélessége mentén. Ezek szükséges számát a produkció és a hangmérnök döntheti el. Hasonlóképpen a monitorrendszer előadás közbeni kezelése is hangmérnöki feladat.

A doboz asztalosrajzát a 12. ábra mutatja. Eltekintve a 45°-os szögű kivittől, látható, hogy a doboz felépítése roppant egyszerű. A szükséges 19 mm-es MDF vagy OSB faanyag lap-szabászatból szerezhethető be. A lapszabászat számára szükséges anyaglistát a 2. táblázat tartalmazza.

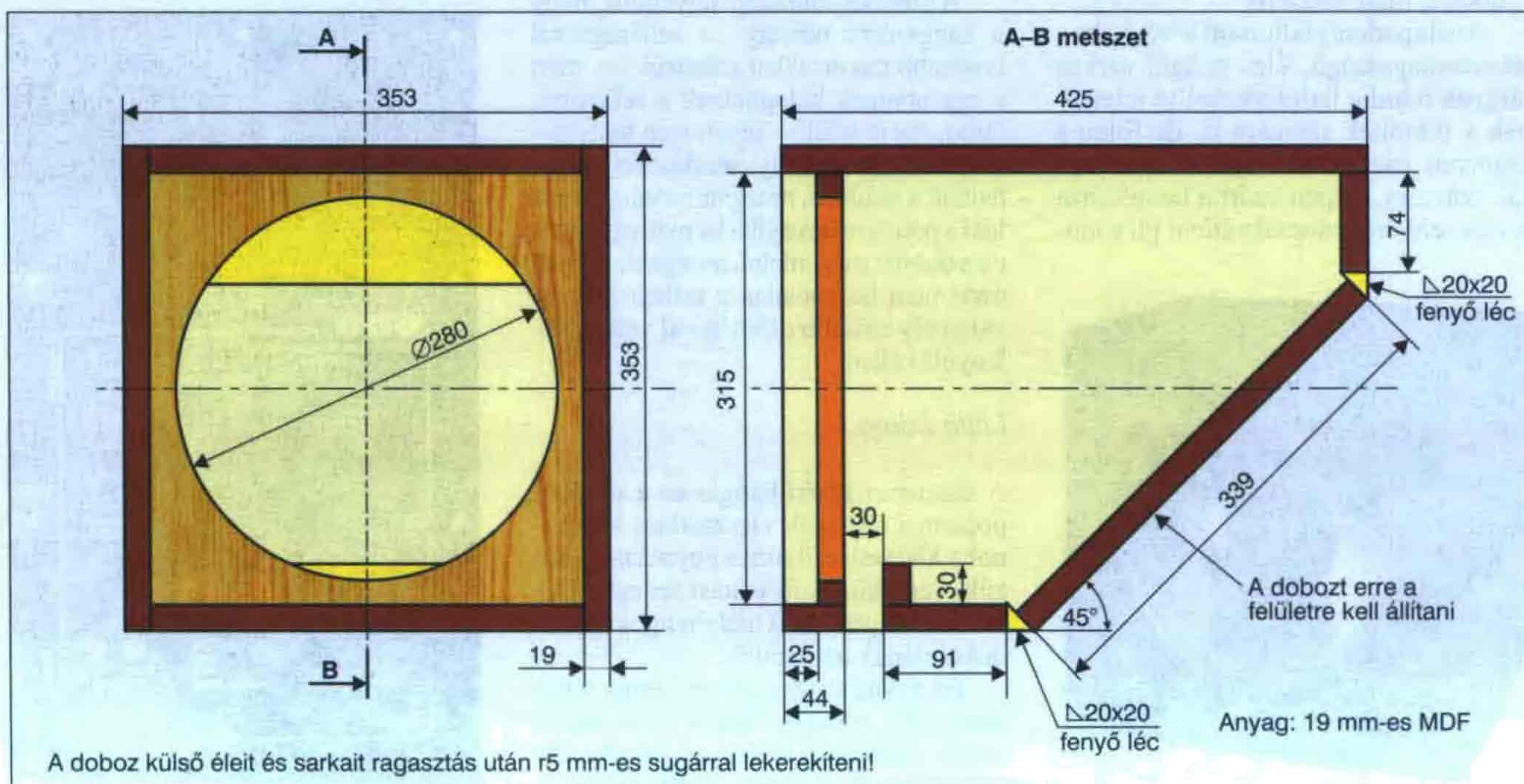
Az összeépítés előtt úgyszólván csak a hangfállal van külön dolgunk, amelyben nagy pontossággal készítsük el a hangszórónyilást. A két oldalfalon pedig akár ragasztás előtt, akár pedig utána is elkészíthetjük a 45°-os, az asztalosrajz szerinti átlós lesarkítást. Ezek után az összeépítés következhet, célszerűen az egyik oldalfalról kiindulva. Ezt a munkaasztalra fektetve felépíthetjük rá a doboz alap- és tetőlapját,

2. táblázat

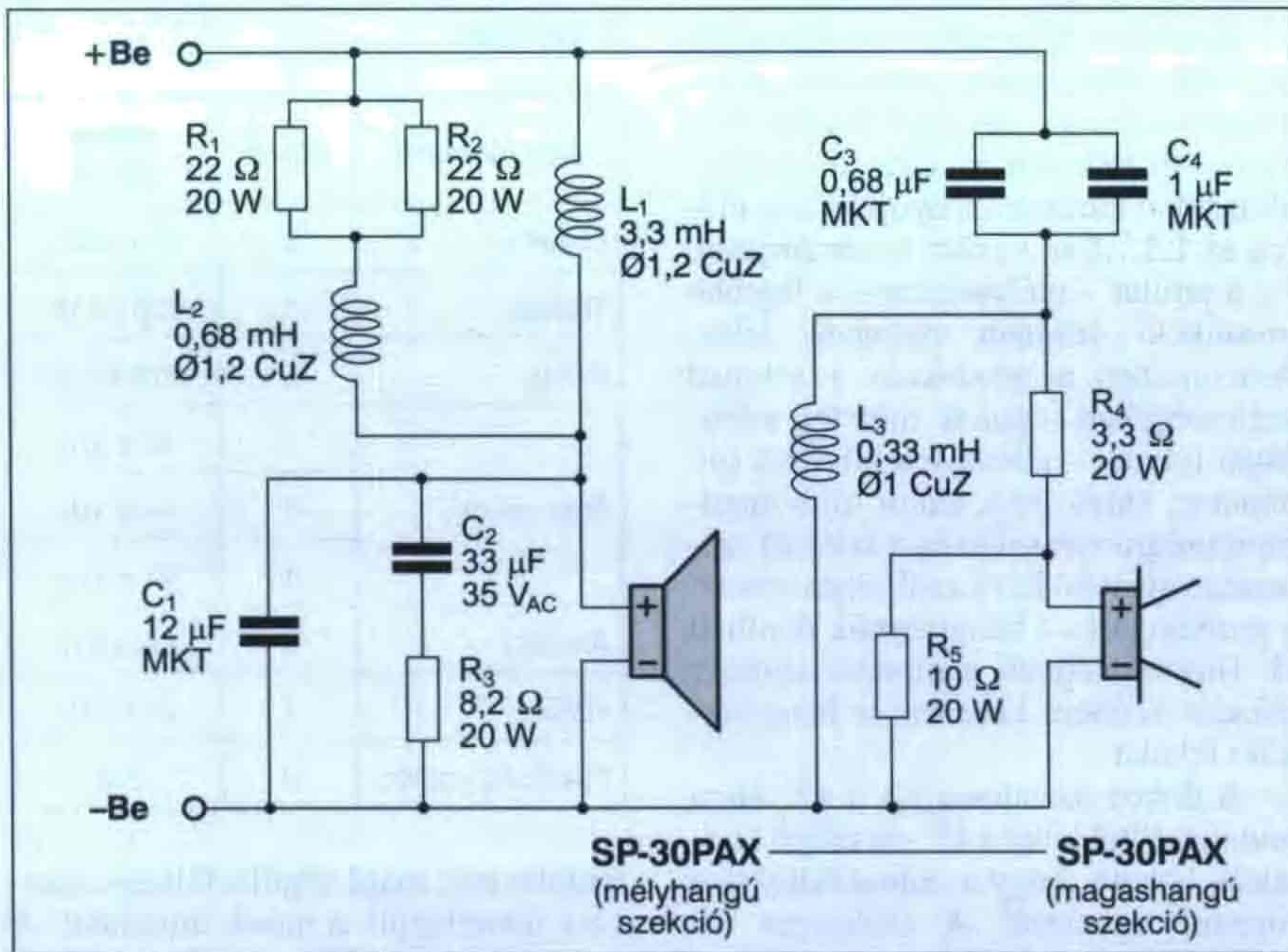
Megnevezés	darab	méret (mm)
Oldalfal	2	425 x 353
Tetőlap	1	425 x 315
Előlap	1	315 x 315
Alsó csíkok	1	30 x 315
	1	44 x 315
	1	91 x 315
Alaplap	1	339 x 315
Hátlap	1	74 x 315
20x20x45°-os lécc	2	315

hátfalát stb., majd végül a félkész munkára fektethetjük a másik oldalfalat. A dobozt óvatosan összeszorítva csavarozással is rögzítsük az alkotórészeket egymáshoz.

Amint az asztalosrajzon is látható, a 45°-ban elhelyezkedő lap szélén az élék macerás letörését/legyalulását egyszerűen megkerülhetjük. Barkácsüzletekben kapható, 20x20x45°-os fenyőfa léceket illeszthetünk/ragasztunk a lapok élei közé az asztalosrajz szerint, ami lényegesen egyszerűbb művelet, mint a 19 mm-es MDF-lap élének pontos, 45°-os lemunkálása akár kézi, akár motoros barkácsgyalual/körfűrészszel.



12. ábra. A Spot monitor asztalosrajza



13. ábra. A Spot monitor váltósűrője

A hangszóró mellett/alatt kialakuló 30 mm magas rés és a hozzá tartozó 30 mm széles lécsík voltaképp maga a reflexnyílás, amelynek szélességi mérete megegyezik a doboz két oldalfala közötti távolsággal. Az összeépítés, ragasztás során ügyeljünk ennek a résnek a kellő pontosságú kialakítására.

A ragasztó száradása/kötése után az éleket kerekítsük le gyalulással, csiszolással, majd fessük be a dobozt sötét-szürkére, matt feketére!

A színpadon/pódiumon levő, boka-, lábszármagasságú, éles szögű, sarkos tárgyak mindig balesetveszélyt jelentenek a felnőttek számára is, de főleg a könnyen csetlő-botló gyermekszereplők számára. Éppen ezért a hangszórót is célszerű erős ráccsal védeni pl. a tán-



14. ábra. A Little Sumo hangsugárzó

cosok véletlen rúgásai, netán a gyermekszereplők – nem éppen ritka – el-esései ellen.

A koaxiális hangszóró voltaképp egybeépített két különálló, mély- és magashangú egységből áll, így az egy darab SP-30PAX hangszóróhoz tartozó kétutas hangváltót a 13. ábra mutatja. A szükséges 3 csomag MDM-3 csillapítóanyaggal (vattával) lazán töltjük meg a dobozt!

A szerelés során arra ügyeljünk, hogy a hangszórót nehegy a szükségesnél hosszabb csavarokkal erősítsük be, mert a csavarvégek belóghatnak a reflexnyílásba. Az itt kiálló – netán igen hegyes – csavarvégek komoly sérüléseket okozhatnak a szállítás, mozgatás során, ha valaki a pont a reflexnyílásba nyúlva szeretné a dobozt megemelni, mozgatni. Éppen ezért nem haszontalan a reflexnyílást is valamely erősebb dróthálóval védeni belenyúlás ellen.

Little Sumo

A házimozzi kísérőhangja és a modern popzenei anyagok visszaadása során – noha közvetlenül nincs egymáshoz köztük – egy közös fő vonást fedezhetünk fel: az elsősorú erejű mélyhangok reprodukciójának az igényét.

Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a felhasználók, a hallgatóság jelentős részének az ilyen irányú elvárásai aligha eléghetők ki, mert a sűrű beépítésű lakókörnyezet, pl. a lakótelepi szomszédság



15. ábra. Az SPH-300CTC hangszóró

többnyire nem tolerálja a mennydörgésszerű mélyhangokat.

Amennyiben mégis lehetőség van a mérsékelt vagy jelentősebb hangerő mellett házimozizásra, akkor a Little Sumo szub-basszus hangsugárzó (14. ábra) optimumot jelent a csekély méretek és a mérsékelt ár mellett elérhető hangminőség és hangnyomás viszonylatában. A doboz kétféle változatban is megépíthető és üzemeltethető. A passzív üzemmódon kívül ugyanis lehetőség van a hangsugárzóba beépíteni a megfelelő minőségű, félvezetős, gyári szub-basszus csatornaerősítőt. Az így aktív hangsugárzóvá kiképezett Little Sumo optimális kimeneti szintjét és frekvenciamentét a gyári (vagy saját építésű) szub-basszus erősítőn egyszer és mindenkorra beállítva úgy kezelhetjük, mint akár egy passzív egységet, a meghajtójelet a házimozzi-rendszer megfelelő pontjáról nyerve.



16. ábra. A SAM-1 típusú erősítő



17. ábra. A Monacor SAM-1 típusú, hangsugárzóba beépíthető erősítő belső felépítése

A hangsugárzó elvi felépítése szerint zárt doboz, a speciális tervezésű Monacor SPH-300CTC típusú ikerlengőtekerceses hangszóróval (15. ábra). Ezt a rendkívül alacsony rezonanciafrekvenciájú, lágú membránszélű mélysugárzó típust ($f_s = 18$ Hz) kifejezetten a kis méretű szub-basszus sugárzók céljára tervezték. Magának az öntött alu kosaras, szénszállal erősített membrános, strapabíró hangszórónak a zenei terhelhetősége $2 \times 250 W_{max.}$, míg névleges terhelhetősége $2 \times 150 W_{eff.}$

A doboz mintegy 35 Hz-től segíti a mélyhangok visszaadását rendszerünkben, ami egy ilyen kis méretű doboz esetén kiváló érték. A komplett hangsugárzó a Monacor SAM-1 típusú félvezető erősítővel (Subwoofer Active Modul) 90 dB maximális érzékenység mellett $120 W_{max.}$ zenei teljesítmény

feldolgozására képes, míg névleges teljesítménye $85 W_{eff.}$

Az általános erősítési feladatokra is alkalmas SAM-1 erősítő (Monacor) külső megjelenését a 16. ábrán, belső felépítését pedig a 17. ábrán tanulmányozhatjuk. Beépítési mélység-igénye min. 90 mm. Az erősítő teljes sávzélessége 20 Hz–20 kHz, a szub-basszus célokra beépített, szabályozható szűrő sávzélessége 20 Hz–min. 50 Hz, max. 150 Hz, a felső sávhatár az utóbbi két érték között külső szabályozószervvel beállítható, továbbá az erősítő fázistolása $0^\circ \dots 180^\circ$ között szintén szabályozható.

A hangsugárzó asztalosrajzát a 18. ábra mutatja, a lemezzabászathoz szükséges anyaglistát pedig a 3. táblázatban találjuk.

A hangsugárzó elkészítését az ajánlott Monacor SAM-1 szub-basszus erősítő magában foglaló kis doboz összeállításával kezdhetjük. Ezt vékony, 10 mm-es OSB-ből is elkészíthetjük.

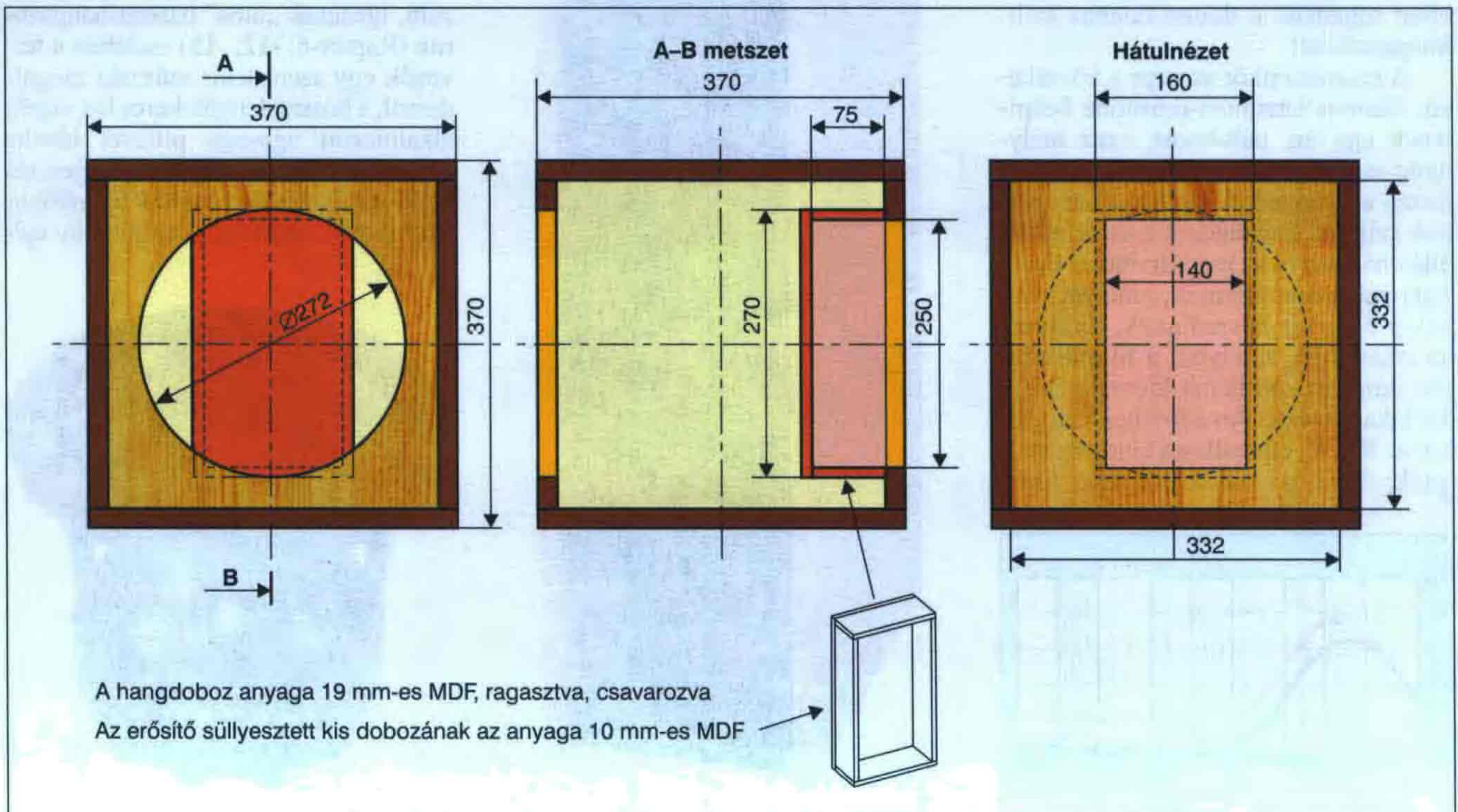
Ezután csavarozással és ragasztással erősítsük az alaplapra az oldallapokat, majd egy napi száradás után építsük a helyére a doboz tetejét is. Újabb száradási idő után készítsük el az előlapon a hangszóró számára az $\varnothing 272$ mm-es kerek kivágást, illetve az erősítő számára a téglalap alakú, 250×140 mm-es nyílást.

3. táblázat

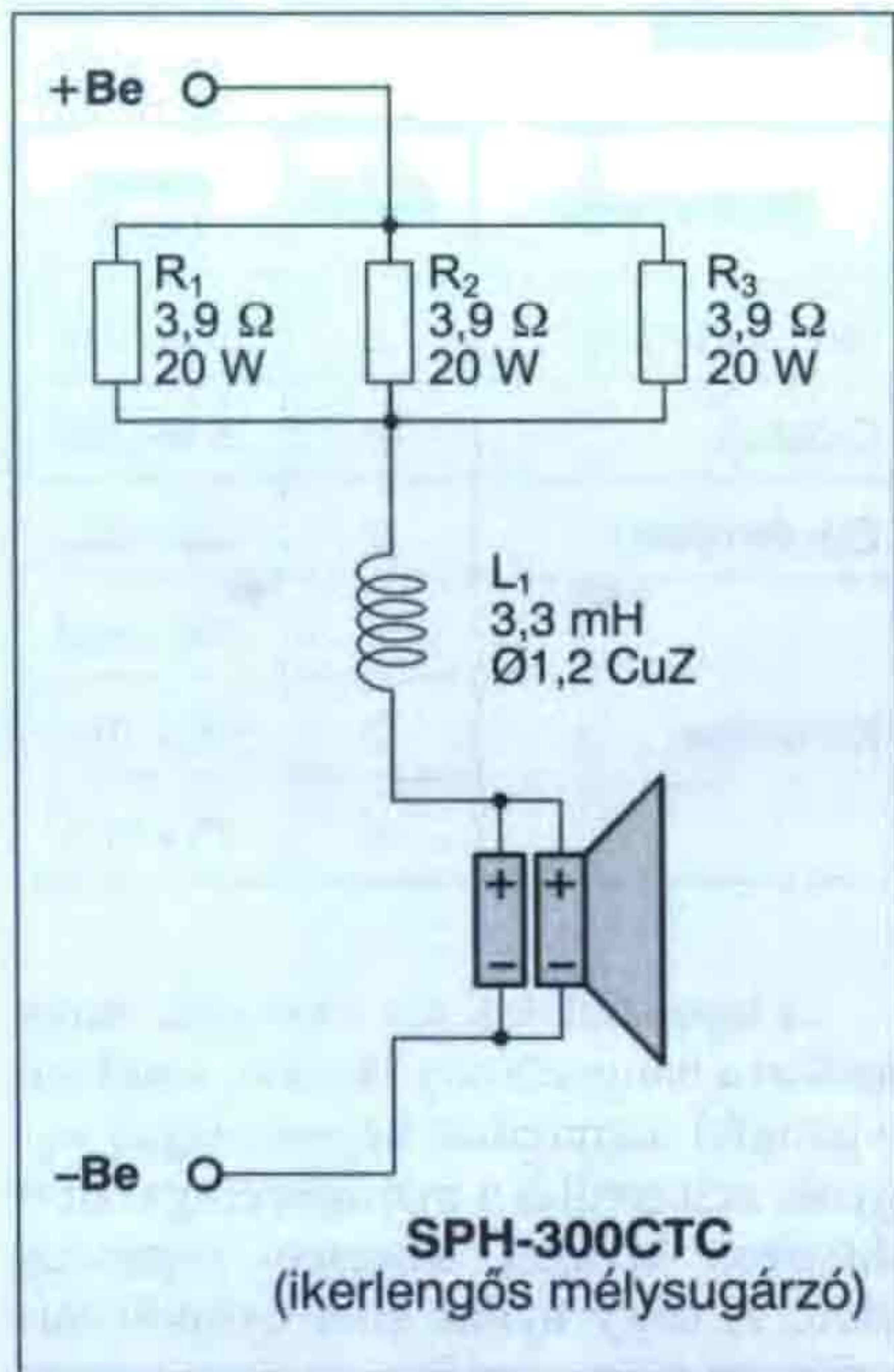
Megnevezés	darab	méret (mm)
Alap- és tetőlap	2	370 x 370
Oldallap	2	370 x 332
Elő- és hátlap	2	332 x 332
Kis doboz	1	270 x 160
	2	75 x 160
	2	75 x 250

A tapasztalatok azt mutatják, hogy azokat a hangszórónyílásokat, amelyek a hangfal méreteihez képest eléggé nagyok, célszerűbb a már összeragasztott dobozon kivágni, mintsem ragasztás előtt. A nagy nyílás által nyújtott látványos előny csalóka, az ilyen erősen kikönyített előlap a ragasztás során az összeszorítástól könnyen deformálódik, és a doboz alakhibás lesz.

A hátlapon gondosan jelöljük be az erősítő kis dobozához tartozó nyílásnak a helyét és pontosan vágjuk azt ki! Ügyeljünk arra, hogy a nyílás inkább kisebb legyen, mint nagyobb, hogy legyen elég felület a kis doboz beragasztásához! Száradás után tisztítsuk le a ragasztási nyomokat a hangdobozról és



18. ábra. A Little Sumo szub-basszus sugárzó asztalosrajza

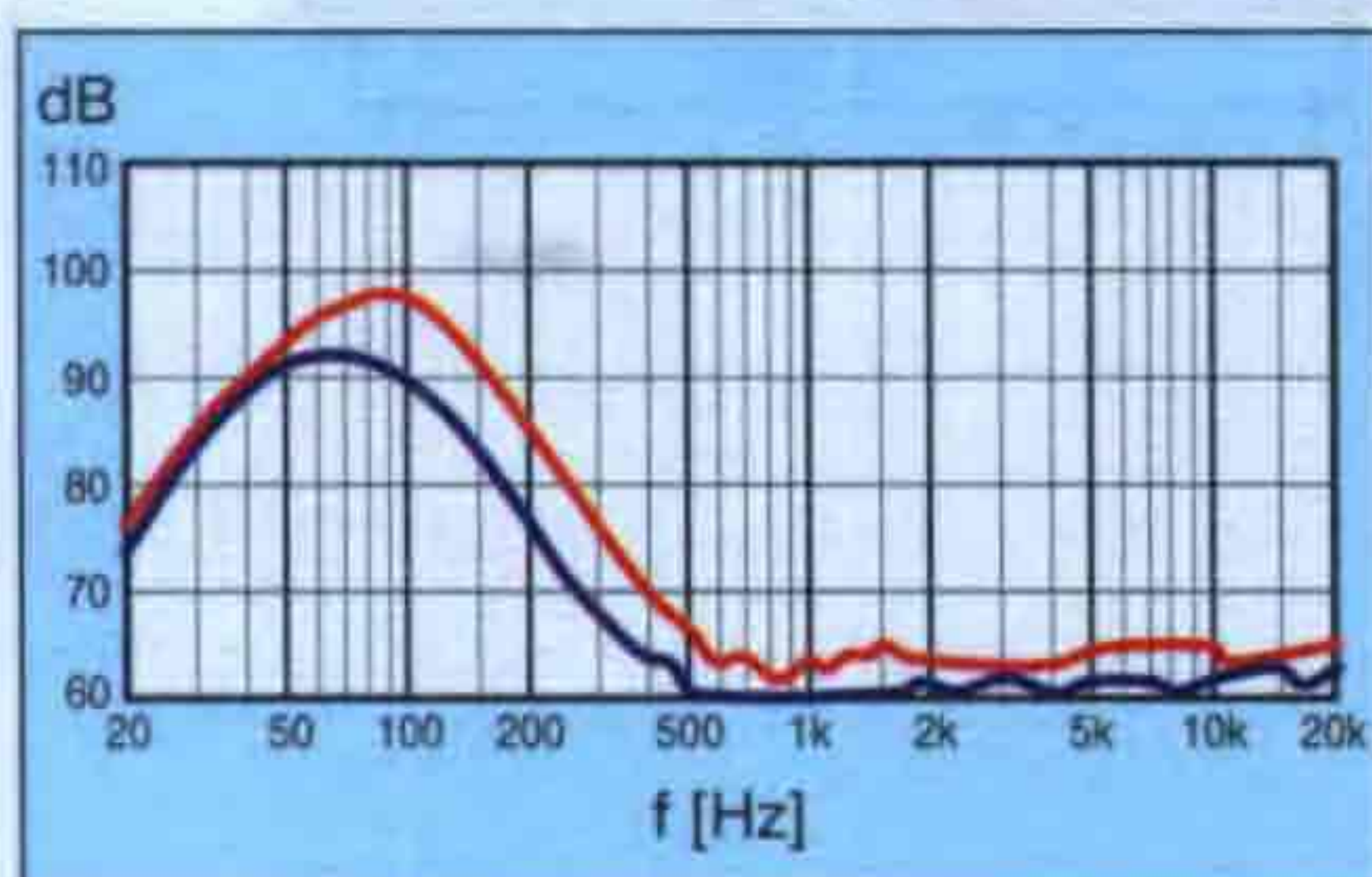


19. ábra

enyhén (kb. 5 mm-es rádiusszal) gömbölyítsük le a külső éleket. Célszerű a kész dobozt matt sötétszürke vagy fekete színre lefesteni.

Építsük be a dobozba a 19. ábra szerinti igen egyszerű szűrőáramkört és az erősítőhöz, illetve a hangszóróhoz vezető huzalokat, csatlakozókat. Az alkatrészeket, huzalokat rezgés, zörgés ellen rögzítsük a doboz falához szilikonpasztával!

A szűrőáramkör szerepe a következő. Számos házimozsi-erősítőbe beépítenek egy ún. sub-boost, azaz mélyhang-emelő áramkört, ami némileg fokozza a visszaadott szub-basszus hangok szintjét. Esetünkben a soros ellenállás-hármas és az induktivitás is ilyesfajta sub-boost áramkör, amelyet csak akkor érdemes használnunk, ha abban az erősítőben, amelyből a fő műsorjel jön, nincsen sub-boost kiemelés vagy azt kikapcsoltuk. Amennyiben van, akkor az $R_1...R_3$ ellenállásra nincs szükségünk, de ne távolítsuk el ezeket (még



20. ábra

szükségünk lehet rájuk), csupán zárjuk rövidre a három ellenállást egy huzal-darabbal! Építsük be a helyére a SAM-1 erősítőt, töltsük meg a dobozt a négy darab MDM-3 típusú (2/3 rész gyapjú és 1/3 rész poliészter összetételű) vattapaplannal. Kössük be a hangszórót, a két lengőtekercset párhuzamosan kötve (19. ábra)! A Little Sumo gyárilag mért frekvenciamenetét a 20. ábra mutatja, a SAM-1 erősítőbe beépített szűrő szabályozási tartományával.

Amennyiben úgy látjuk, hogy a hangszóró a környezeti körülmények folytán, a használat során könnyen megsérülhet, készítsünk fémrácsot a membrán elé!

Wild Thing

A szub-basszus sugárzók többnyire zömök felépítésű, kockaszerű dobozok.



21. ábra. A Wild Thing szub-basszus hangszugárzó

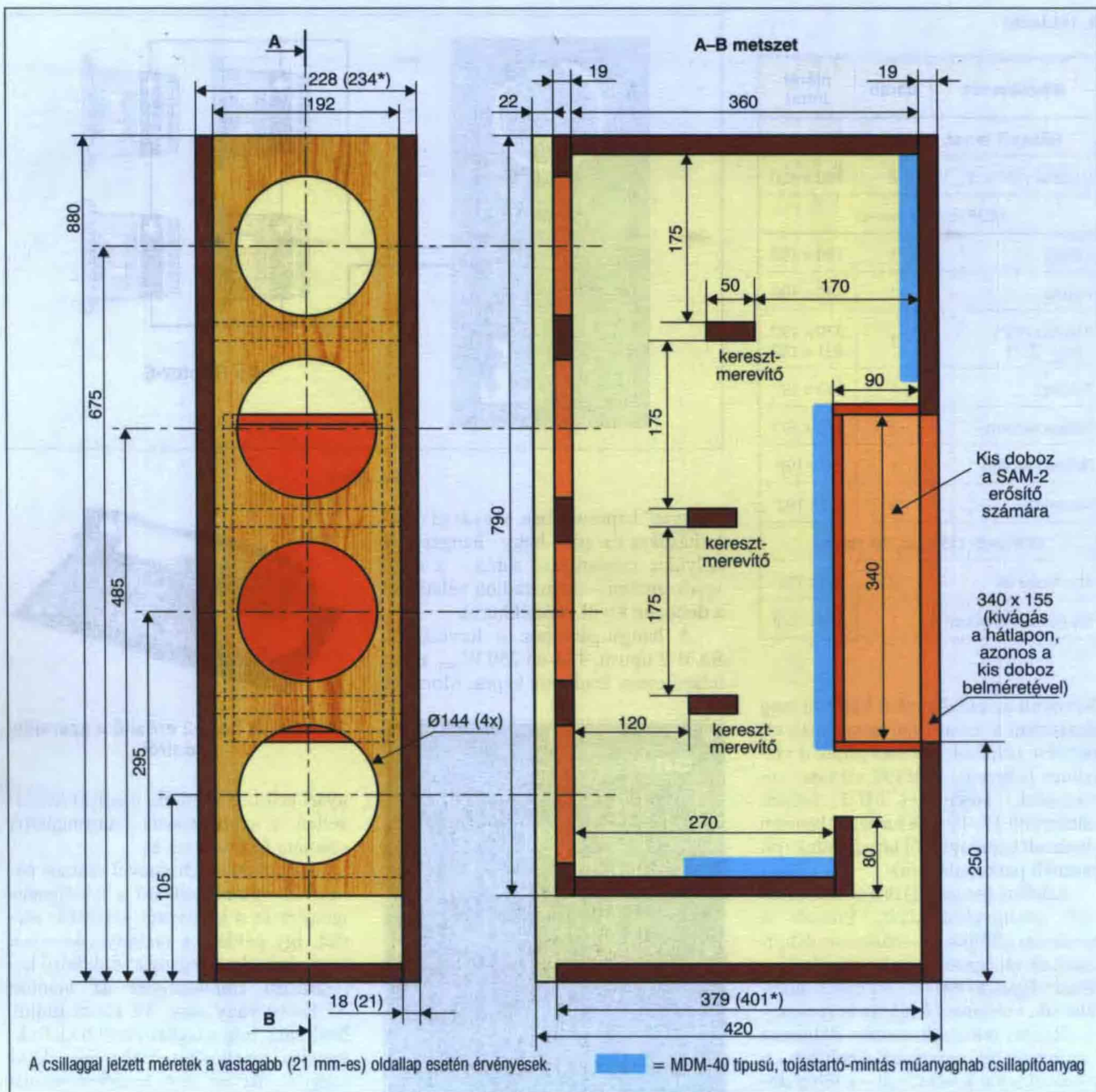
Az ilyesféle tárgyak több hátránnyal is indulnak a család lakberendezési vitái során. Ezek a „kockák” – valljuk be őszintén – a legkevésbé tetszetős HIFI eszközök, az elhelyezésük a legtöbb esetben már a hangsugárzás szempontjából is problematikus, s a telepítésük helye pedig mindig valamilyen közös kompromisszum eredménye, mert valahogy mindig útban vannak. Általában sokkal könnyebb egy bármely célú lapos vagy oszlopszerű hangszugárzó elhelyezése a szokásos lakószobákban, és a család hozzájárulását is könnyebb az elhelyezéséhez megszerezni. A Wild Thing elnevezésű szub-basszus sugárzó (21. ábra) ezt a koncepciót testesíti meg.

A 22. ábrán látható, Raptor-6 típusú, a Monacor cég CARPOWER sorozatának egyik, kis átmérőjű, hightech mélyszugárzója segítségével (négy egység felhasználásával) olyan karcsú és lapos reflexdoboz építhető, amelyben még a gyári szub-basszus meghajtóerősítő is elfér. A doboz kedvező alakja folytán az elhelyezése egy szokásos bútorozású lakószobában semmiképp nem okozhat problémát.

A Raptor-6 hangszórót elsősorban autós felhasználásra tervezték, de semmi akadálya annak, hogy egy házimozsi rendszerben bizonyítsa megfelelő alkalmasságát a szub-basszus tartomány kiváló visszaadására. A Raptor-sorozatú, igencsak „ütős” basszushangszórók (Raptor-6, -12, -15) esetében a tervezők egy szenzációs műszaki megoldással, a hosszú lengőtekercs két végén alkalmazott egy-egy pillével ideális egyensúlyt teremtettek a felfüggesztés kellő stabilitása és a hosszú lengőloket egymásnak némileg ellentmondó igé-



22. ábra. A Raptor 6 típusú, hightech mélyszugárzó



23. ábra. A Wild Thing szub-basszus sugárzó asztalosrajza

nye között. A Raptor-6 esetében, amelynek kosármérete 182 mm, a maximális lengőloket ± 9 mm, ami egy ilyen kis méretű, 53 Hz-es rezonanciafrekvenciájú hangszórónál kiemelkedően nagy érték. Hasonlóképp meglepő a hangszóró zenei terhelhetősége, amely $300 W_{max}$, míg a névleges teljesítménye $100 W_{eff}$. Egy ilyen eszköz segítségével pedig nem igazán nehéz kis méretű, kiváló minőségű szub-basszus sugárzót építeni.

A Wild Thing elnevezésű hangszugárzó egy 880 mm magas, 420 mm

mély és 228 vagy 234 mm széles reflexdoboz, amely egyúttal a SAM-2 típusú, ajánlott meghajtóerősítőt is tartalmazza.

A doboz asztalosrajzát a 23. ábrán tanulmányozhatjuk. A szélességi méret attól függ, hogy a két szélső panelt, azaz oldalfalat 18 mm-es vagy 21 mm-es rétegelt lemezből készítjük-e. (A vastagabb anyaghoz az alaplap szélessége is pár mm-rel nagyobbra adódik, lásd az asztalosrajzot is.)

A lapszabáshoz szükséges méreteket a 4. táblázat tartalmazza, azzal a

megjegyzéssel, hogy az oldalfalakat inkább célszerű az említett vastagabbik rétegelt lemezből készíteni, míg a többi alkatétel céljára megfelel a 19 mm-es MDF anyag is. A táblázatban a 18* illetve a 21* az oldallapok lehetséges kétféle vastagságához (18 mm vagy 21 mm) tartozó alaplap-méreteket jelöli.

A doboz tervezése során figyelembe kellett venni azt a tényt, hogy az oldallapok nagy, rezgésre hajlamos felületet alkotnak, és ezért is ajánlatos a vastagabbik (21 mm-es) rétegelt lemezből készíteni azokat. Célszerűnek

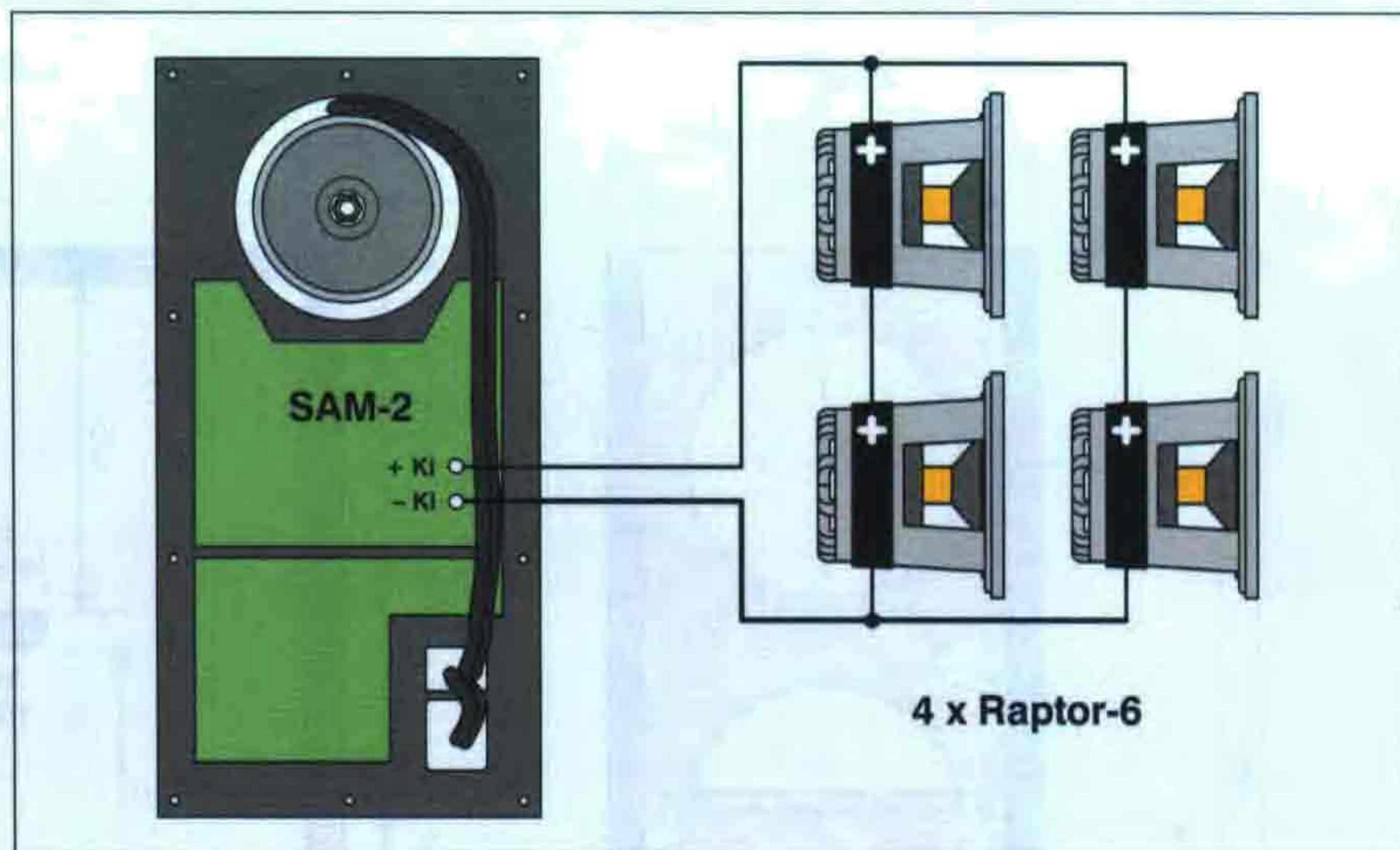
4. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
<i>Rétegelt lemez, 18 vagy 21 mm-es</i>		
Oldalfal (18* v. 21*)	2	880 x 420
<i>MDF lap, 19 mm-es</i>		
Előlapp	1	790 x 192
Hátlapp	1	880 x 192
Alaplapp (18*) vagy (21*)	1	379 x 192 401 x 192
Tetőlapp	1	360 x 192
Reflexcsatorna	1	270 x 192
Reflexcsatorna	1	80 x 192
Merevítő	3	50 x 192
<i>MDF vagy OSB lap, 10 mm-es</i>		
Kis doboz fal	2	90 x 192
Kis doboz fenéklapp	1	340 x 192

bizonyult az oldallapokat belülről meg támasztani a zavaró falrezonanciák elkerülése céljából. Ezt szolgálják a vízszintes helyzetű, 50×192 mm-es keresztlécek, amelyeket MDF helyett célszerűbb 18–19 mm vastag, alaposan kiszáradt keményfából készítenünk (pl. használt parkettalécből).

A doboz összeállítása a szokásosnál több odafigyelést kíván. Először is gondosan jelöljük be a hangszórók nyílásait az előlapon és kellő körültekintéssel vágjuk ki ezeket! Az egyik oldalfalat sík, vízszintes felületre helyezve – az előzetes jelölések mentén dolgozva – erősítsük fel, ragasszuk a helyére – a másik oldalfal kivételével – a többi dobozalkatrészt. Némi száradás, kötés után építsük a helyére a doboz másik oldalfalát, majd leterhelve a dobozt, hagyjuk egy-két napig pihenni, megkötni. A megszilárdult doboz hátoldalán óvatosan készítsük el a SAM-2 erősítő számára a kivágást.

Ragasszuk be a dobozba az asztalosrajzon látható helyekre a tojástartó-mintás, fél csomag MDM-40 típusú műanyaghab csillapítóanyagot. Építsük be a SAM-2 erősítőt, a kis doboz fenéklapján egy megfelelő méretű furatot készítve a hangszórkábel számára. Kellő körültekintéssel kábelezzük össze a négy hangszóró csatlakozóit és az erősítő kimenetét a 24. ábra szerinti



24. ábra

„vegyes” kapcsolásban, vigyázva a polarításokra és arra, hogy hangszórók helyükre csavarozása során – a nagy igyekezetben – ne maradjon véletlenül a dobozon kívül vezetékcsatlakozások.

A hangszórához a tervezők a SAM-2 típusú, 4 Ω-on 250 W_{max} zenei teljesítmény leadására képes, Monacor



26. ábra. A SAM-2 erősítő a szerelési oldalról

gyári erősítőt ajánlják, amelyet kifejezetten a szub-basszus hangszórók számára fejlesztettek ki.

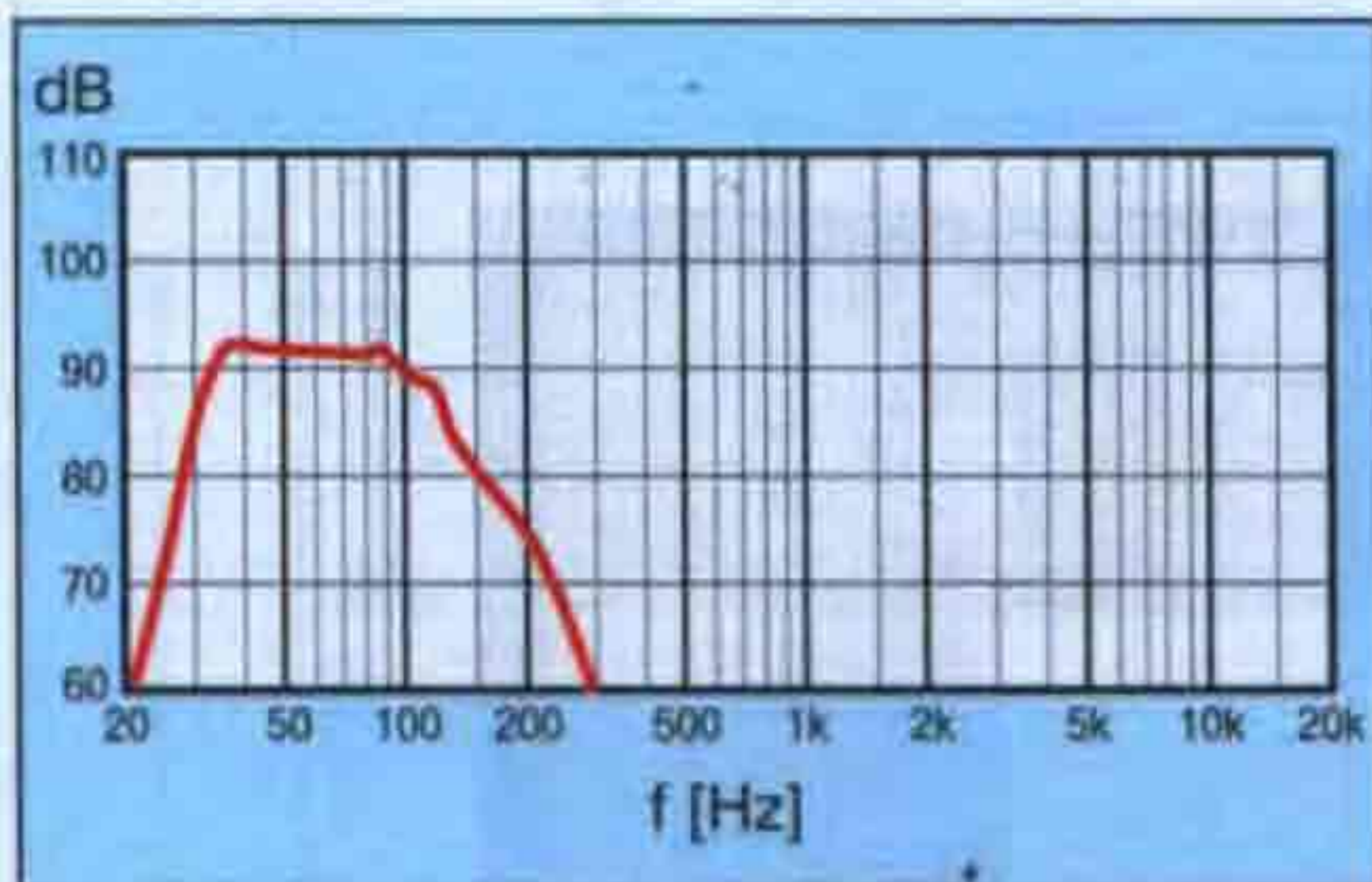
Az erősítő segítségével számos paraméter optimalizálható a lehallgatási igények és a környezet jellemzői szerint. Így például a szabályozószervek segítségével a hangszóránk felső keresztelési frekvenciáját az ajánlott 75 Hz-re vagy max. 80 Hz-re tudjuk beállítani, míg a legkedvezőbb kisfrekvenciás viselkedést többnyire akkor nyerjük, ha az alsó határfrekvenciát 35 Hz-re, az erősítést névleges +3 dB-re állítjuk be. Ugyanekkor lehetőség van a fázis 0°–180° közötti szabályozására is, a lehallgatási tér kívánalmai szerint.

A SAM-2 erősítő külső megjelenését/előlapját és kezelőszerveit a 25. ábrán, belső felépítését pedig a 26. ábrán tanulmányozhatjuk.

Természetesen semmi akadálya nincs annak, hogy egyéb gyártmányú, vagy éppenséggel saját építésű erősítőkről hajtjuk meg a hangszórázt. Az eddigiek során a szub-basszus dobozokhoz ajánlott Monacor gyártmányú SAM-1 illetve SAM-2 típusú erősítők használata természetesen nem kö-



25. ábra. A SAM-2 erősítő kezelőszervei segítségével a legfontosabb szub-basszus paraméterek kívánság szerint beállíthatók



27. ábra

telező, mindössze egy hasznos ötlet a gyártó részéről, amivel azok számára, akik nem óhajtanak egy erősítő megépítésével foglalkozni, megkönnyítheti a hangszugárzók elkészítését, illetve használatba vételét.

A bemutatott aktív mélyreflex hangszugárzó névleges frekvenciatartománya 33 Hz...200 Hz, de a felső frekvenciahatárt 80 Hz-nél korlátozni kell az erősítőbe beépített szűrővel. Az átlagos érzékenység $SPL = 90 \text{ dB/1 W/1 m}$, beépített erősítő jellemzőiből következően a zenei teljesítmény $250 \text{ W}_{\text{max}}$, a névleges teljesítmény $200 \text{ W}_{\text{eff}}$. A hangszugárzó gyárilag mért frekvenciamenetét a 27. ábra mutatja.

Sonic

Ha a lakókörnyezet számára nem jelent problémát, hogy lakásunkban esetenként mennydörgésszerű mélyhangok is kísérik az akciófilm-nézést, akkor különösen szerencsésnek érezhetjük magunkat. Ekkor általában hajlandóak vagyunk jelentősebb összeget és nagyobb



28. ábra. Az asztalka szerű, Sonic szub-basszus hangszugárzó

munkát is befektetni egy jó szub-basszus sugárzó megépítésébe, mert utólag nem kell félnünk a környezet tiltakozásától.

Ebben az esetben kiváló megoldást jelenthet a *Sonic* megépítése, amelyet akár passzív hangszugárzóként, akár pedig beépített szub-basszus erősítővel kiegészítve, aktív kivitelben is el lehet készíteni. A doboz ugyanekkor akár „környezetbarátnak”, a lakókörnyezetbe belesimulónak is mondható, ugyanis megjelenési formája inkább emlékeztet valamilyen alacsony kis asztalkára, mint hangszugárzóra. Így a különféle „csúf faládák” iránt általában mindig tiltakozó családtagok is könnyebben elfogadják a létezését. A Sonic külső megjelenését a 28. ábrán tanulmányozhatjuk.



29. ábra. Az SPH-380TC hangszóró

A Sonic lelke egy kiváló, 15"-os, ikerlengős, $2 \times 4 \Omega$ -os, szub-basszus hangszóró, a Monacor cég SPH-380TC típusa (29. ábra). A CARPOWER sorozatú, öntött kosaras akusztikai műremek 21,5 Hz-es rezonanciafrekvenciával rendelkezik, és már magában ez is, továbbá a $\pm 11,1 \text{ mm}$ -es max. löket, eleve azt ígéri, hogy a mélyhangok visszaadásával nem sok probléma lesz. A hangszóró zenei terhelhetősége rendkívüli, $2 \times 400 \text{ W}_{\text{max}}$, névleges terhelhetősége $2 \times 250 \text{ W}_{\text{eff}}$. Ezen terhelhetőséget akkor tudjuk kihasználni, ha a Sonic hangszugárzót passzív kivitelben készítjük el és beszerzünk vagy építünk hozzá egy alkalmas teljesítményű szub-basszus erősítőt. Amennyiben kisebb hangteljesítménnyel is megelégszünk, aktív üzemmódúra készítve a hangszugárzót, a Monacor cég SAM-1 típusú erősítőjét beépítve a dobozba, $120 \text{ W}_{\text{max}}$, illetve $80 \text{ W}_{\text{eff}}$ teljesítménnyel vezérelhetjük a hangszórót, ami lakószobában több, mint bőséges.

A Sonic alapján véve reflexdoboz, amely kissé szokatlan felépítésű. A tulajdonképpeni használati helyzet függőleges, a hangszóró a padló felé irányul, és így a hallgatóság előtt rejtve

marad. A reflexnyílás úgyszintén rejtett, a doboz felső részén található, de a reflexdobozt mintegy álcázó felső tetőlap, vagyis az asztalka lapja alatt. Ezáltal a doboz maga üzemben kívüli állapotban még a HIFI-ben jártasak számára sem árulja el egykönnyen, hogy egy szub-basszus ládával állunk szemben. A hangszóró ugyan lefelé, a padló irányába sugároz, de a hang a doboz lábai közötti széles réseken keresztül jut el a hallgatósághoz. Hasonlóképpen a reflexnyílásból érkező hang is a doboz fedlapja közötti réseken jut el a hallgatósághoz.

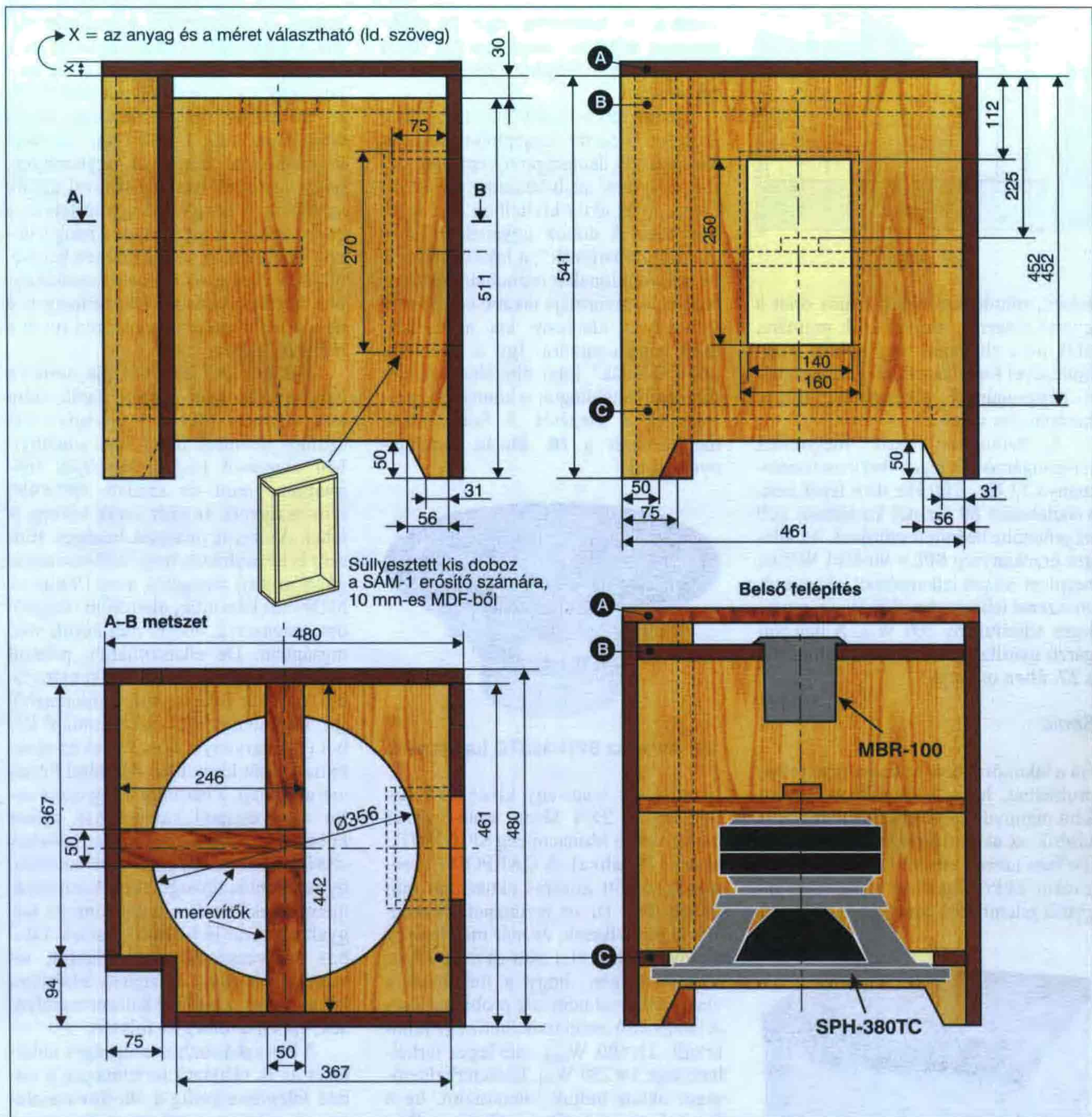
A doboz „A” jelű tetőlapja, amitől a hangszugárzó nem annak látszik, mint ami, bármely alkalmas anyagból készülhet, nemcsak fából. Sőt, amennyiben elegendő nagyra készítjük (nagyobb, mint az eredeti $480 \times 480 \text{ mm}$ -es méret), az akár kerek korong is lehet. Az anyagválaszték bőséges. Először is kézenfekvő, hogy a doboz anyagával azonos anyagból, azaz 19 mm-es MDF-ből készítjük, akár több rétegből összeragasztva, 40–60 mm körüli vastagságban. De elkészíthetjük például vastagabb (40–50 mm-es) keményfából, de akár üveglapból, fémlapból (pl. kazánlemez), szép mintájú kőből (pl. márványból) is. Olcsó és praktikus a saját kivitelben betonból készített asztallap, a betonba beágyazott natúr vagy csiszolt kavicsokkal, díszes kövekkel, lehetőségeink és ízlésünk szerint. Ezek az anyagok azonban többnyire jelentős tömegű asztallapot eredményeznek. Ezek a nagy tömegű tárgyak egyrészt jó hatással vannak a doboz sajátrezgéseire, stabilitására, viszont a takarítás, mozgatás, kísérletezés során nem kevéssé balesetveszélyesek, éppen a tömegük folytán.

A lapszabáshoz szükséges méreteket az 5. táblázat tartalmazza, a doboz felépítése pedig a 30. ábra asztalosrajza alapján tanulmányozható.

A doboz elkészítéséhez mindenképp először ki kell választanunk az „A” jelű (asztallap) anyagát és el kell készítenünk vagy készíttetnünk a megfelelő szakműhelyben.

A famunkát pedig a „B” és „C” jelű két vízszintes lap megmunkálásával kell kezdenünk, kivágva a „C”-n a hangszóró számára, a „B”-n a MBR-100 típusú, Monacor reflexcső számára a kerek nyílást és elkészítve mindkettőn az egyik sarokban a $75 \times 75 \text{ mm}$ -es bevágást (31. ábra).

A 480 mm széles oldalfalat fektessük vízszintes felületre, és ragasszuk,



30. ábra. A Sonic szub-basszus sugárzó asztalosrajza. Az A, B és C jelű lapok méretei a 31. ábrán láthatók

erősítsük rá a „B” és „C” lapokat, valamint a többi oldallapot! Nagy figyelemmel állítsuk össze a dobozt, mert a pontos munkától függ majd, hogy a doboz billegni fog-e a lábain, vagy sem. Utolsó lépésként ragasszuk a helyére a doboz egyik sarkán a beugró élt kialakító darabokat, előbb a 94 mm széles csíkot, majd a 75 mm-es csíkot!

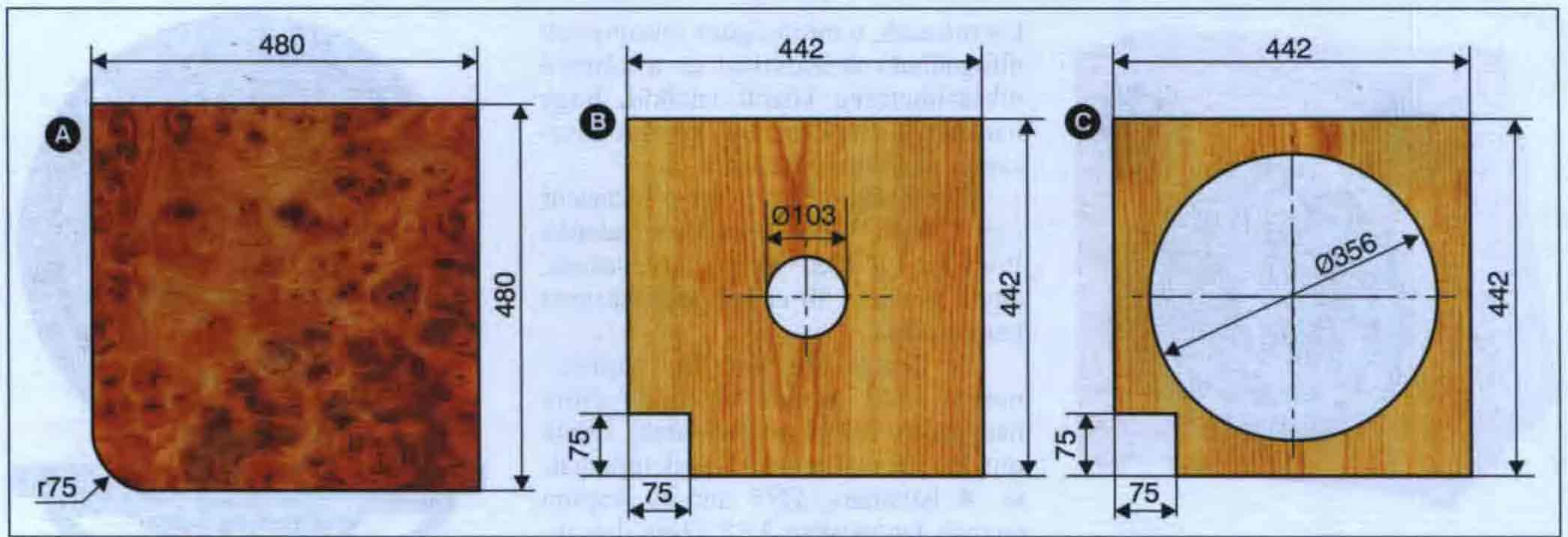
Figyeljünk a doboz összeállítása során arra, hogy a beugró éltől *balra* eső oldallap magasságából a ragasztás megkötése után fent le kell annyit vág-

nunk, hogy az éppen a „B” lap tetejéig érjen! Ezzel a művelettel érdemes kívánni a doboz összeállítását (tehát előre ne szabjuk le a szoban forgó oldallap tetejét), mert így a ragasztásból adódó valamely kisebb illesztési pontatlanság a vágással utólag korrigálható.

Az így keletkező nyílásnak jelentős szerepe van, ezen keresztül távozik az MBR-100-as reflexcső által sugárzott hang. Az „A” és a „B” lap között így kialakított kialakított nyílás jól megfigyelhető a 28. ábrán.

Ezek után alakítsuk ki a lábakat azáltal, hogy elkészítjük az oldalfalak alján a trapéz alakú kivágásokat. Ha beépítjük a javasolt SAM-1 típusú erősítőt, akkor annak a nyílását is vágjuk ki az asztalosrajz szerint, továbbá összeállítva a kis dobozt, azt is ragasszuk be a helyére!

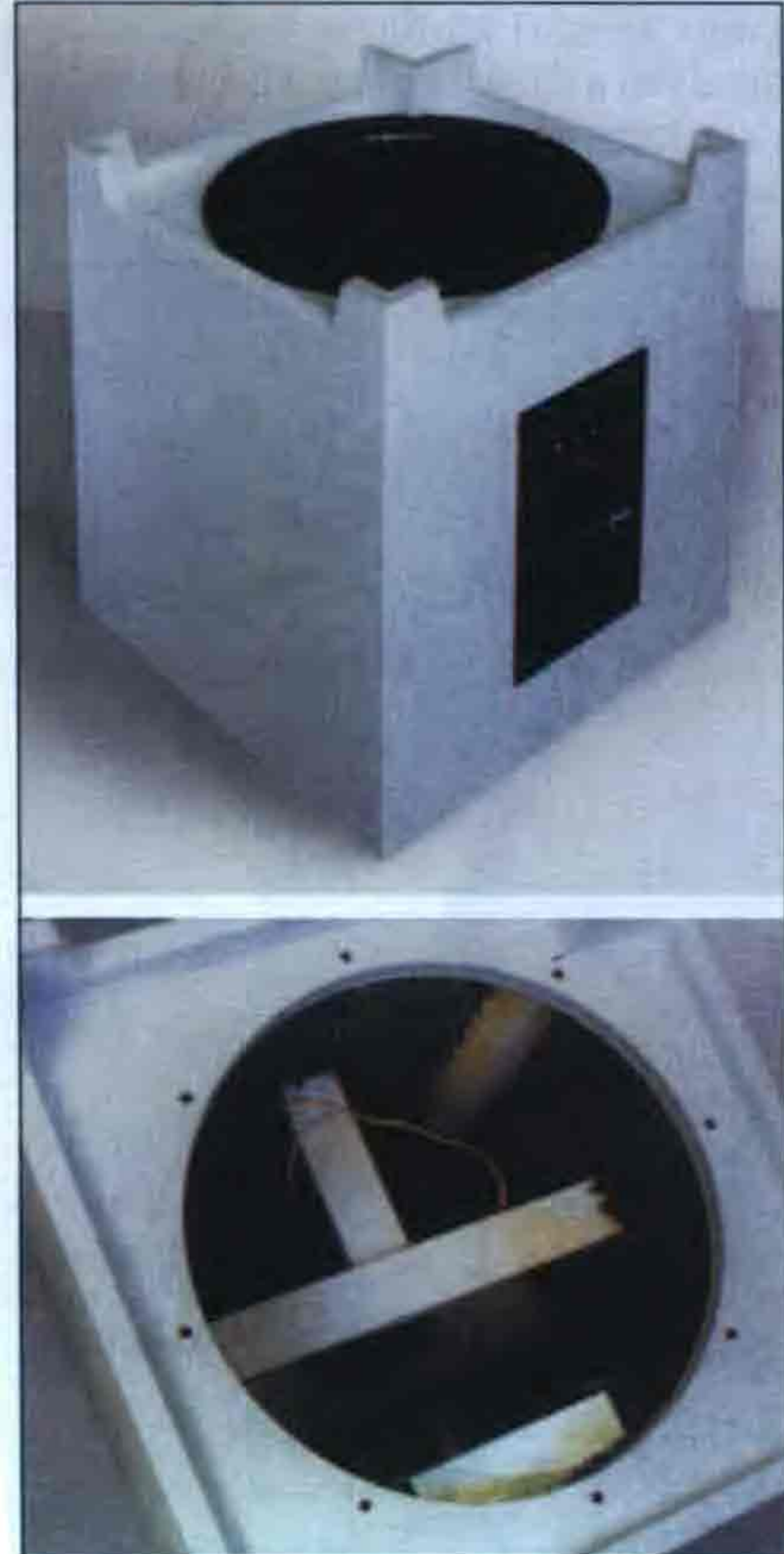
Ragasszuk be a felső, vagyis a „B” lapon a helyére az MBR-100-as műanyag reflexcsövet. Ragasszuk a műanyagcső belső végére gallérszerűen (a még nyitott hangszórónyíláson kereszt-



31. ábra. A választható anyagú, méretű „A” tetőlap, a reflexcsövet hordozó „B” lap és a „C” hangfal

tül dolgozva) az MDM-20 típusú öntapadó, 2×20 mm-es műanyaghab csíkból annyit, hogy az összvastagság érje el a 10–15 mm-t.

Végezetül építsük be a két merevítőt az asztalosrajz szerinti helyére. A merevítőket készíthetjük rétegelt lemezből vagy alaposan kiszáradt keményfából is. Először a 442 mm-es merevítőt ragasszuk be, majd száradás után építsük be a másikat. A hosszabbik merevítő mérete akkor jó, ha kissé



32. ábra. A Sonic szerelés közben

befeszül a két oldallap közé a beépítés során. Ezt a feszülő helyzetet kell elérni egy kis ügyeskedéssel, asztalosszorítóval besegítve, a rövidebbik merevítő beragasztása során is.

Ragasszuk fel a tojástartó-mintás MDM-40 típusú csillapítóhabot az oldalfalakra, és helyezzük be a dobozba és ha szükséges, rögzítsük ott a két csomag MDM-3 típusú (2/3 rész gyapjú, 1/3 rész poliészterszál összetételű) csillapítóanyagot. Ezzel a csillapítóanyaggal eléggé meg is töltjük a doboz belsejét, főleg a felső felét. Építsük be a hangszórót és az erősítőt (ha van), vigyázva a két lengőtekereslés helyes polaritású párhuzamos bekötésére. Az MDM-3 csillapítóanyagot úgy kell behelyezni és rögzíteni, hogy ne zavarja a hangszóró beépítését, működését.

A Sonic végső szerelési lépései közben készített fotók láthatók a 32. ábrán, ahol megfigyelhető, hogy szerelési munkákhoz, azaz a távtartók, a csillapítóanyagok és a hangszóró beépítéséhez a dobozt a feje tetejére kell állítani.

Végezetül a hangdobozt a talpára visszaállítva – a kialakított lehetőségek szerint – ragasszuk rá vagy csavarozzuk a helyére az asztallapot képviselő műtárgyat. Célszerű itt oldható kötést kialakítani.

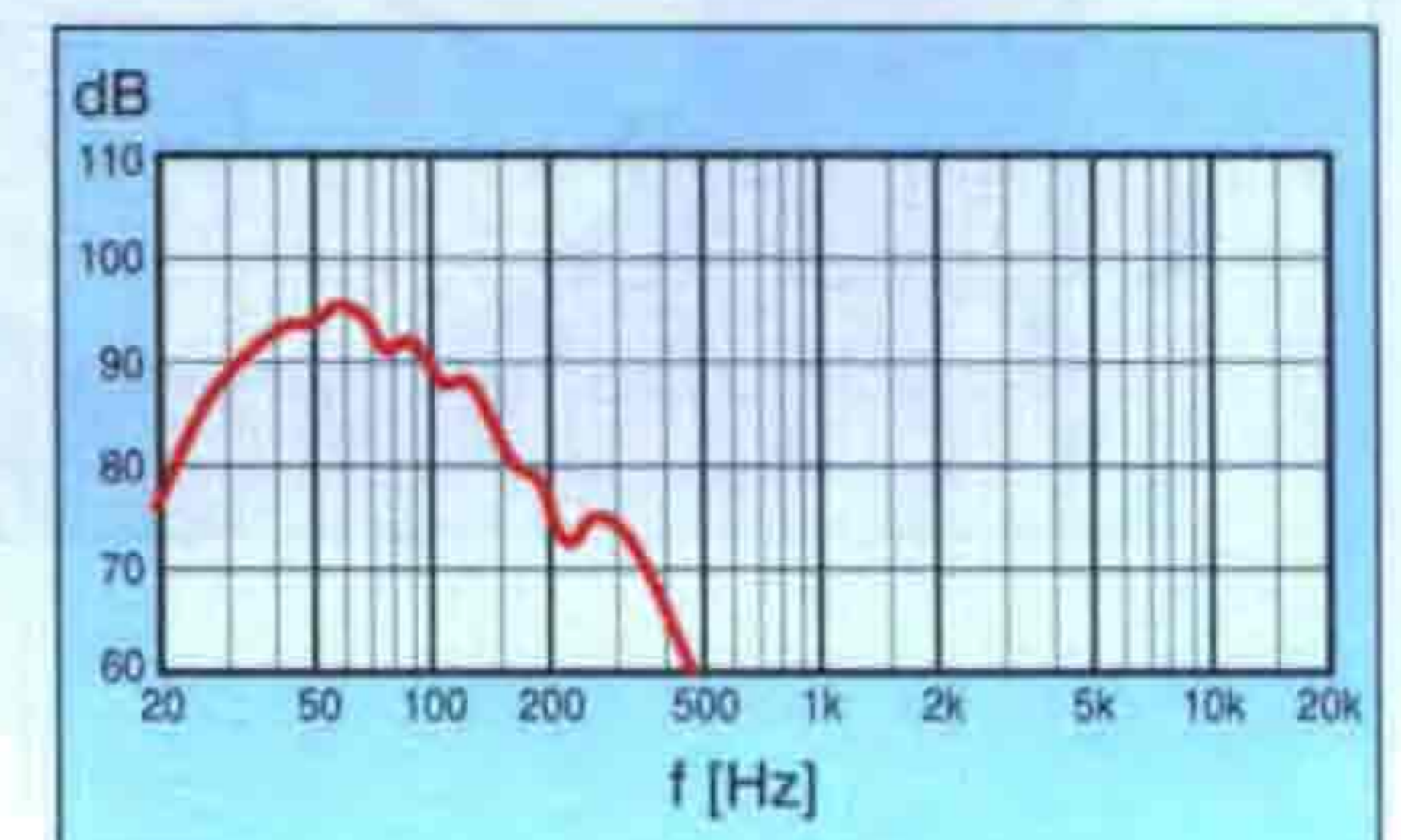
Az asztalosrajzon nem adtunk meg vastagsági méretet erre a tetőlapra, mert ezt mindenki egyénileg választhatja meg. A gyári mintapéldányon (28. ábra) mintegy 50 mm vastag rétegelt lemezből készült az „A” lap, és szilikonpasztával erősítették a hangdobozhoz. Ez is csupán egy ötlet a sok lehetséges közül.

Ettől a pillanattól kezdve bánjunk óvatosan a tetején kissé túlsúlyos „asztalkával”, a szub-basszus dobozzal.

5. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
19 mm-es MDF		
„B” és „C” lap	2	442 x 442
Oldalfalak	1	480 x 541
	1	461 x 541
	2	367 x 511
	1	94 x 541
	1	75 x 541
Merevítők	1	50 x 246
	1	50 x 442
A kiválasztott anyagféleségből		
„A” asztallap	1	480 x 480
10 mm-es MDF		
Kis doboz az erősítő számára	1	270 x 160
	2	75 x 160
	2	75 x 250

A doboz aktív vagy passzív üzemmódban 28 Hz-től használható, a felső frekvenciahatárt pedig a meghajtó erősítőn lehet kívánság szerint beállítani; a SAM-1 típusú erősítő esetén például 50–150 Hz között. A doboz gyárilag



33. ábra



34. ábra. A Predatorsub-12

mért frekvenciamenete a 33. ábrán látható.

Predatorsub-12

Kifejezetten autóhangosítási célokra tervezték a Predatorsub-12 típusú reflexdobozt (34. ábra). Esetünkben azonban nem valamely zugpiaci, névtelen termék autós adaptációjáról van szó, hanem egy csúcsminőségű, remekbe szabott darab birtokosai leszünk, ha ezt a hangsugárzót megépítjük.

A konstrukcióban szerencsésen sikerült összhangba hozni a szokásos követelményeket. Sikerült egyfajta optimumot elérni – az autós kategóriában professzionális – hangzás, a kedvezően

kis méretek, a minőséghez viszonyított elfogadható árszínvonal és a könnyű elkészíthetőség között anélkül, hogy bármelyik irányban fájó kompromisszumot kellett volna kötni.

Ehhez segítséget nyújt a Monacor cég CARPOWER terméksorozatának Predator-12 (35. ábra) elnevezésű, egyik kiváló, 30 cm-es szub-basszus hangszórója.

Az öntött alu kosaras, papírkónuszos, 323 mm-es külső átmérőjű hangszóró valódi mesterdarab, szinte minden paraméterében figyelemre méltó. A hatalmas, Ø75 mm-es, kapton anyagú lengőcséve 2×2 Ω-os iker tekercselést hordoz, amely rézbevonatú alumíniumhuzallal készül. A maximális lengőkitérés ±12 mm. A 33 Hz-es rezonanciafrekvenciájú hangszóró zenei terhelhetősége 2×400 W_{max.}, névleges terhelhetősége pedig 2×250 W_{eff.}

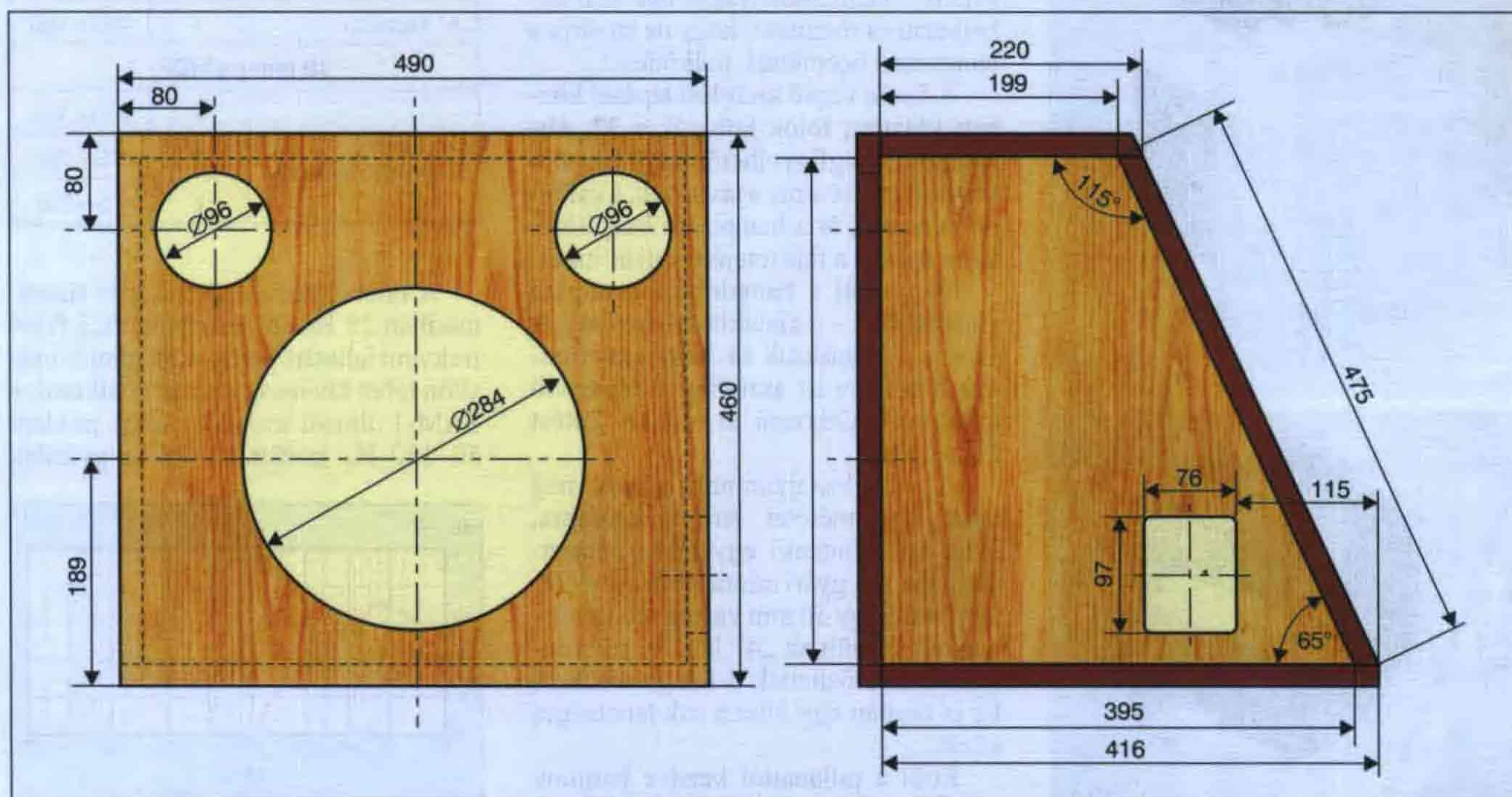
A Predatorsub-12 elnevezésű, passzív szub-basszus hangsugárzó meghajtása azok számára, akik ilyesféle műtárgyak társaságát kedvelik az autójukban, bizonyára nem okoz gondot.

A doboz felépítése voltaképp igen egyszerű, asztalosrajzát a 36. ábra mutatja. Az elkészítést némileg megnehezítik a döntött hátlap ferde élei. Ezen élek azonban kellő türelemmel és gondossággal, elektromos kézi gyaluval, ennek híján fareszelővel különösebb probléma nélkül elkészíthetők. A munkával nem szabad kapkodni, többször



35. ábra. A Predator-12 típusú, csúcsminőségű mélysugárzó

is össze kell próbálni az illeszkedéseket, amíg a megfelelő eredményt elérjük. Sajnálatos, hogy a lapszabászatok túlnyomó többségében az ilyen ferde élek kiképezését, vágását nem vállalják. Viszonylag eléggé jó pontosságot érhetünk el az olyan villamos kézi (vagy asztali) körfűrész használatával, amelyen a vágási szög beállítható. Mindenesetre végezzünk valami hulladékanyagon néhány próbavágást, mert



36. ábra. A Predatorsub-12 asztalosrajza

ezek a körfűrészek nem igazán a vezetési pontosságukról híressé váltak el, és hajlamosak alaposan belemetszeni az anyagba.

A lapszabászat számára szükséges anyaglistát a **6. táblázat** tartalmazza, de ügyeljünk arra, hogy ezek nyers, megmunkálás előtti méreteket jelölnek! A kritikus éleknél akkora ráhagyást tartalmaznak a lapok, amelyek mellett a ferde szögű élek könnyen elkészíthetők. A doboz anyaga 19 mm-es MDF.

6. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Előlap	1	490 x 460
Tetőlap	1	490 x 220
Hátlap	1	490 x 507
Alaplap	1	490 x 415
Oldallap	2	385 x 422

Mindenek előtt készítsük el, munkáljuk meg a hátlap, a tető- és az alaplap találkozásánál létrejövő ferde szögű élcsatlakozásokat. Ez eléggé hosszadalmas, pepecselő tevékenység, ha pontos munkát akarunk végezni. Törekedjünk a hézagmentes érintkező felületek, élek kialakítására. Ha ezekkel megvagyunk, szabjuk le trapéz alakúra a rajz szerint a két oldallapot úgy, hogy közben figyelembe vesszük a már eddig elkészült ferde élcsögű lapok véges pontosságát is. Ha a pontos illeszkedés érdekében szükséges, 1–2 mm-es korrekciót nyugodtan elfogadhatunk ezen művelet közben.

Aligha úszható meg a munka kellő, a műveletek közbeni, alapos ellenőrzése. Ez úgy végezhető el a legkönnyebben, hogy egy sík, vízszintes felületre helyezzük az előlapot és köré építjük az alap- és fedlapot, továbbá a két oldallapot. Ha a munkánkat jól végeztük, akkor az illeszkedésekkel nem lesz



37. ábra. Az MBR-85 típusú reflexcső

probléma. A műveletet a továbbiak során megismételhetjük úgy, hogy az egyik oldallap köré építjük fel a dobozt, ekkor a hátlap megfelelő illeszkedése is jól megfigyelhető.

Az összeragasztást két lépcsőben kell elvégeznünk. Az első műveletsor folyamán az előlaphoz ragasszuk hozzá az alap- és fedlapot, továbbá a két oldalfalat, majd csavarozással erősítsük meg a ragasztott kötések. Várjunk a száradással legalább egy napot.

A következő napon a hátlapot ragasszuk és csavarozzuk a helyére úgy, hogy az összes csatlakozó élet gondosan kenjük be ragasztóval és csak ez után illesszük össze azokat. A csavarozás során nagyon ügyeljünk arra, hogy a ferde szögű élekbe a megfelelő irányban készítsük el a csavarok számára az előfuratot. Ez ugyan közhelynek tűnik, mégis könnyen melléfúrhatunk a ferde, optikailag megtévesztő élek folytán.

Száradás után készítsük el az előlap, illetve a hangszórókivezetések nyílásait. Ekkor mód nyílik a hátlap ragasztásának utólagos ellenőrzésére. Ha itt hézagokat, hiányos ragasztást fedezünk fel, még van mód a kijavításra.

A doboz kikészítése (csiszolás, lakkozás stb.) után építsük be a csillapítóanyagot a dobozba. Először is ragasszuk a hátlapra tojástartó-mintás műanyaghabot (1/4 csomag MDM-40). Ez után próbáljuk be a dobozba a kétszer két darab MBR-85 típusú, ferde szögű, állítható hosszúságú pvc reflexcsövet és a hangszórót.

Az MBR-85 típusú, Monacor reflexcső (37. ábra) két darabból áll: a karimával is rendelkező, hajlított könyökrészből és a hangolás céljából teleszkópusan elmozdítható, kissé nagyobb átmérőjű, egyenes csőtoldalattól. Figyelem: a négy komplett készletből mind a négy karimás részre, de csak két csőtoldalatra lesz szükségünk!

A dobozba úgy építsük be ezeket, hogy az előlapon (oldalanként) legyen az egyik karimás rész, rajta a saját egyenes csőtoldalattal, aztán ebbe az elmozdítható egyenes csőrészbe toljuk be a másik reflexcső-készletből csakis a karimás könyökrészt. Így oldalanként egy-egy olyan csövet kapunk, amelynek az elején is és a végén is lesz könyök.

A neheze most következik: elforgatással mindkét oldalon a csőszervezetek helyes pozíciójának a megtalálása a dobozban úgy, hogy egyrészt a csőhosszak maximálisak legyenek, másrészt a hangszóró is férjen be a doboz-



38. ábra

ba. A helyes pozíció megtalálása kissé türelmjáték lesz. Ha megtaláltuk a helyes beépítési helyzetet, ragasszuk és csavarozzuk be végleges helyzetben az előlapi nyílásaikba a karimás csővégeket, továbbá a kellően széthúzott állapotot a szétesés ellen rögzítsük öntapadó műanyag szalaggal.

A két reflexcső-szerkezet és a jobb, illetve bal oldali oldallapok közötti szűkös helyre tuszkoljuk be az egy csomag MDM-2 csillapítóanyag (vatta) felét-felét, majd csavarozzuk be a hangszórót a helyére.

A 38. ábrán a nyitott hangszórónyíláson keresztül megfigyelhető a hátlapra ragasztott, tojástartó-mintás műanyaghab csillapítóanyag, a jobb, illetve bal oldalon az öntapadó ragasztószalagokkal rögzített két reflexcső, továbbá ezek mellett/mögött a két részre osztott vatta csillapítóanyag. Tény, hogy a készre szerelt dobozban már nem sok felesleges hely marad.

A *Predatorsub-12* típusú szub-basszus sugárzó a 33 Hz–150 Hz közötti frekvenciasávban használható, bár a felső frekvenciahatárt a torzítások elkerülése végett 110 Hz felett aktív szűrővel a meghajtóerősítőben korlátozni kell. A doboz átlagos érzékenysége SPL = 89 dB/1 W/1 m, zenei teljesítménye $2 \times 400 \text{ W}_{\text{max}}$, névleges teljesíté-



39. ábra

ménye $2 \times 250 W_{\text{eff}}$. A hangsugárzó gyárilag mért, *szűrőzés nélküli* frekvenciamenetét a **39. ábra** mutatja.

Ennek a viszonylag kis méretű, de komoly hangerejű, „ütős” doboznak az elhelyezése még egy kisebb személyautóban sem okozhat gondot.

„3D Spiral Horn Speaker Őrület”

Már a 2007-es évkönyvünkben említettük, hogy az amatőr tervezésű/építésű hangdoboz-féleségek terén jelentős újtásként jelentkezett a helikális spirál tölcsérféleséget tartalmazó dobozok családja. A különleges, *3D-spirálnak* nevezett formai kiképezésű tölcsérféleség – mint műszaki megoldás – jelentős érdeklődést váltott ki és sokak fantáziáját megmozgatta, így további részleteket közlünk a témakörben. A következőkben bemutatandó hangsugárzókat ötletadónak szánjuk, és olvasóink kísérletező kedvére bízunk a további saját változatok elkészítését.

Az alapötlet lényegét az képezte, hogy egy japán HIFI-megszállott, *Masaaki Takenaka*, átértelmezte az exponenciális tölcsér fogalmát. A Felkelő Nap országában jól ismert tengeri csigából („conch”, *Charonia Tritonis*) indult ki, amelynek a háza némiképp emlékeztet a hazánkban közismert éticsiga házára, ám annál jóval kúposabb/hegyesebb, továbbá annál sokkalta nagyobb, „emberes” méretű. A csiga házát buddhista szerzetesek használják szertartásaik során (**40. ábra**, **41.**



40. ábra. Szertartás tritonkürttel



41. ábra. Szertartási tritonkürt

41. ábra.) Ezzel a tengeri csigafélével azonban a görög–római mitológiában is találkoztunk már: a nevét ugyanis Tritonról, az embertestű és halfarkú, delfinen lovagoló, a viharban kürtölgető tengeristenről kapta, s ezáltal a csigát „tritonkürt”-nek nevezik. Földközi-tengeri rokona (*Charonia lampas*) annak idején a rómaiak harci trombitája volt, de a halászok néha még manapság is használják.

Mindenképpen figyelemre méltó, hogy a tritonkürt kedvező akusztikai tulajdonságai már évezredek óta figyelem tárgya. Nincs tehát abban semmi szokatlan, hogy a jelenkor emberét is gondolkodóba ejti. Különösen a tölcsésugárzókkal foglalkozók számára adott mostanában új tippet. A tölcsérek legnagyobb baja ugyanis azok jelentős mérete, és ha bármely ötlettel lehetne a méreteket általában, vagy akár csupán egy szűkebb alkalmazási területen valamelyest csökkenteni, nyert ügyünk lenne. Úgy tűnik, hogy ennek most jött el az ideje.

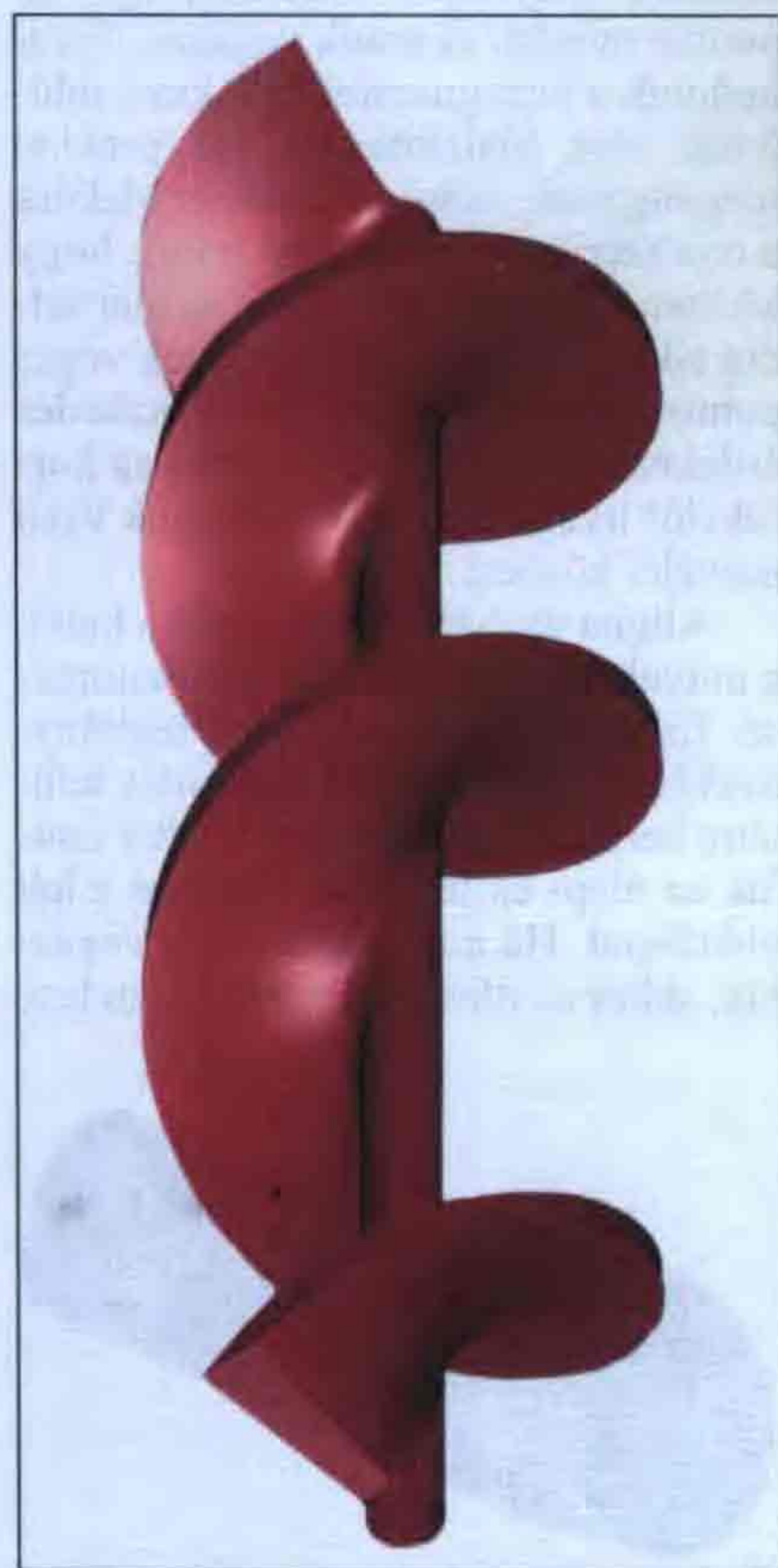
A mindig is felvetődő bosszantó probléma és jelentős tervezői munka az alapjaiban megméretezett tölcsér kisebb méretre történő „összecsomagolása” (összehajtogatása) anélkül, hogy annak kedvező tulajdonságai lényegesen romlanának. Úgy tűnik, a természetnek ez nem okozott gondot, például a tritonkürt. Ennek hosszúkás alakja adta az ötletet az újfajta, spirális tölcsér elkészítéséhez. Japán barátunk bevallása szerint ugyanis a „conch” szertartási eszköz nézegetése közben felismerte, hogy más úton is el lehet indulni, mint eddig. Lehetséges olyan tölcsért is készíteni, amelynek keresztmetszeti bővülése közben a külső átmérője akár végig is egyforma marad. Ennek ellenére a tölcsészerű, *keresztmetszeti tárgulások viselkedés* a dugóhúzó-szerű szerkezet menetemelkedésének fokozatos növelésével érhető el (**42. ábra**). Vagyis ez, a külső szemlélő számára rejtett konstrukciós megoldás eredmé-

nyezi a tölcsér tágulását, nem pedig a szájnyílás, illetve a külső átmérő fokozatos növekedése, mint a korábban szokásos megoldásoknál.

Könnyen belátható, hogy az így elkészíthető – helikális spirált alkalmazó – tölcsérszerkezet szűk korlátokkal rendelkezik. Ez egy csöppet sem meglepő: aki tölcsérral valaha is foglalkozott, tudja, hogy a tölcsértervezés szűk korlátok között, nem csekély mértékű kompromisszumok elfogadása mellett történik, amelyek egyaránt vonatkoznak a méretekre is és a frekvenciahatárokra is.

Miért is, és hogyan?

Felvetődik a kérdés, hogy mi értelme is van a helikális spirál tölcsér alkalmazásának, mi igazolja létjogosultságát és mit is várhatunk tőle. A tapasztalatok arra utalnak, hogy itt valami meglehetősen újszerű, *akusztikailag eddig még kellően körül nem járt megoldás* született. Az akusztika tudománya tele van fehér foltokkal, kellően nem vizsgált, alapjaiban vagy részleteiben korrekt módon fel nem derített megfigyelésekkel és problémákkal. Úgy is mondhatnánk, hogy az akusztika a műszaki tu-



42. ábra. 3D-spirál modell

MÁR

A HE-füzetek kizárólag csak a szerkesztőségénél kaphatók!

EGY-EGY SZÁM ÁRA 2790 FT.

HOBBI Elektronika FÜZETEK

1.

Nagymáté – Chrenkó

FÉMKERESŐK

9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

HOBBI Elektronika FÜZETEK

2.

Ágoston – Bereti – Pruzsinszky

Audiofil-Varázs I.

SHIS
emlékmű
2A3-mal

9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

Varázslatok
a CD
körül

HOBBI Elektronika FÜZETEK

3.

Vörös Tamás

PIC – kezdőknek

9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

HOBBI Elektronika FÜZETEK

4.

Ágoston – Nagy

Audiofil-Varázs II.

20 W-os „A” osztályú Push-Pull erősítő



100 W-os
hibrid²
erősítő

Még
egyszer a 20 W-os hibridről

Alkatrészek

Félvezetős RIAA-korrektor
Univerzális előerősítő



Audiofil találkozók – képekben

www.radiovilag.hu

Egy-egy szám ára: 2790 Ft.

Rendeljen, mert el fog fogyni!

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

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

(Postán is elküldjük, kb. 400 Ft postaköltséggel.)

dományok mostohagyermeké. Jellemző, hogy szinte a legtöbb esetben a dolgok fordítva történnek: *először* létrejön egy gyakorlati megfigyelés, majd az akusztika tudománya – idővel – kreál hozzá valamely matematikai–fizikai elméleti háttérrel. Ez a középkor módszere volt, és valami olyasféle hozzáállás, mintha a maghasadást az első atomrobbantás *után* kezdték volna tudományos módszerekkel vizsgálni és alapvető elméletét kidolgozni.

Van ebben valami számunkra pozitív is. A viszonyok ugyanis ebben a tekintetben némiképp hasonlatosak a korai rádióamatőrök első időszakára, amikor is számtalan zseniális és ugyanekkor még több elvetélt műszaki megoldás született. Voltaképp most igenis megint rajtunk van a sor, s mint annak idején, a múlt század húszas, harmincas éveiben (más, *akkor felvetődött* ügyekben) elődeink azt tették, járjuk mi is körül ezt a spirál tölcser dolgot! Dobozok megépítésével gyűjtsünk kellő mennyiségű tapasztalatot ahhoz, hogy kiderüljön, mennyit is ér ez az ötlet. Ez kísérletezés nélkül soha nem fog kiderülni, és ezt a munkát helyettünk senki nem fogja elvégezni. Úgy tűnik, hogy a reflexdoboz és a helikális spirál házassága valami újszerű, váratlan megoldást hozott, amelyre a spirál nehézkes előállítása miatt a tömeggyártás és a plázakereskedelem „nem kattant rá”, így a barkácsolgató, hangdobozokat bütykölő hifistákon kívül szinte senki, semmilyen szinten nem foglalkozik a témával.

A továbbiakban olyan, amatőrök által elkészített dobozokat ismertetünk, amelyek az újszerű megoldás pozitív hatását igazolják, és amellet persze jogos kérdések özönét vetik fel. Ezekre a válaszokat azonban csakis kellő tapasztalatok megszerzésével, mérések, meghallgatások hosszú sora után lehet megadni. Tekintettel arra, hogy a következőkben ismeretett „műszaki megoldások” hihetetlenül olcsók, a nem kevés munkán kívül gyakorta majdnem semmibe sem, vagy csupán fillérekbe kerülnek, a korábbiaknál jobb végeredmény reményében folytatott kísérleteket feltétlenül megérik.

A reménybeli pozitív végeredményt pedig úgy lehetne röviden összefoglalni, hogy ugyanazzal a (nettó) reflexdoboz-térfogattal, de egyúttal helikális tölcser (3D-spirál) alkalmazásával jobb a mélyátvitel, mint tölcser nélkül. A különbség különösen a kis méretű reflexdobozoknál szembeszökő. Nem véletlen tehát, hogy elindult a *3D-spirál*



43. ábra. Lefolyócső-kompozíció Fostex hangszóróra

mozgalom világszerte, amely munkához mi is hozzátehetjük tapasztalatainkat

Az alapprobléma: maga a spirál

Esetünkben egyrészt a spirál *menetemelkedésének mértéke* nem haladhat meg valamely ésszerű, elkészíthetőségi határokat sem lefelé, sem pedig fölfelé. Másrészt egy ilyen spirál *elkészítése* semmiképpen nem tűnik egyszerűnek, ehhez a legtöbbször azonnal valamiféle intelligens, számjegyzérlésű szerzőgépre (pl. marógépre stb.) gondolnak. Az első pillanatban a helikális tölcser házilagos elkészítése hihetetlenül nehéznek, szinte lehetetlennek tűnik, ipari előállítása pedig aligha lehet kifizetődő. A marketinges szakemberek bizonyára egyetlen rápillantás alapján elvetették a spirál ötletét.

Itt nyilvánult meg japán barátunk kiváló fantáziája: egy csomó jó ötlete támadt a spirál házilagos, munkás, de olcsó elkészítésére. Amikor alapötletét és első gyakorlati megoldásait közzétette, mások fantáziája is meglódult, és számtalan ügyes, praktikus és többnyire egyszerű megoldás született, s egyfajta ötletzuhatag formájában valóságos mozgalom indult meg. Ezek közül a legjobbakat a következőkben ismertetjük, azzal a megjegyzéssel, hogy a legtöbb megoldás alapanyaga és elkészítése olcsó, maga a spirál pedig akár különféle (faipari, csőszerelési, villanyszerelési stb.) hulladékok, továbbá

olyasféle egyszerű dolgok, mint seprűnyél, agyag stb. felhasználásával is kivitelezhető.

A 3D-spirál alapkonstrukció a különböző gyakorlati kivitelek szerint már nagyon hamar sokféle ágazat szerint, hogy ki milyen technológiával gondolta megvalósítani magát a spirált.

A konstrukció az első időkben szinte kizárólag a kereskedelemben kapható PVC-csövekből, ezek méretválasztékából indul ki. A hangsugárzó-építésben felhasználható japán PVC-csövek méretválasztéka csekély mértékben tér el a hazaitól, illetve az eltérés mértéke a működést elhanyagolható mértékben befolyásolja. A kapható hazai méretekre ugyanis a spirálok pillanatok alatt átszámolhatók. A szóba jöhető névleges méretek: Ø75 mm-es „Marley” esőcsatornacső (csokoládébarna, ill. szürke színben) és Ø110 és Ø125 mm-es, általános használatú lefolyócső (szürke, ill. okkersárga színben).

Megjegyezzük, hogy a kereskedelemben kaphatók ugyan nagyobb átmérőjű PVC-csövek is (például 160, 200, 250, 315, 400 stb. mm névleges mérettel, 2–6 méteres gyártási hosszban, különféle falvastagsággal), de ezek, *elsősorban a vastag falú, nyomásálló, nagyobb átmérőjű csövek* inkább a hagyományos kivitelű mély- és szub-basszus sugárzók építésére alkalmasak. A vastagfalú csövek ugyanis ehhez kelő szilárdsággal és a beépíteni szándékozott, általában nagyobb kosárátméretű hangszórók számára is alkalmas méretekkel rendelkeznek. Ezeknek a masszív, ipari csöveknek a beszerzése valamivel körülményesebb, mint a szokásos lefolyócsöveké, és speciális szakkereskedőknél, illetve az interneten lehetséges

A 3D-spirált elsősorban a jó minőségű, de kis átmérőjű hangszórókhöz tervezett hangsugárzók építése során lehet igen eredményesen felhasználni. Ezekben az esetekben a Ø125 mm-es PVC-csőnél nagyobb méretűt nemigen lehet alkalmazni, a nagyobb egyszerűen nem fér el, hiszen mint említettük, valóban kis méretű dobozokat szeretnénk építeni.

A többnyire 2 méteres szálban kapható 75-ös, 110-es, 125-ös PVC-lefolyócső felhasználhatósága voltaképp kettős is lehet. Egyrészt a csövet alkalmas (méretezett) hosszra vágva a spirál külső falát képezheti. Másrészt viszont magát a komplett 3D-spirál hangsugárzót is elkészíthetjük lefolyócső-darabokból és az azonos méretosztályba eső

különféle csőidomokból. Más kérdés, hogy esztétikailag ki és hogyan viszonyul egy ilyen zsiráfnyakú vagy nagyon vízvezeték-szerelési hangulatú hangsugárzóhoz (43. ábra), különös tekintettel a HIFI-hez amúgy általában is kevésbé vonzó többi családtagra... Sajnálatos, hogy néhány, igen kedvező (tölcsér-) formájú japán csőidom-féleség itthon nem szerezhető be, továbbá a hazai átmérőválaszték is szegényesebb, mint a japán, de talán nem is baj...

A 3D-spirál típusú hangdoboz-konstrukció mindamelllett egy speciális területen érvényesül igazán. Elsősorban az olyan típusú hangszórókhöz ajánlható, amelyek önmagukban kiváló minőségűek (például Fostex), jellemzően kis méretűek, és átvitelük – jó esetben – kiterjed közel a teljes hangfrekvenciás sávra. Ezek a hangszórók azonban a mélyátvitel terén többnyire nem jeleskednek túlságosan, tehát minden olyan eszköz, módszer, amely segíti a mélyhangok jobb visszaadását, örömmel fogadható. Ugyanakkor a kis méretű hangszórók a T/S paraméterekből következően lehetővé teszik a kis méretű dobozféleségek építését is, pontosabban esetükben semmi előnnyel nem jár a nagyobb dobozok alkalmazása, mint ahogy ezt már cikkünk elején is ecseteltük.

Mindezekből következik, hogy a most bemutatott dobozféleségek, konstrukciók csak abban az értelemben tekinthetők univerzális megoldásoknak, hogy elsősorban a kiváló minőségű, kis membránátmérőjű, szélessávú hangszórókhöz tervezték ezeket. Alkalmazásuk tipikusan a kis lakásokban is könnyen elhelyezhető, kiváló minőségű HIFI- vagy házimoziszet. A kis méretek ellenére a kapott hangminőségben nem jelentenek megalkuvást. Ugyanakkor a konstrukciók – a beépített kis terhelhetőségű eszközök folytán értelemszerűen – teremhangosításra nem alkalmasak. A kísérletek mindamelllett arra is utalnak, hogy a kisebb méretű szub-basszus sugárzók esetében is eredményesen lehet felhasználni a 3D-spirált. Ezúttal is azonban külön ki kell hangsúlyoznunk azt a fontos mellékkörülményt, hogy a 3D-spirál – mint akusztikai szerkezet – kísérleti stádiumban van.

Foglaljuk össze, mi jellemzi a 3D-spirál hangsugárzókat:

- jó vagy igen jó minőségű, közepes vagy kis átmérőjű, szélessávú hangszórók alkalmazása (pl. Fostex, Tangband, Monacor...),

- a reflexcső helyett 3D-spirál alkalmazása,
- a 3D-spirál térfogata nem számít bele a reflexdoboz nettó doboztérfogatába,
- a kedvező mélyátvitelhez képest meglepően kis méretű reflexdobozok építhetők,
- szokatlan anyagfelhasználás, esetleg szokatlan külső megjelenés is,
- az elkészítéshez több, kevesebb kezűgyesség és alkotói fantázia is szükséges,
- lakáshangosításra alkalmasak.

Méretezés

Az alapkonstrukció lényege a reflexdoboz, amelyet (egy vagy több) 3D-spirál tölcésrészszakasz egészít ki. A méretezés során is a reflexdobozból kell kiindulni, mint irányelvől. Ehhez a neten számtalan program kínál közvetlen segítséget, de találhatunk néhány letölthető, ingyenes méretezőprogramot is (például SpeakerShop, WinISD stb.).

A spirál elkészítése a méretezéssel indul, amely néhány ökölszabály betartásával igen egyszerű. Ismeretes, hogy a számítások során a reflexdoboz méreteinek kiválasztásakor van valamelyes szabadságunk. Esetünkben irányadó, hogy a doboz rezonanciafrekvenciájának (f_h) a hangszóró nyílttéri rezonanciafrekvenciája (F_s) mintegy felének kell lennie, azaz $f_h = 1/2 F_s$. A spirál fordulatainak optimális értéke 1 és 2 között van, de kedvező eredményeket értek el 3–4 fordulatú spirállal is, bár ezek elkészítése jóval nehezebb. Ami pedig a hangszórót illeti, a tapasztalatok szerint jó eredményt nagy Q_{TS} értékű ($>0,4$) hangsugárzóval érhetünk el.

A fenti tapasztalati szabályok szerint a doboz – mint Helmholtz-rezonátor – rezonanciafrekvenciája:

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

- ahol: c = a hangsebesség (344 m/s)
 A_t = a tölcésrész keresztmetszeti felülete (m^2)
 V_n = a doboz belső *nettó* térfogata (m^3)
 L = a spirál max. hossza (m)

A spirál számítása az alábbiak szerint történhet:

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

- ahol: L = a spirál max. hosszúsága,
 n = a spirál fordulatainak száma,
 D = a cső belső átmérője,
 L_t = a cső hossza.

A fentiek alapján a méretek egy részét adottnak véve (ilyen pl. a rendelkezésre álló PVC-cső belső átmérője), a tervezés meglehetősen egyszerűnek tűnik. A doboz litertérfogatából és a PVC-cső kiszámított hosszából kialakítható egy tetszetős oldalarányú doboz, amelynél feltételként adott még a hangszóró szerelési mérete (kosárátmérete és mélysége). A kosárátméretről kapunk egy minimális doboz-, előlappszélességet, a PVC-cső hosszából pedig adódik a doboz mélysége, ha a cső szerelési helyzete vízszintes. Természetesen a PVC-cső szerelhető a hangfalra is és a hátfalra is, de nem érhet a doboz hátsó (vagy elülső) faláig. Annak sincs semmi akadálya, hogy a 3D-spirált függőleges helyzetben építsük be a dobozba úgy, hogy kimeneti nyílása akár lefelé, akár pedig fölfelé tekintsen.

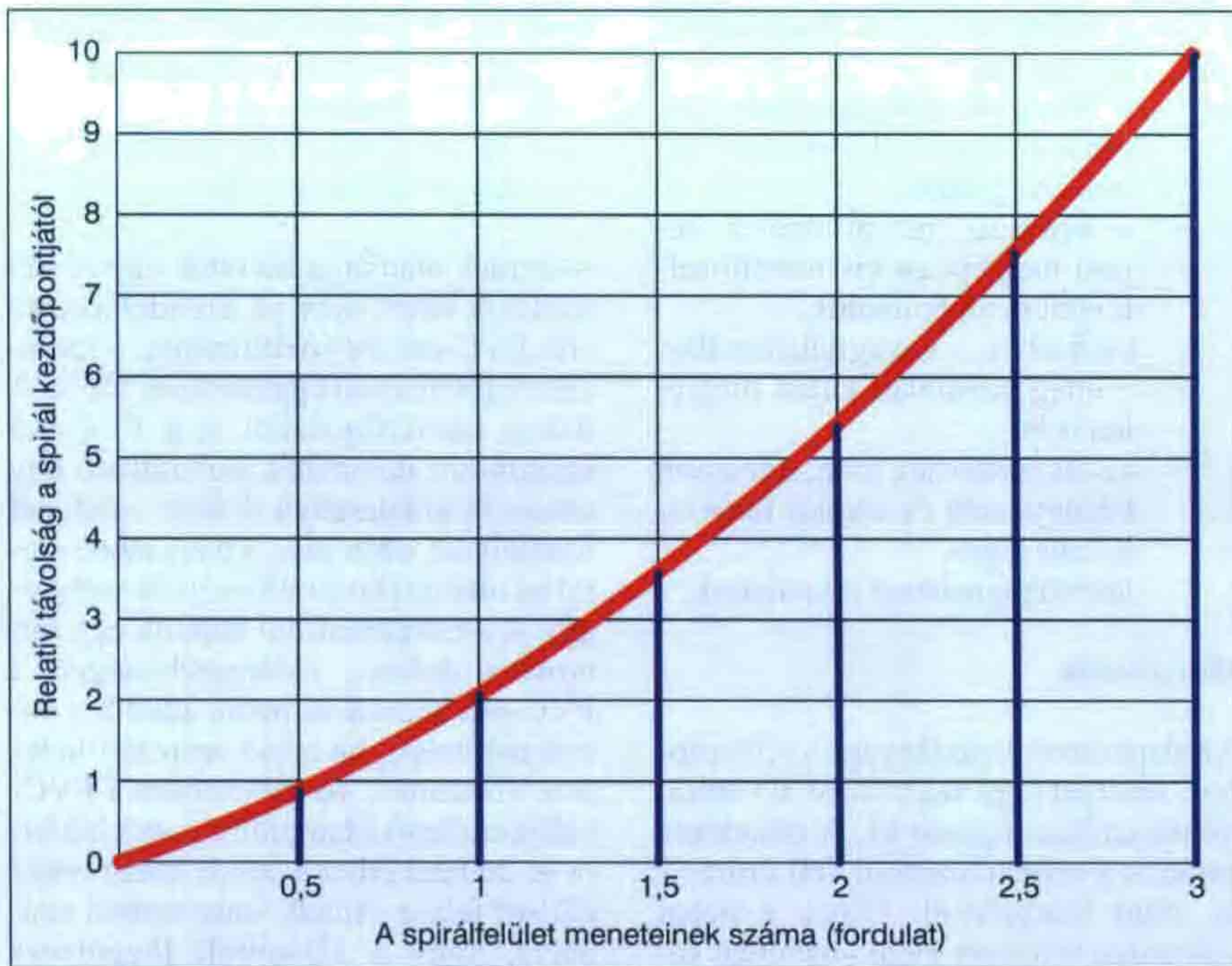
3D-spirál házilag készítése fa tengelyjel, kábelféleségekből

A spirál kivitelezésére számtalan ötlet született. Mindegyik korai kivitelre jellemző, hogy a munkát egyszerűen nem lehet elkapkodni. Valamennyi abszolút manuális, munkaigénye jelentős, pepecselős, precíz, amolyan „japános”.

Az első időkben alkalmazott megoldás legtöbbször a lényege az, hogy a néhány menetnyi spirált hajlékony anyagból, farúdon előre kialakított valamiféle váz alapján kell elkészíteni. A rögzítés ragasztóféleségekkel történhet. Akkor a átmérőjű spirált kell készíteni, ami a kiválasztott PVC-csőbe éppen befér és oda beragasztható.

Hasonlóan jó megoldás kis, téglalap alakú falapok felhasználása, amelyekből a kellő mennyiséget feldarabolva és egyik végükön átfúrva, a furatok felhasználásával egy rúdon összeállítható a spirál.

Az egyik legszellemesebb megoldás a kettős szigetelésű MM-falvezeték, vagy pedig a szintén kettős szigetelésű kéteres PVC lengőkábel felhasználása. Mindkettő villanszerelési szaküzletekben méterben kapható, igen könnyen hajlítható, ugyanakkor kellően merev is. Ezekből kell egymás mellé a szükség szerinti számú vezetékmenetet felcsévélni az általunk készített, egyszerű formára, majd csőszere-

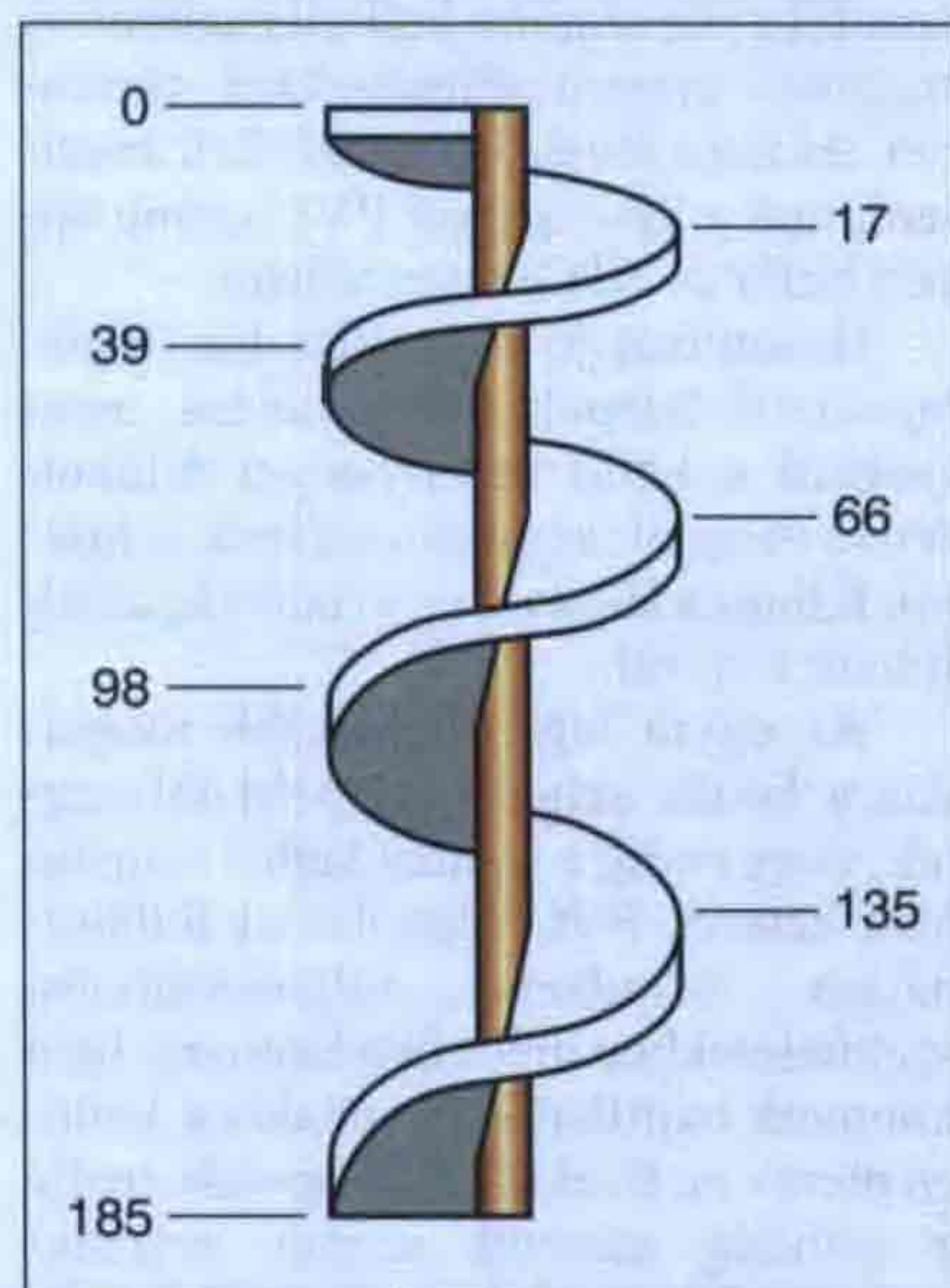


44. ábra. A 3D-spirál menetemelkedése exponenciálisan változik. Ezt a karakterisztikát (3 menetig) egyik vagy mindkét irányban lineárisan növelve/csökkentve bármely spirál menetemelkedésének méreteit megkaphatjuk

lőipari PVC-ragasztóval vagy cianakrilát tartalmú (tubusos) pillanatragasztóval lehet összeragasztani.

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

A gyakorlatban a házilagosan elkészített spirálok első csoportjának fel-



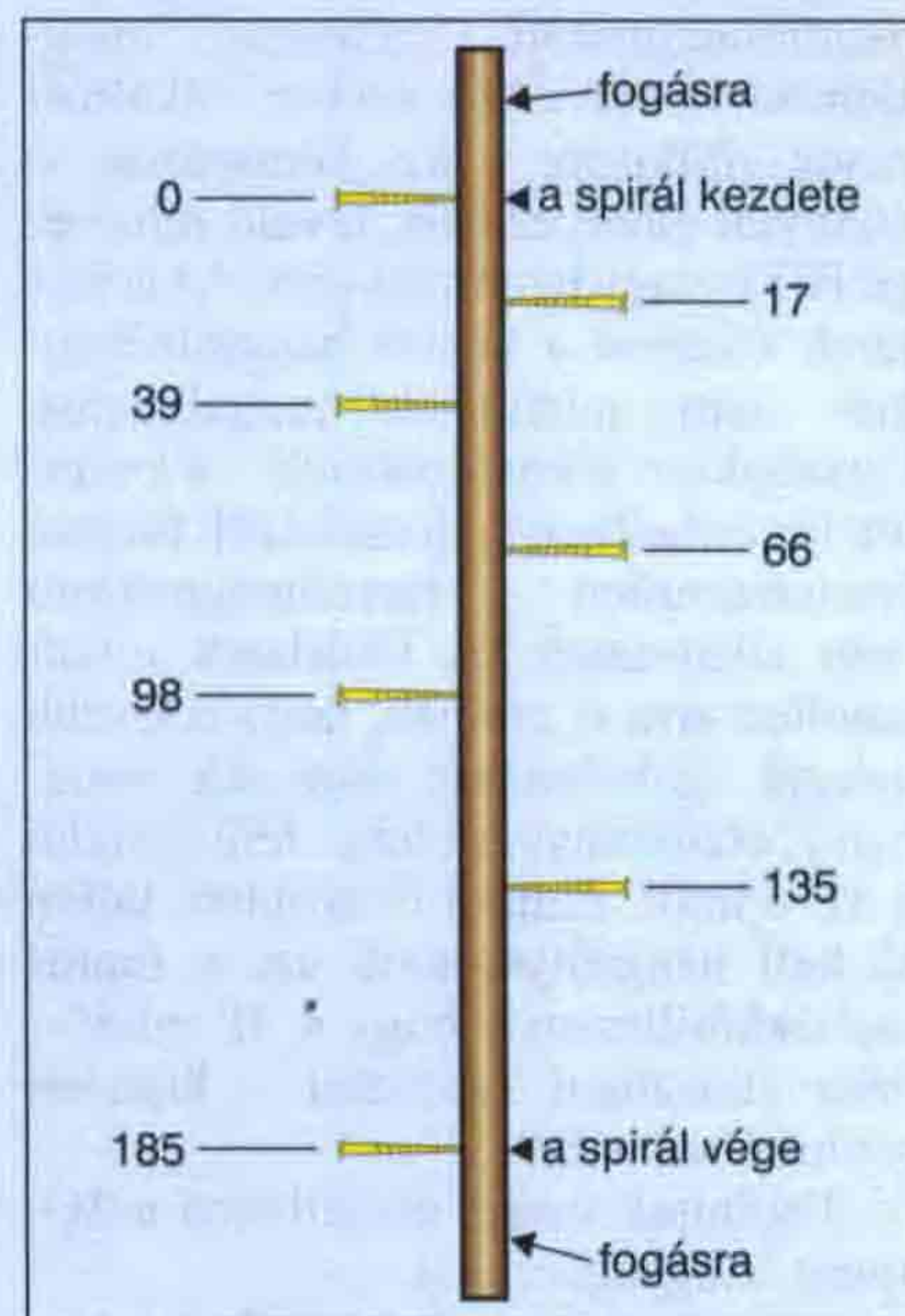
45. ábra. Egy 3D-spirál a méreteivel

építése a következő. A szerkezet tengelyében egy hengeres fa vagy fémpálca található, amely hordozza a nem kevés munkával rávarázsolt nyújtott spirált. Az így előállított szerkezetet kívülről egy PVC-cső burkolja, pontosabban ebbe a csőbe van beragasztva a spirál.

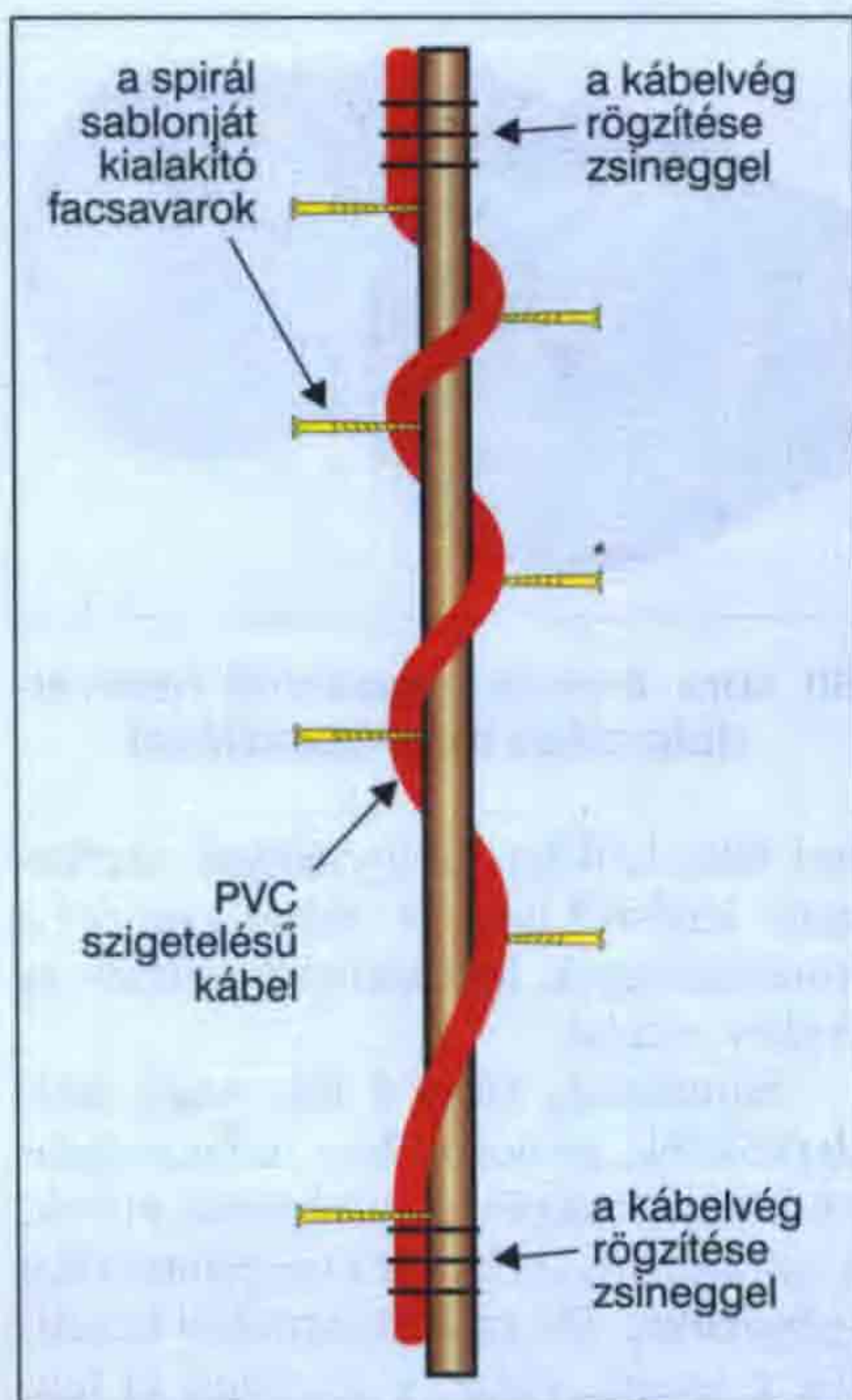
Első feladatunk a számítások vagy a cikkben közölt méretek során kapott adatok alapján a megfelelő átmérőjű központi (fa-) tengely kiválasztása. Ebből akkora darabot szabjunk le, amekora 200–250 mm-rel hosszabb, mint ami a kész darab tényleges hossza. Erre azért van szükség, mert munka közben mindkét végénél fogva meg kell tudnunk fogni vagy satuban rögzíteni a készülő spirált. A **44. ábra** görbéje alapján fel kell vinnünk a menetek helyét a fa pálcára. Az ábra háromfordulatú, tetszés szerinti hosszúságú spirál készítésére alkalmas görbét ábrázol. Mivel azonban exponenciális függvényről van szó, az ábra úgy kezelhető, mintha „gumiból lenne”. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy mindkét irányú skálázása módosítható, nyújtható és zsugorítható, ezáltal bármely méretű spirál készítésére felhasználható. Ez az átméretezés akár papír-ceruza módszerrel, akár pedig – PC segítségével – valamely rajzprogrammal elvégezhető. A lényeg az, hogy a függőleges skála a kívánt spirálhosszra legyen átszámítva, a menetek

száma pedig a jelenlegi beosztástól függetlenül a nulla ponttól a vízszintes skála végpontjáig terjedjen. Végül is a kívánt hosszra és menetszámra kapunk egy mm-ben mért *méretsort*, amely úgy értelmezhető, mint a **45. ábrán** jelzett méretek. Ennek alapján látható, hogy kell egy négymenetű spirált készítenünk, amelynek a nettó, végső beépítési hossza 185 mm, és a spirált kialakító, dugóhúzó szerű felület magassági pozíciói félmenetenként a rajz szerinti távolságokban vannak a spirál felső kezdőpontjától. Ugyanakkor a **46. ábrán** megfigyelhető, hogy a spirál tengelyét alkotó farudat hosszabbra szabtuk, mint a spirál tényleges mérete, hogy mindkét végén kézbe vagy satuba tudjuk fogni a készülő műalkotást. A szűkségtelen részt majd a munka elkészülte után fogjuk lefűrészelni.

Kérdés, hogy milyen átmérőjűre készítsük a spirált. Ezt mindennek előtt az dönti el, hogy milyen cső áll a rendelkezésünkre, és ez a cső a számított hosszúság mellett befér-e a számított méretű dobozba. Minden bizonnyal néhányszor neki kell futnunk a számításonak ahhoz, hogy a meglévő cső átmérője (és számított hossza) alkalmas is legyen, a dobozba be is férjen és a doboz méretei is célszerűek legyenek. Lehet játszani a cső, vagyis a spirál elhelyezésével (fektetve, állítva, dobozon kívül elhelyezve, két cső párhuzamosan) stb., de végül is néhány szorzás-osztás után eljutunk a helyes mé-



46. ábra. Egyszerű 3D-spirál sablon készítése PVC-vezetékhez, kiskábelhez facsavarokkal



47. ábra. A spirál elkészítésének következő lépése: a PVC-vezeték felcsavarása a tengelyre, illesztőpontokként a facsavarokat használva

rethez. Ne feledjük, a spirál nem számít bele a doboz nettó térfogatába! Mindenesetre, az ismertett, megépített kész tervek utánépítése során ilyen bonyodalmakkal nem kell szembenéznünk. Az egyes megépített 3D-spirál hangsugárzókhöz tartozó spirál méreteit, menetemelkedését a mellékelt kis táblázatok tartalmazzák.

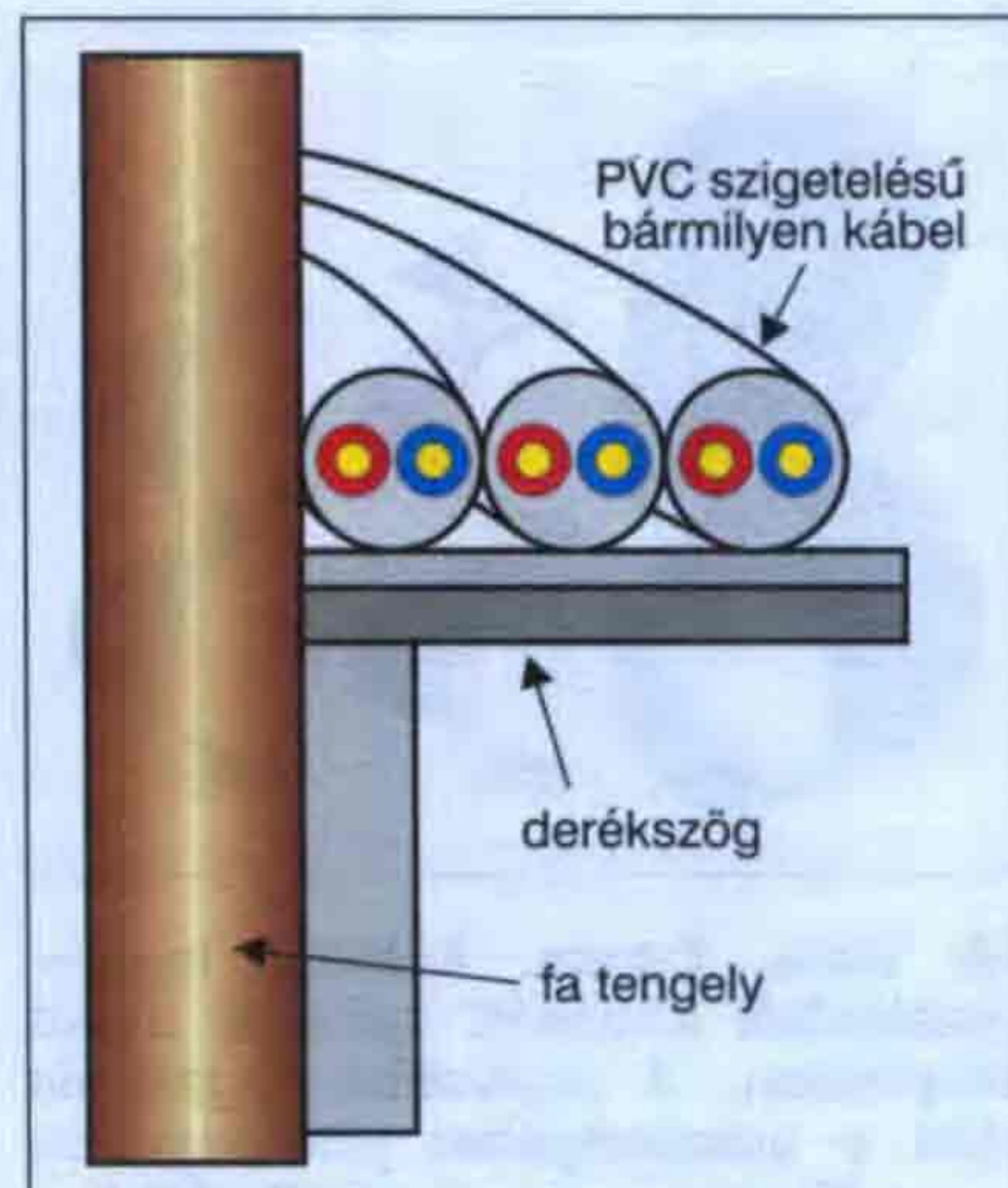
A spirál építésének munkája a központi tengely kiválasztásával kezdődik. Legjobban bevált a hengeres fa pálca, amelyet például a hazai barkácsboltokban is könnyen beszerezhetünk. A szokásos, bevált anyagméret $\varnothing 12$, $\varnothing 15$, $\varnothing 18$ mm, attól függően, mekkora spirált készítünk. (A kész tervek utánépítésekor a központi tengely méretei adottak.) Lehet próbálkozni hasonló átmérőjű alumíniumcsővel is, de ekkor a spirálsablon kialakításával gondjaink lehetnek.

A kiválasztott tengely középső részén bejelöljük a spirál kezdetét és végét, ami pedig a tengely két végén kimarad, az lesz a kézbe vagy satuba fogható rész, amit majd a munka végeztével lefürészszelünk. Ezután felvisszük a megadott vagy számított vonatkozási (magassági) pontokat, például a 46. ábra szerinti értékeket. Ezek után a jelzések alapján kis, merőleges furatokat készítünk a tengelybe úgy, hogy azok a

jelzések magasságában legyenek, a 0 ponttól kezdve a maximális hosszig. Beszerzünk alkalmas (vékonyabb, de hosszú) facsavarokat és ezeket kissé behajlítjuk a furatokba, de váltakozó irányból (46. ábra). Például a 45. ábra szerinti tengely esetén a 0, 39, 98 és 185 mm-es jelzésnél található furatoknál balról, a többi háromnál pedig jobbról. Ekkor a behajtott csavarok megadják az egyes emeletek, menetek helyi magassági szintjét a tengelyen. A facsavarok hossza 5–10 mm-rel legyen okvetlenül nagyobb, mint a spirál rádiusza. Alumíniumcső esetében hosszú metrikus csavarokat (vagy menetes végű stifteket) kell alkalmaznunk, és az alucső falába menetet kell fúrunk. Ez vékonyfalú cső esetében meglehetősen kritikus művelet.

Ezek után kézben dolgozva vagy satuba fogva a tengelyt, hajtsunk fel a csavarok mentén egy teljes hosszat (például négy menetet, 47. ábra) a kiválasztott műanyag-szigetelésű vezetékféleségből úgy, hogy néhány cm-re túljérjen a tervezett hosszából a spirál mindkét végén. Rögzítsük a két végét zsineggel vagy egyéb módon. Igazítsuk el a tengelyre csavart, felfektetett vezetékféleséget úgy, hogy a lehető legszabályosabb, egyre ritkuló menetet képezzen azon. Kenjük be bőségesen PVC-ragasztóval vagy cianoakrilát tartalmú pillanatragasztóval a tengely és a PVC érintkezési felületét. Mindkét ragasztótípus veszélyes anyag, a munkát okvetlenül a szabadban kell végeznünk, és javasolt a gumikesztyű használata is! A PVC-ragasztó a kézről, ruháról szinte eltávolíthatatlan, gőze bódító és kifejezetten ártalmas az egészségre. A cianoakrilát hasonlóan ártalmas, gőze kellemetlen illatú, ráadásul a gyors kötés folytán különösen veszélyes, ha például az arcra vagy a szemhéjra, a szembe fröccsen. Védőszemüveg használata feltétlenül indokolt.

Várjuk ki a ragasztótípusnak megfelelő kötési időt, majd készítsük el a következő menetet is a már felcsavart vezeték mellé! Ehhez egyrészt nagy türelem, másrészt egy kis – lehetőleg fémből készült – derékszög szükséges. Az újabb vezetéknek ugyanis a tengely mentén minden ponton az előző vezetékhez és a fa tengelyhez viszonyítva derékszögű síkban kell elhelyezkednie, ugyanis csak így alakulhat ki a dugóhúzóra emlékeztető spirálfelület (lásd 42. és 45. ábra!). Bármely ponton a derékszöget a fa tengelyhez és a már felragasztott két vezetékhez illesztve, ez



48. ábra. A PVC-szigetelésű kábel helyes felfekvésését minél több helyen fém derékszöggel kell ellenőriznünk a ragasztási munka során

utóbbiaknak egy síkban kell lenniük, noha egy ferde felületről van szó (48. ábra). Nyilvánvaló, hogy munka közben még van lehetőség a menetemelkedési- és alakhibák korrigálására. Mindenesetre, ennek a vezetéknek a végét is kössük hozzá a fa tengelyhez, hogy ragasztás közben ne mozduljon el. A spirálépítési munkát addig kell ismételnünk, amíg a kellő spirálszélességet el nem érjük.

Felvetődik a kérdés, hogy milyen PVC-szigetelésű kábelféleséget lehet felhasználnunk. A válasz az, hogy szinte bármilyet, ami az adott munkához jól illeszkedik. Ha például a 3D-spirál kis átmérőjű lesz, például a 75 mm külső átmérőjű, a barkácsáruházakban beszerezhető Marley márkanevű, PVC esőcsatorna csőből készítjük, akkor megfelelnek a kisebb átmérőjű, kerek vagy lapos keresztmetszetű kábelek is. Ilyesmivel például a lapos telefonzsinór, a hangfrekvenciás árnyékolt kábel, a vékony (fehér, szürke, fekete), kéteres lámpavezeték (49. ábra) és hasonló. Ha nagyobb átmérőjű, például 110 vagy 125 mm-es PVC-csőből készül a spirál, akkor szaporább a vastagabb, 2–5 eres, kerek keresztmetszetű kiskábel vagy a 2–3 eres MMfal vezeték.

Az alkalmasságot könnyen kipróbálhatjuk, megítélhetjük úgy, hogy ragasztás nélkül, szárazon tartunk egy próbatekerceselést. Ha a vezetéknek a tervezett spirál-átmérő táján semmi saját tartása nincs, akkor érdekesebb vastagabb anyaggal próbálkozni. Ellenkező esetben, ha például a kis átmérőjű spirál kialakítása során a kiválaszt-



49. ábra. Lapos, kéteres lámpavezetékéből készített spirálok nyers állapotban. A csövekbe ragasztás előtt a spirálvégeket pontosan és merőlegesen méretre kell vágni

tott vezeték kezelhetetlenül makacs, merev, akkor használjunk vékonyabbat. Annak viszont, hogy a rendelkezésre álló PVC-kábelt eredetileg milyen célra és milyen villamos paraméterekkel gyártották (erősáramú, kisfrekvenciás, nagyfrekvenciás stb.), semmi jelentősége nincsen.

Ha a tervezett menetszámot felragasztottuk a fa tengelyre, közel vagyunk a munka végéhez, viszont biztosan felvetődik egy nehéznek tűnő probléma. Ha ugyanis még egy menetet ragasztunk fel, a spirál már nem fér bele a csőbe, most viszont még lötyög benne. Ha így jártunk, a megoldás az, hogy a legkülső menetet valamely műanyag szivacsféléből kell elkészíteni. Hulladékszivacsból vágjunk le egy megfelelő méretű keskeny csíkot, és azt ragasszuk fel legutolsó menet gyanánt. Ilyen csíkot vásárolhatunk is öntapadó ablakszigetelő habszivacs formájában. A csík vastagsága akkor megfelelő, ha felragasztás után a félkész spirál húzósan csúszik be a külső (keményfalú) PVC-csőbe.

Ha a spirál ragasztási műveleteivel készen vagyunk, akkor alapos kiszáradás után a felületét eldolgozhatjuk valamilyen olcsó akril- vagy szilikon-tartalmú tömítőanyaggal, előbb beépítés előtt, majd befejezve a műveletet, a beépítés után. A végső eredményt megismerhetjük az **50. ábrán**. Ilyen, kézi nyomószerszámmal kiréselhető, tubusos pasztát már néhány száz forintért beszerezhetünk; a legolcsóbb is jó, nem szükséges semmiféle drága pasztát használnunk. Aligha találunk olcsóbbat a 310 ml-es „Mester” márkanévű akril tömítőpasztánál. Ezt a pasztát ráhordjuk a kábelből készített spirálfelületre és gumikesztyűs kézzel simára eldolgozzuk.

Az ilyesféle tömítőpaszták használatánál legyünk óvatosak, mert a legtöbbjüknél a kötés során kellemetlen, szúrós szagú, a szemet/orrot irritáló, ecetsav tartalmú gáz szabadul fel! Ezen paszták eltávolítása a kézről komoly erőfeszítést igényel, ezért az anyag elsimításához okvetlenül használjunk gumikesztyűt, amit aztán eldobunk. A ruhára került paszta viszont – a népies szóhasználat szerint – csak „ecetes olóval” távolítható el.

Ha tehát a spirállal elkészültünk, a kötés végeztével, vagyis az ecetszag eltávolítása után készítsük elő a külső PVC-csövet. A csövet vágjuk – pontosan derékszögben! – a tervezett hosszúságra. A cső belsejét durva csiszolóvászonnal csiszoljuk meg, „húzzuk fel”, hogy majd jobban tapadjon a ragasztás. Kenjük be bőségesen az általunk használt ragasztóval a spirálmenetek külső élét. (Ez az él valószínűleg a habszivacs csík lesz.) Csúsztassuk be a csőbe a spirált úgy, hogy az pontosan a helyére kerüljön, vagyis a cső két oldalán csak a fogásra, a munkára meghagyott, egyébként felesleges rész lógjon ki. Ez a fa tengelyen korábban elkészített jelzések alapján ellenőrizhetjük.

A helyén levő spirál ragasztását erősítsük meg azáltal, hogy a cső és a spirál érintkezési vonalát beecseteljük ragasztóval. Ez a kívülről is látható részen könnyű művelet, de a spirál belső részein csak valamely vastagabb vas- vagy rézhuzallal megtoldott, eldobásra ítélt fogkeféből eszkábált, hajlékony szárú „szerszámmal” tudjuk elvégezni úgy, hogy ezzel a ragasztós kefével a cső mindkét oldaláról közelítjük meg a láthatatlan, bekenendő részeket.

A ragasztás megszáradása után óvatosan, rongálásmentesen vágjuk le a felesleges, kiálló részeket! A fa tengelyt kíméletesen fémfűrészszel tudjuk leszabni, a kiálló kábeldarabok levágása pedig átmérőfüggő; itt használhatunk erős szikét, fűrészés élű kést, éles oldalcsípő fogót vagy kíméletesen kezelt fémfűrészszel. Ezek után a kábelféleségekből készített 3D-spirál beépítésre kész.

3D-spirál házilag készítése fa tengelyjel, különféle anyagokból

Spirál készítésére a korábban leírt kábeles módszer mellett számtalan egyéb lehetőség kínálkozik, ami csak fantázia kérdése. Ha arra gondolunk, hogy valamilyen könnyen kezelhető alapanyag-



50. ábra. A csőbe ragasztott spirál eldolgozása tömítőpasztával

ból létre kell hozni egy térbeli szerkezetet lépésről lépésre, akkor azonnal a kötélféleségek, textilzsinórok jutnak az ember eszébe.

Sajnálatos, hogy a len- vagy kenderkötelek, zsinórok és a műanyagalapú kötélféleségek is túlságosan puhák, a spirálepítés során sűrű megtámasztást igényelnek. Ha tehát ilyesből készítjük a spirált, akkor a központi fa tengelyre megfelelő előrajzolás után minél több támasztó facsavart kell használnunk, különben a spirál torz formájú lesz, éppen a célunkat, a minél szabályosabb spirál alak előállítását nem fogjuk tudni elérni. A zsinórok, kötelek spirálok kialakítása után itatást, impregnálást igényelnek, amit igen olcsón megúszhatunk például tapétaragasztóval. Az impregnálást addig kell ismételni, amíg a zsinór felveszi a ragasztót. Egy-egy itatás után hosszú száradási időnek kell következnie! Az impregnált és tökéletesen kiszáritott spirál felületét végül dolgozzuk el tömítőpasztával, ugyan úgy, mint a kábeles spirálnál.

A hajlékony, jól ragasztható műanyaghabok szabási hulladékaik szintén jól felhasználhatók spirál készítésére. Ezek hulladékok szinten ingyen vannak, de meg is vásárolhatók például öntapadó ablakszigetelő csíkok formájában. Amennyiben a nehézkes kábelmunka helyett ilyen habcsíkokat használunk és ezekből alakítjuk ki a spirálformát, akkor talán gyorsabban és egyszerűbben jutunk a végeredményhez. Ezeket a habokat is impregnálni kell, hogy végül kemény felületet képezzenek.

Műanyaghab helyett használhatunk parafazúzalék-lapokból kivágott csíkokat is (**51. ábra**). Ezeket a tipikusan 2–5 mm vastag parafa lapokat padló- vagy falburkolás céljára árusítják az építőanyag áruházakban, de esetenként csík formában, tekercsben is beszerezhetők. A parafa előnye az, hogy jórészt veszélytelen ragasztószerszámmal dolgozha-

MAXWELL digitális multiméterek

MX-25 104

3 1/2 digités kijelzés



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

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

Páratartalom mérés:
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 digités kijelzés



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

dióda-,
tranzisztorteszt,

szakadás-
vizsgálat

mérőzsinór,
hőmérőfej,
műanyag
védőpapucs

csak bruttó
4.990 Ft

MX-25 303

3 3/4 digités kijelzés



automatikus
mérés-határ-
váltás

DC: 1000 V,
10 A
AC: 750 V,
10 A

R: 40 MΩ
C: 100 μF

f: 10 MHz
T: -40...
+1000 °C

dióda-,
tranzisztorteszt,
szakadás-
vizsgálat

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

csak bruttó
7.990 Ft

Megvásárolhatók a szerkesztőség HAM-bazárjában: Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em., H-P 9-14 óra.
Utánvétellel is megrendelhetők, a postai és csomagolási költségek felszámításával.

Postacím: 1374 Budapest, Pf. 603. Tel./fax: 239-4932, 239-4933.

E-mail: hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu

MX-25 304

3 1/2 digités kijelzés



DC: 1000 V,
20 A
AC: 750 V,
20 A
R: 2000 MΩ
C: 200 μF
L: 20 H
f: 10 MHz
T: -40...
+1000 °C

dióda-,
tranzisztorteszt,
szakadás-
vizsgálat

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

csak bruttó
12.990 Ft

MX-25 404

in-circuit R-C-D mérő

R-mérés: 40 MΩ
C-mérés: 200 μF
D-mérés: kapocsfesz. kijelzéssel
Relatívérték-mérés
Automatikus kikapcsolás



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

MC-25 691

AC lakatfogó adapter

csak bruttó
4.990 Ft

MX-25 701

3 1/2 digités kijelzés



LCR-mérő

Induktivitás
mérés-
határok:

1.) 20 μH ...
8.) 200 H

Kapacitás
mérés-
határok:

1.) 200 pF ...
9.) 20 mF

Ellenállás
mérés-
határok:

1.) 2 Ω ...
8.) 20 MΩ

mérőzsinór,
műanyag
védőpapucs



csak bruttó
29.990 Ft

Tartozékok a multiméterekhez:

Tapintóhőmérő (K-típus) MX-25 104, MX-25 201,
MX-25 303, MX-25 304 és MX-25 501-hez, á.: 1.490 Ft.



51. ábra. Spirál készítése préselt parafazúzalék-lapból vágott csíkokból

tünk, csak a legutolsó mozzanat alkalmával, a vastag csőbe történő beragasztás során kell PVC-ragasztót alkalmaznunk. A parafa-csíkok alkotta spirál minden bizonnyal egyenetlen lesz, a felületét szintén ki kell kenni, el kell simítani akril- vagy szilikonbázisú tömítőpasztával.

Valamivel több munkával jár és kissé nagyobb kézügyességet igényel, de lényegében teljesen veszélytelen eljárás, ha a spirált gipszből építjük fel egy alkalmas fa- vagy fémvázra.

Az egyik lehetséges eljárás szerint a váz alapját egy keskeny, vékony, forrasztható (pl. sárgaréz), 0,5–1 mm körüli vastagságú, 5–8 mm széles fémcsik képezi. A műveletek előtt a csíkot forrasztóval „grundoljuk le”, hogy a későbbi forrasztások könnyen menjenek. Ezt a csíkot a központi fa tengelyre a tervezett és a botra előrajzolt spirál pontos nyomvonalán *szilárdan és véglegesen* rögzítenünk kell például apróbb szegekkel, facsavarokkal. Számítsunk a csík megnyúlására a forrasztások alatt.

A fémcsik helyett használhatunk csupaszított vastagabb rézhuzalt is, de arra számítsunk, hogy egyrészt azt eleve jóval nehezebb a fa tengelyen tartósan rögzíteni, másrészt a forrasztások alatt a nyúlás folytán ez is annyira megvetemedhet, hogy a rögzítésből akár ki is szabadulhat. A rögzítésre a legegyszerűbb műanyag ragasztószalagot használni, vállalva annak a kockázatát, hogy a szalag a forrasztás alkalmával megolvadhat.

A következőkben a csíkra tetszés szerinti számú, de minél több, csupaszított, 1,5–3 mm átmérőjű rézhuzalból készített botocskát kell forrasztanunk úgy, hogy ezek merőlegesek legyenek a központi tengelyre és a hosszuk akkora legyen, hogy a keletkezett sündisznó-szerű szerkezet beférjen a spirál burkolatát alkotó csőbe. Ez után a botocskák végét kössük össze forrasztással egy olyan hosszú, 1–2 mm körüli

vastagságú csupasz rézhuzallal, hogy az végig érjen a spirál ily módon kialakított vázszerkezetén. Ismételjük meg ezt a műveletet egy másik huzallal a botocskák közepénél is. Ha jól végeztük a műveletet, a spirál csontváz-szerű szerkezetét állítottuk elő (52. ábra).

Erre a „csontvázra” legjobb adalékolt gipszből felépíteni a spirált. A gipsz felhordásának elősegítésére készíthetünk egy hevenyészett bevonatot a drótvázra vékony újságpapírból, amit alaposan benedvesítettünk tapétaragasztóval.

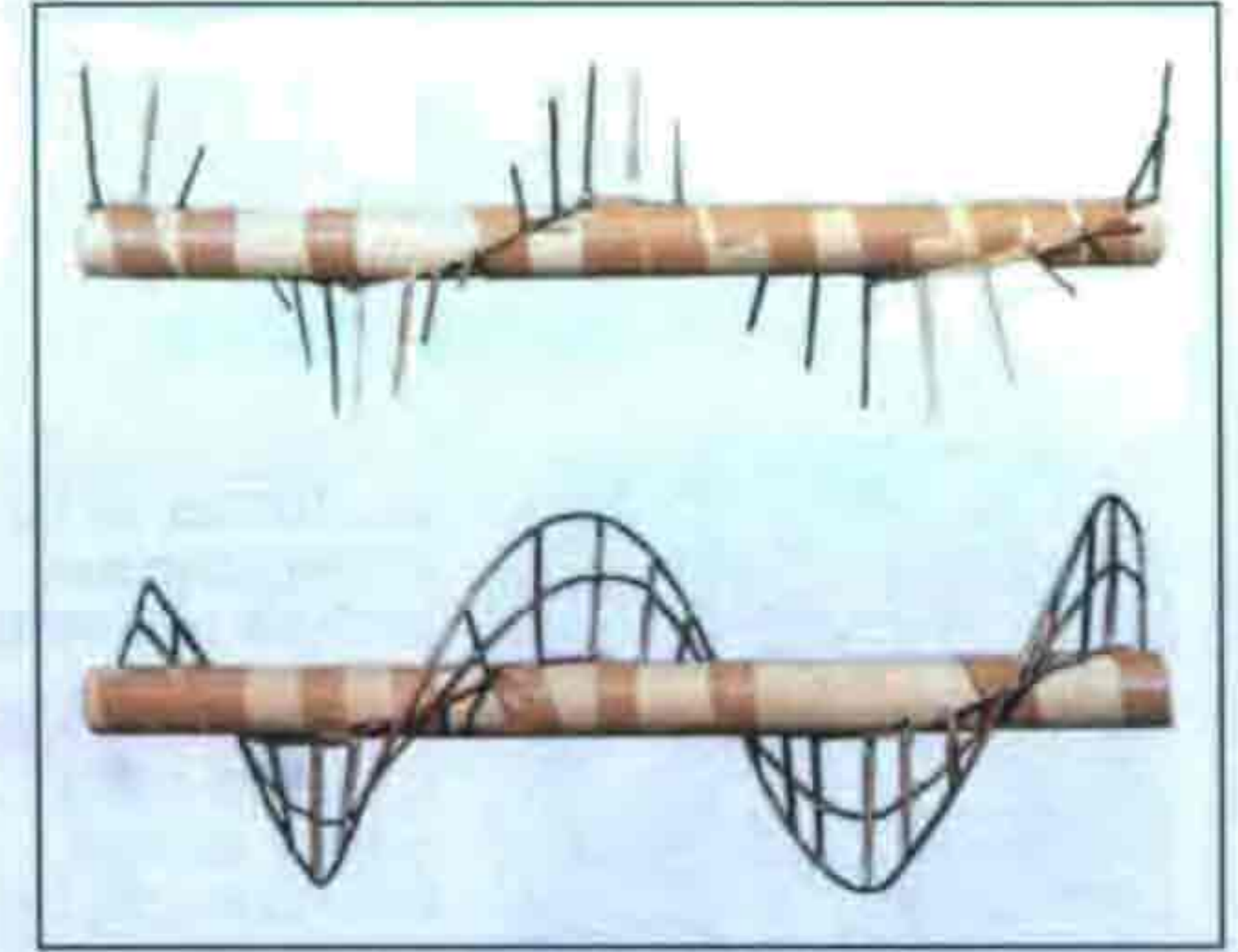
Ha a papír megszáradt, készítsünk kis adag, közepes sűrűségű gipszhabarcsot úgy, hogy a keverőedénybe öntünk 1–2 dl vizet, ebben elkeverünk kávéskanálnyi folyékony tapétaragasztót, majd addig szórunk keverés közben a vízbe gipszet, amíg könnyen kenhető habarcs lesz belőle. Ezzel a masszával kenjük be a felpapírozott spirált! A gipsz kötését késlelteti a tapétaragasztó, és egyúttal rendkívül erős anyagot alkot vele.

Ha a gipsz jórészt megkötött, folytathatjuk egy újabb adag ragasztós gipszhabarccsal a munkát addig, amíg a spirál alakja megfelelő lesz. A dugóhúzó-szerű görbe osztófal lehetőleg ne legyen vastagabb 5–7 mm-nél. Ha az utolsó réteg is fent van, várjunk valamelyest a gipsz megkötésével, majd késsel faragva – még nedvesen – javíthatunk a spirál alakján. Ha a spirál megszáradt, akkor már csak csiszolóvászonnal korrigálhatjuk az alakját. Ez vonatkozik arra az esetre is, ha nem férne be a spirált burkoló csőbe, amelyben egyébként PVC-ragasztóval rögzíthetjük a spirált.

A váz előállításához nem szükséges fémszerkezet, megfelelő például a fa is. Ehhez azok fogjanak hozzá, akik a repülőmodell építés famunkáiban kellő jártasságot szereztek és képesek vékony rétegelt lemezt ívben meghajlítani olyan formára, mint az ismertetett drótváz külső és belső huzalspirálja. Ezt a két, méretre hajlított vékony rétegelt lemezt is össze kell kötni, ezúttal azonban nem huzalbotocskákkal, hanem fa pálcikákkal. Ezek után a gipszmunka azonos a drótvázéval.

3D-spirál házilagos készítése rétegelt lemezből

A spirál és vázának elkészítése az eddig felsorolt anyagokból (kábel, textilzsinór, rézhuzal, repülőmodell faanyag) meglehetősen körülményes, hosszadalmas,



52. ábra. A spirál drótvázának elkészítése rézhuzalból, forrasztással

többnyire jelentős kézügyességet kíván. Mit tegyen az, akinek nem áll annyira a kezéhez az ilyesféle munka? A megoldás egyszerű: teljes egészében fából kell elkészíteni a spirált, házilagosan sorozatgyártott fa alkatrészekből.

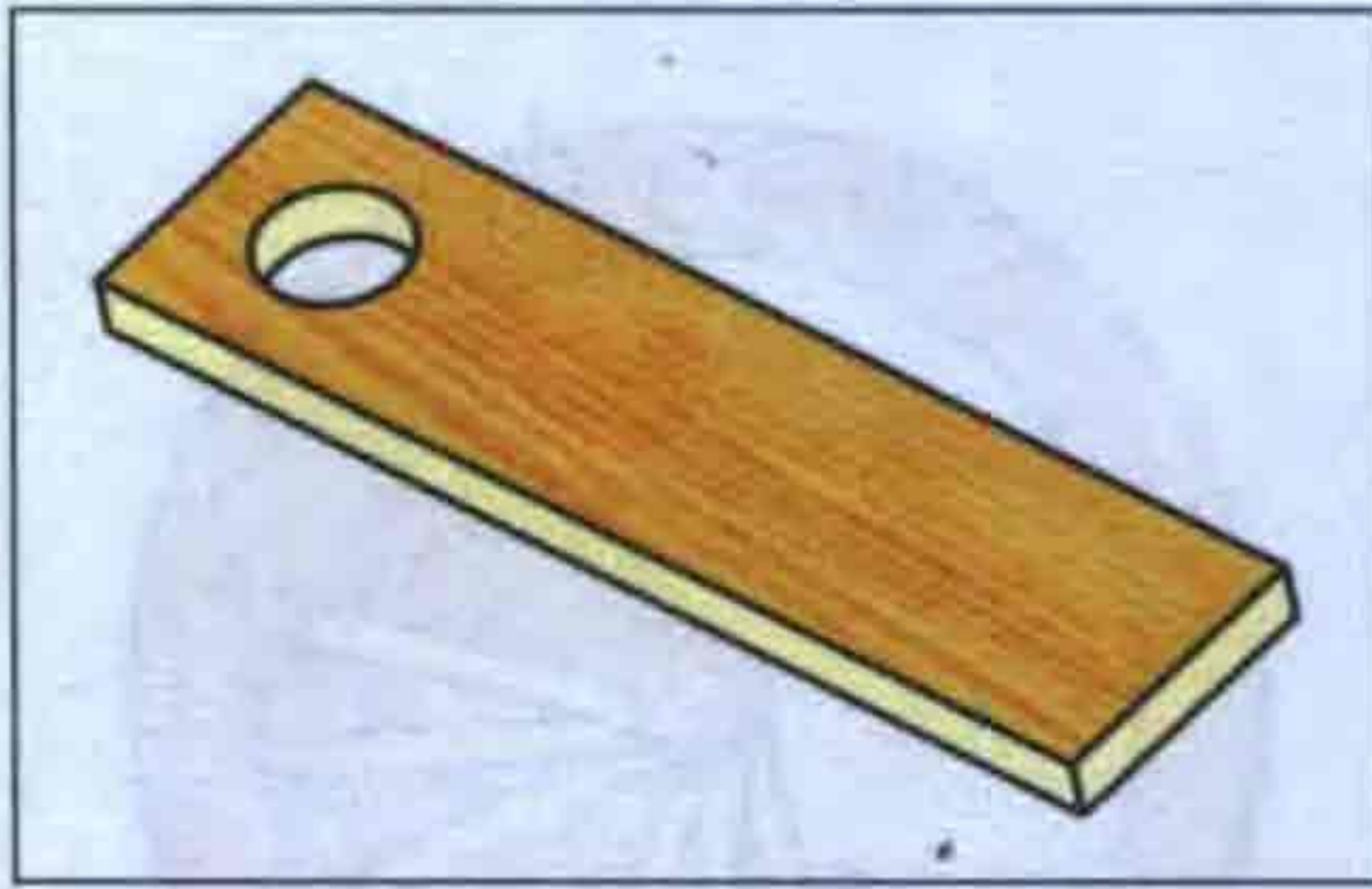
Ha egy (vagy több) hosszú lécből levágunk kellő mennyiségű vékony, keskeny fa lapocskát és mindegyiknek a végén készítünk egy furatot (53. ábra), amelyhez beszereztünk egy éppen alkalmas átmérőjű hengeres fa pálcát, akkor a feladat legfontosabb és legnehezebb részét, az univerzális alapanyag problémáját megoldottuk.

Mekkora legyen a fa lapocskák? Akkora, hogy a szélessége és a vastagsága egyrészt elegendő legyen (szilárdságilag) a hengeres fa pálcán való rögzítés számára, másrészt a hossza legyen kissé több, mint a spirált befogadó cső átmérője. Belátható, hogy ez a méretdefiníció meglehetősen laza, tehát egyáltalán nem kritikus.

Célszerű, ha a lapocskák nem vékonyabbak 3–4 mm-nél és nem keskenyebbek 15–20 mm-nél. Ekkor a legjobban felhasználható Ø75, Ø110 és Ø125 mm-es PVC-csövekhez többnyire alkalmas. A 75-öshöz kissé keskenyebb lenne jobb, de a lapocskák mérete a tengelyként funkcionáló pálcák átmérőjétől függ, amely szilárdsági okokból lehetőleg ne legyen kisebb 8–10 mm-nél.

Az, hogy milyen vastag legyen a lapocskák, attól is függ, milyen vastag léceket tudunk beszerezni. A léce végül is egy körfűrész segítségével előállítható rétegelt lemez táblából is, de abból sem nagyon tudunk 3 mm-nél vékonyabbat beszerezni. A lapocskák darabszámát egyszerű osztással tudjuk megállapítani a spirál magasságából: hány darabot kell egymásra rakni, hogy olyan magas legyen, mint a spirál.

A lapocskákat egymás után fel kell fűzni a központi tengelyre és mindegyi-



53. ábra. Fa lapocska furattal

ket kissé el kell fordítani (például jobbra) az előzőhöz képest. Az elfordítás mértékét egyszerűen állapíthatjuk meg akkor, ha a 44. ábrát a tervezett spirál szerinti méretekkel (felnagyítva, hozzá torzítva) mm-re mérethelyesen átrajzoljuk egy erősebb papírlapra és elvágjuk a görbe mentén. Ha most ebből egy (kissé hiányos) hengert csavarunk a készülő spirál köré, akkor a vágás vonala megmutatja, hogy milyen mértékben kell a lapocskákat elforgatni egymáshoz képest.

A gyakorlatban az első lapocskát rögzítsük a munkalaphoz, majd – némi ragasztóval a lyuk körül – helyezzük rá a következőt és fordítsuk el a papírsablon szerint. Ezt addig kell ismételni, amíg a kellő magasságot el nem értük. A munka menetét az 54. ábrán láthatjuk.

A kész spirálnál a problémát az jelenti, hogy az egyrészt erősen lépcsőzetes, továbbá a külső felülete nem szabályos hengszerű, mert a lapocskák szögletes végei alkotják. A spirál felületét tehát a burkoló csöbe történő beépítés, beragasztás előtt kissé le kell simábbra csiszolni és a tömítőpasztával való kikenés itt sem maradhat el.

Természetesen meg lehet ezt a problémát előzni egy kis famunkával, amennyiben előre lekerekítjük a lapocskák végét a furattal ellentétes végükön. Sőt, a furat környékén is le lehet kerekíteni a lapocskát, és ekkor egy jó-



54. ábra. Spirálépítés fa lapocskákból papír sablonnal

val tetszetősebb és praktikusabb alakot kapunk (55. ábra).

A famunkákat kedvelők az előző spirálkészítési módozatokkal nem feltétlenül elégedettek, és joggal. A spirálhoz egy csomó mindent be kell szerezni, veszélyes vegyi anyagokkal kell bízni, sokáig tart és bonyolult az elvégzendő munka. Aki jártasabb a famunkákban, azonnal arra gondol, hogy a teljes szerkezetet el lehet készíteni fából, csak végig kell gondolni a feladatot és át kell azt formálni gyakorlatiasabbá.

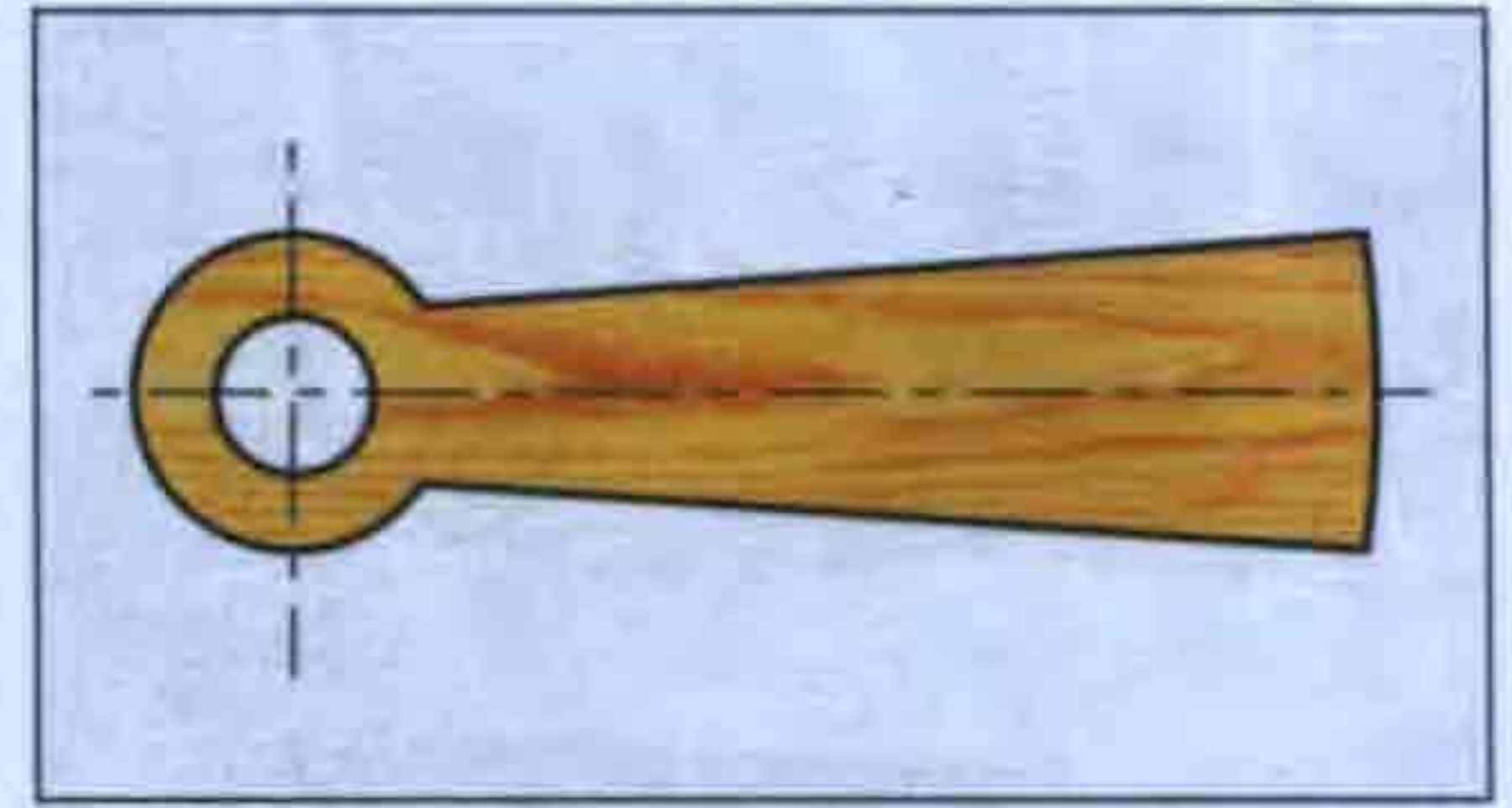
Itt van például ez a kulcslyuk szerű lapocska, amiből szorgos munka árán el kell készíteni a spirált, majd illeszteni kell egy PVC-csőhöz, hogy éppen beférjen, de ne lötyögjön, aztán be kell ragasztani. A munkának legalább a fele megtakarítható, ha a PVC-cső helyett a rétegelt lemezből készítjük el a csövet is a kulcslyuk szerű lapocskával együtt. Ez elsőre furcsán hangzik, de nagy ötlet. Így nem vagyunk rászorulva a különféle PVC-csövekre, mindössze fűrészselgetni kell, igaz, nem is keveset, de bármilyen méretű spirált el tudunk készíteni!

Az 56. ábrán látható az a bizonyos különleges fa alkatrész, egy igazi „fából vaskarika”, ami egyben cső is, spirál is, tengely is, és a méretei tetszőlegesek, általunk választottak lehetnek. Az ábra méreteivel például egy 70 mm belső és 90 mm külső átmérőjű spirál készítésére alkalmas.

Az anyaga 3 mm-es rétegelt lemez lehet, ami könnyen megmunkálható a faipari kézi és gépi szerszámokkal. A tervezett spirálhoz szükséges darabszám kiszámítható a lemezvastagság és a spirálcső hosszának összevetéséből, míg az átmérő pedig a spirálszámításokból adódik. Igaz, most átmérőként a karikaszerű tárgy belső átmérőjét kell figyelembe venni, nem pedig a külsőt, ami viszont a nettó doboztérfogat számításakor jut szerephez. A központi furat pedig – amit nem ábrázoltunk – csupán illesztési feladatot lát el és mérete tetszőleges lehet.

Hogyan kell ezt a szellemes alkatrészt elkészíteni? A legegyszerűbb kézi lombfűrészsel kifűrészelni a táblában kapható rétegelt lemezből, ami persze eléggé munkás feladat, de nem tragikus, mivel számításba vett anyag vékony, 3 mm-es, csak a darabszám lehet sok. Létezik gépi lombfűrész is, amivel a munkát felgyorsíthatjuk.

Sokkal gyorsabb a munka az időnként nagyon olcsón, akár fűrőgéppel

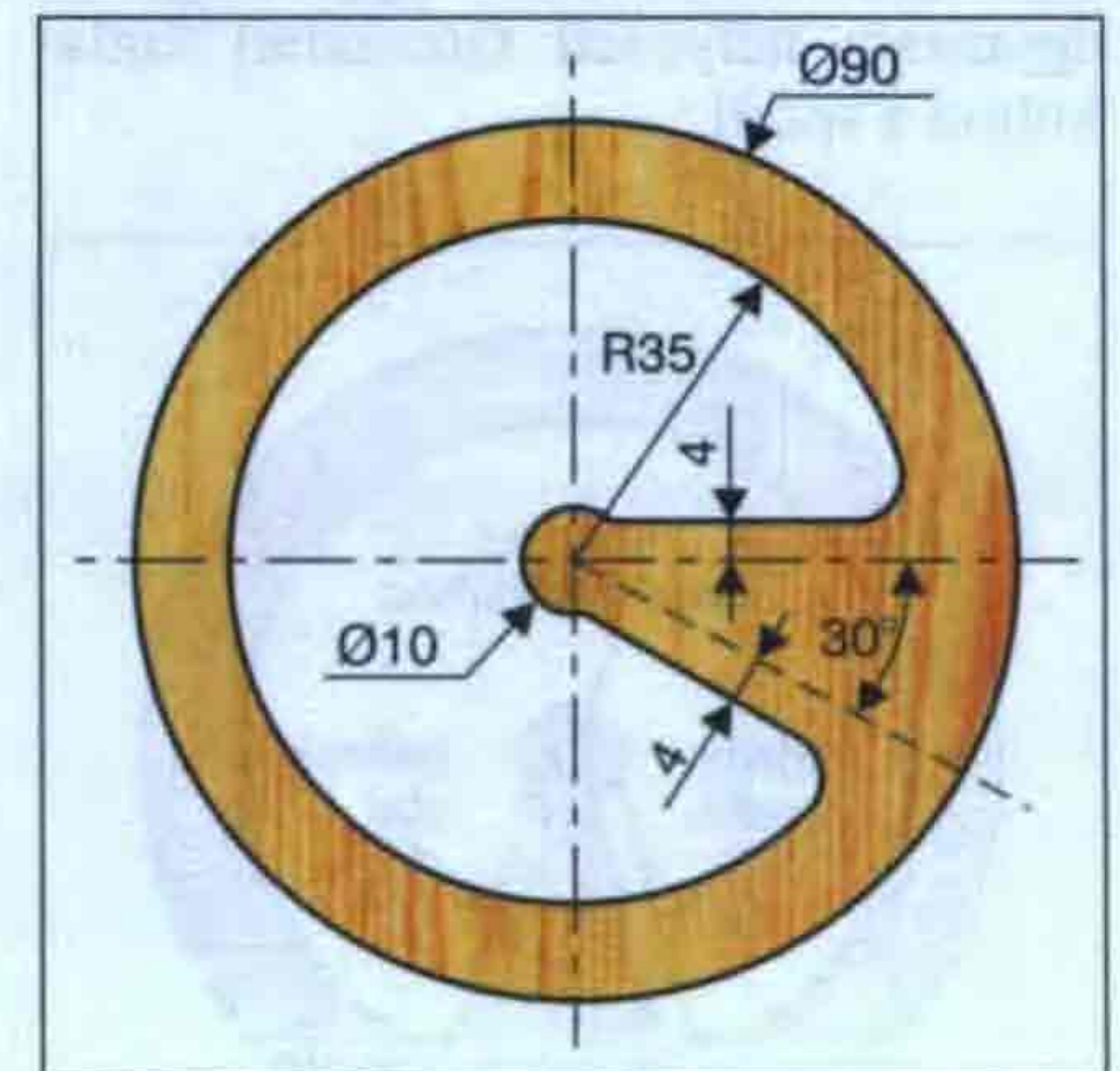


55. ábra. Javított alakú fa lapocska

egy közös készletben is beszerezhető dekopír fűrészsel. Ezeknek a kisgépeknek mind a haladási irányú löket („harapás”) mélysége, mind pedig a löket műveleti sebessége állítható, így az adott munkához igazítható. Vékonyabb, rostos anyaghoz, például a rétegelt lemezhez nem célszerű nagy harapást beállítani (akár a 0 harapás is megfelelő lehet), mert a fűrészpenge beletephet az anyagba. Különböző fém- és faanyaghoz, műanyagfélékhez való fűrészpengék külön készletekben beszerezhetők, amelyekről mindenesetre előre érdemes gondoskodni, mert fémanyaguk meglehetősen gyorsan fárad, élet elvesztheti és törhet.

Elegánsan oldható meg a munka a faipari barkácsolásban jártasabbak számára kézi felsőmaróval, amely kis szerszámmal nagyon gyorsan, akár több (3–4) lemezt is egybefogva, az íves részeket, vagyis a teljes *külső területet*, a *belső ívet* a két lekerekítésig és a *középpontban levő ívet* könnyen ki lehet marni.

Faipari felsőmarót időnként hihetetlenül olcsón lehet beszerezni a barkácsáruházakban; igaz, nem a profi csúcsminőséget, hanem a barkács szintű, Távol-keleti gépeket. Ezek nagyfordulatú, kézi, villamos célszerszámok, számos műveleti beállítási lehetőség-



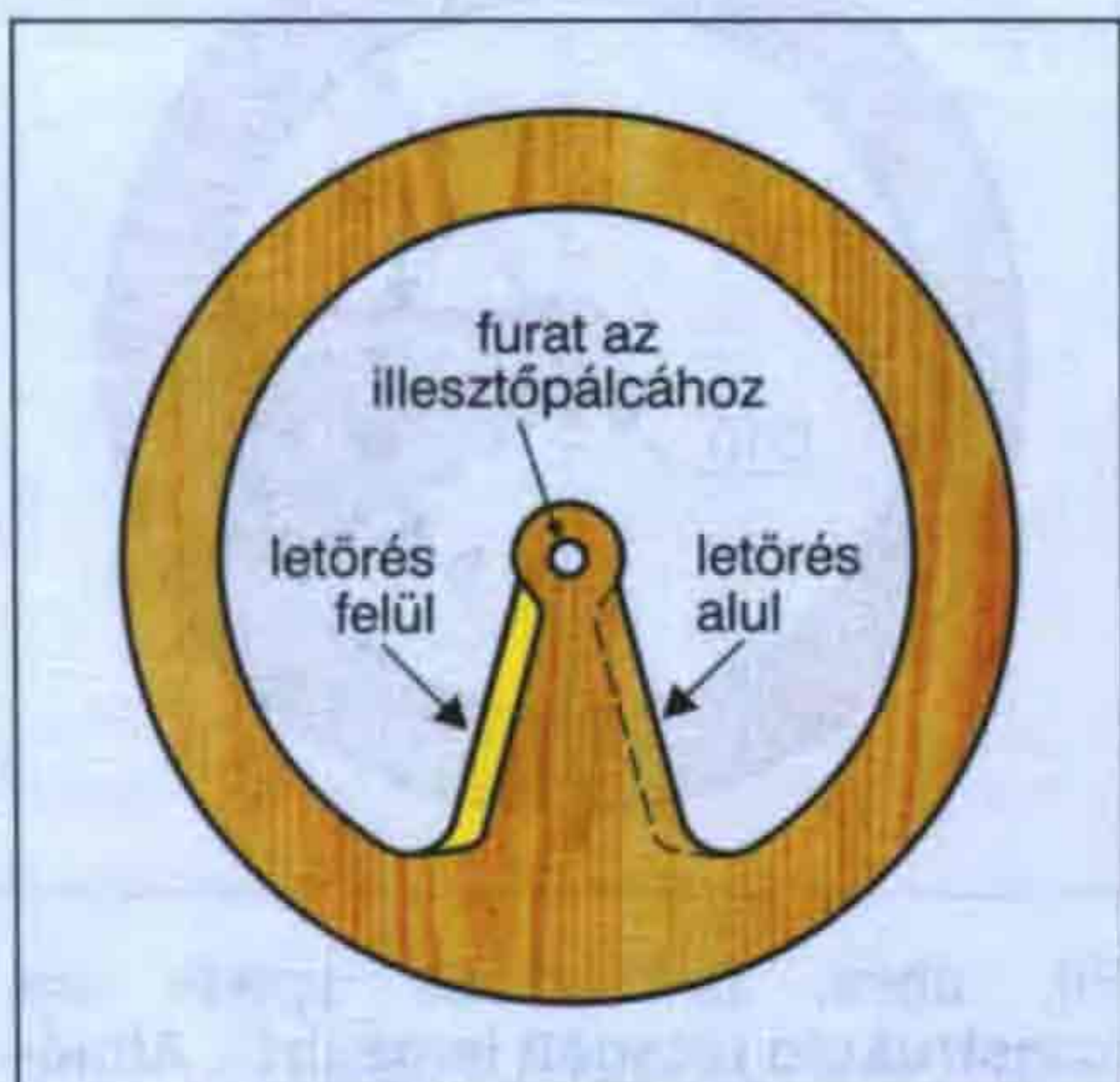
56. ábra. Univerzális spirál lap konstrukció rétegelt lemezből. Átméretezve bármilyen méretű spirál készítésére alkalmas



57. ábra. Faipari – kézi – felsőmaróval az 56. ábra szerinti spirál elemet gyorsan elkészíthetők

gel. A készletek gyakorta tartalmaznak néhány, a spirálfúróra emlékeztető marófejet is. Néhány órai munkával a marást és a még szükséges kiegészítő egyenes fűrészelést is el lehet végezni, és a „szőrös” éleket is le lehet csiszolni. A központi kis furatot – amit a marás miatt mindenképp kell készíteni – fel lehet fúrni a végső átmérőre, és lényegében a munka legnagyobb részével készen vagyunk.

Végül is mindegy, milyen módszerrel és mekkora tervezett méretben készítjük el az 56. ábra szerinti spirál-elemet, össze kell építeni ezekből a spirált. Itt jut ismét szerephez a 44. ábra szerinti diagram, amelyet most ahhoz használunk fel, hogy az egyes tárcsaszerű elemeket az összeépítés során a kívánt mértékben elfordítsuk úgy, hogy az egymásra helyezett tárcsákból kialakuljon a spirál.

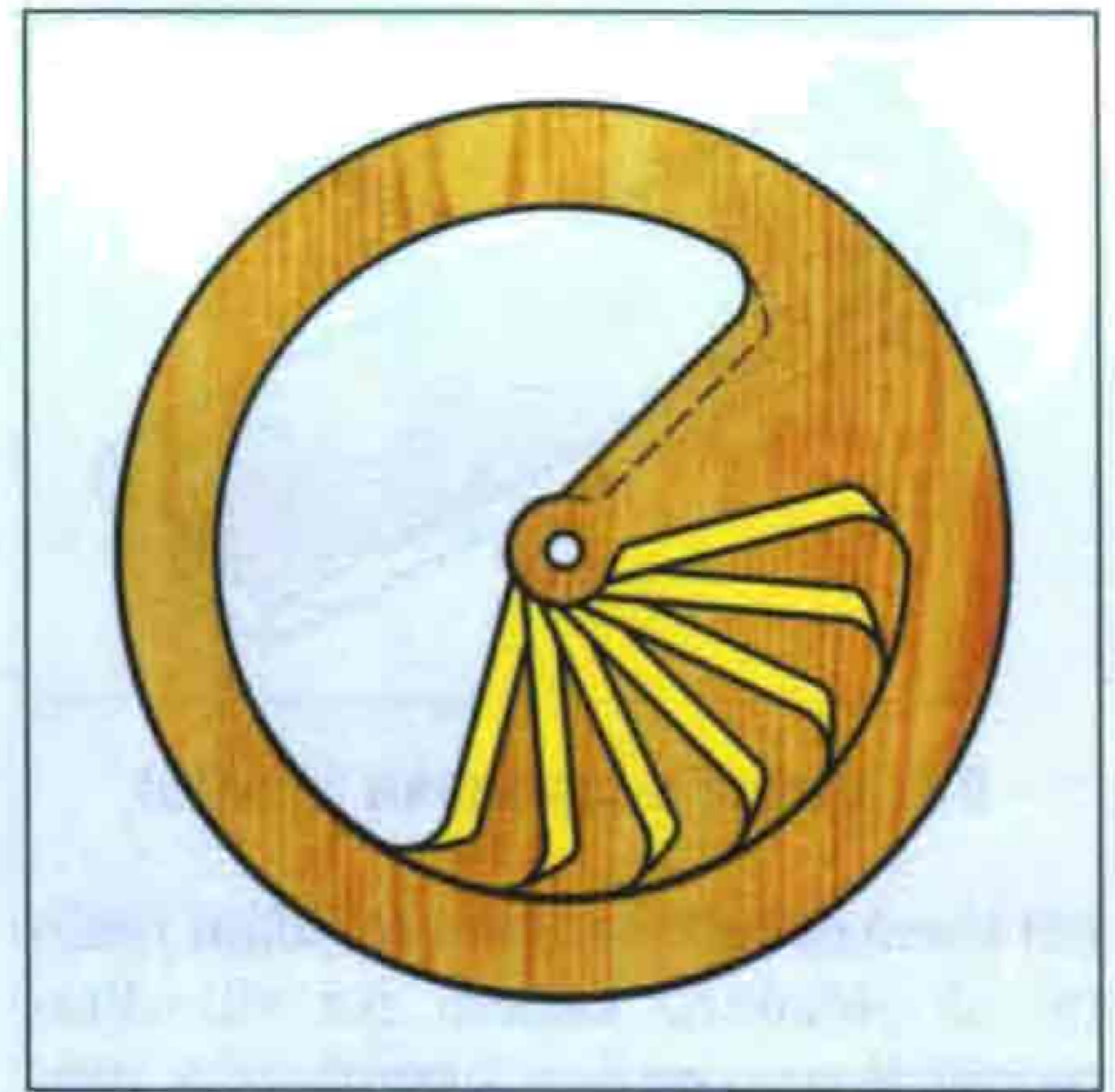


58. ábra. Az élek letörése

Ehhez először is célszerű a spirált előkészíteni. Mivel összeragasztás után már semmiképpen nem fogunk hozzáférni a spirál belsejéhez, még a ragasztás előtt a spirál felületét kialakító, háromszög-szerű rész élét reszeljük, csiszoljuk le ferdére úgy, hogy a jobb oldali élének alsó részét, a bal oldali részének a felső részét munkáljuk le lapos szögben (58. ábra). A lemunkálás szögét egy próbaösszeállítás során lehet megállapítani, értéke nem kritikus nagyjából $15-30^\circ$ körül lesz. Ennél kisebb szöget a vékony rétegelt lemezből nem kell és nem is lehet kialakítani, mert az anyag alkotórészeire forgácsolódik szét. Egyébként a két él pontos profiljának a kialakítása nem kritikus.

A következő feladat az elfordítási szög megállapítása, mert a spirál elemeit szabályos mértékben elforgatott karikákból állítjuk össze (59. ábra). Már most megjegyezzük, hogy a nehézkes szögmérést a kis távolságok miatt távolságmérésre egyszerűsítjük, ami elhanyagolható mértékű hibát okoz. Először is mindegyik karikán készítsünk pontosan ugyanazon a helyen egy alap jelölést, egy vonatkoztatási pontot (60. ábra). Utána készítsünk egy jó nagy, pontosan 1:1-es léptékű munkadiagramot valamely elegendően nagy (pl. A3-as méretű) papírlapra (61. ábra).

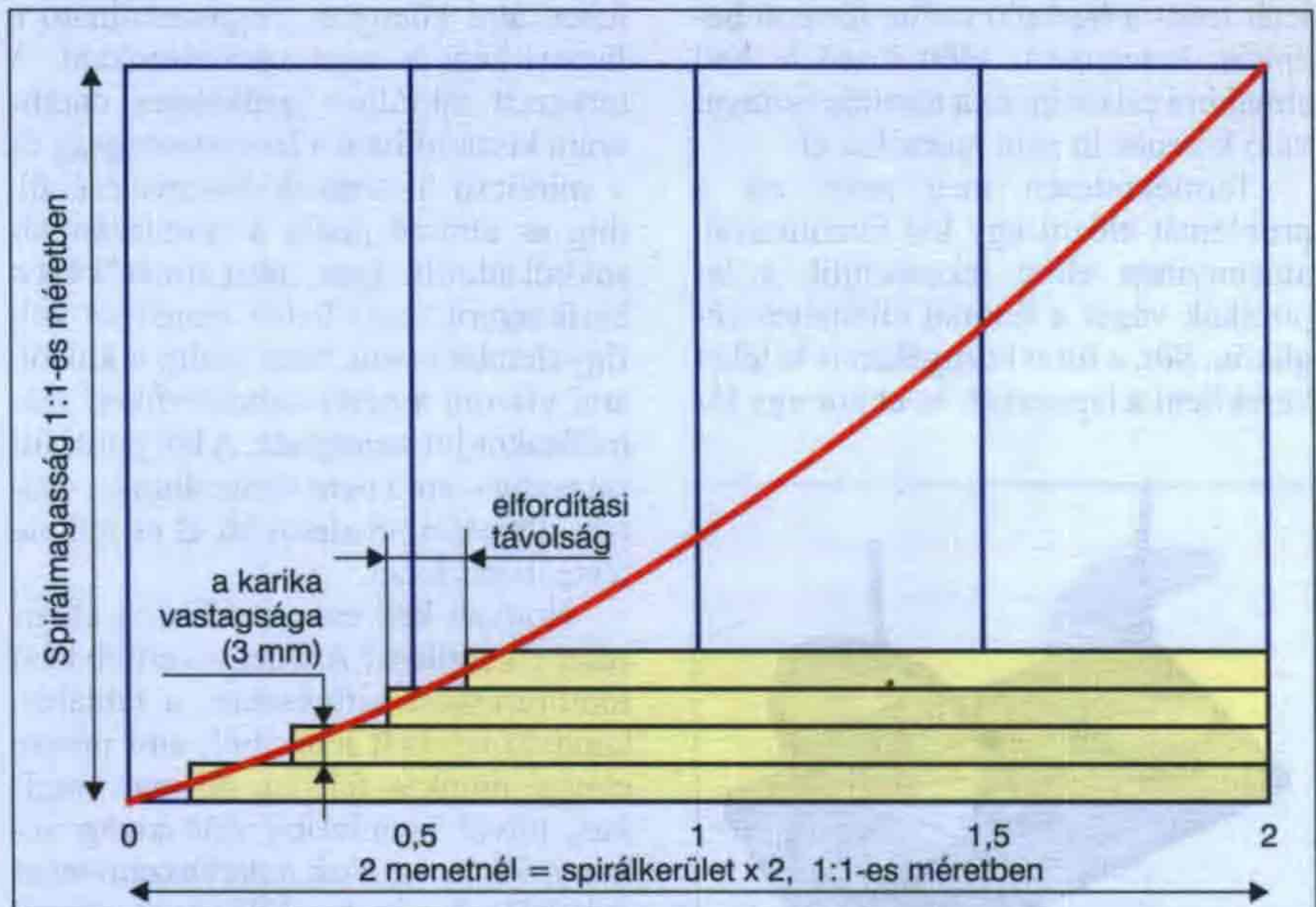
A munkadiagram vízszintes tengelye a kész spirál kerületét ábrázolja annyiszor, ahány menetes a spirál, vagyis a 61. ábrán valamely kétmenetes



59. ábra. Az egymásra kissé elforgatva rakott, egymáshoz ragasztott karikák alakítják ki a komplett spirált



60. ábra. Az egymásra kissé elforgatva rakott, egymáshoz ragasztott karikák alakítják ki a komplett spirált



61. ábra. Munkadiagram, amit 1:1 méretben kell megrajzolni. Ennek alapján lehet megállapítani az egyes karikák elfordítási szögét, amit a gyakorlatban a diagramból leolvasott mm-távolság szerint mm-ben mérünk fel a karikákra



62. ábra. A Helix 125 3D-spirál hangszugárzó-pár Fostex hangszórókkal

spirál terve látható. A függőleges tengelyre vigyük fel a spirál tervezett (kiszámított) magasságát. Ha ezzel megvagyunk, rajzoljuk be a diagramba vagy az eredeti, 44. ábra szerinti piros színű görbét, vagy annak egyenesekkel közelített változatát úgy, hogy a görbe kezdete a munkadiagram origójához, bal alsó sarkához essen, míg végpontja a jobb felső sarokban legyen (61. ábra).

Ezek után rajzoljuk be a diagramba a spirált alkotó karikák rétegvastagságát (pl. 3 mm-t) vízszintes vonalak formájában! Annyi vízszintes vonalat kell húznunk (pl. 3 mm-enként) rendre egymás fölé, ahány rétegből, azaz karikából fog állni a spirál. A 61. ábrán az érthetőség kedvéért csak négy karika vastagságát ábrázoltuk, de például egy 200 mm magas spirál és 3 mm-es rétegelt lemez esetén hatvannál is több vonalat kell berajzolnunk, és értelemszerűen hatvannál is több karikát kell felhasználnunk. Ahol a vízszintes vonalak egymás után rendre metszik a 44. ábra szerinti piros görbét, a vízszintes skálán megkapjuk egyrészt az ábrán az origótól, másrészt két karika közötti, az egyes alap-jelöléstől tekintett *különbségi távolságot*.

A spirál ragasztása során az egyes karikákat annyira kell egymáshoz képest rendre elforgatni, ahogyan ez a rajzon rendre keletkezett két metszéspont között mérhető, vagyis a különbségi távolsággal. Igaz, hogy voltaképp szögelfordulásban kellene gondolkodnunk, de így jóval egyszerűbb a mérési munka. A gyakorlatban ugyanis ezek a metszéspontok eléggé közel esnek egymáshoz, így akár vonalzóval mérve a karika palástján a távolságokat sem követünk el lényeges hibát.

Tehát most az összes karika kerületére – a vonatkoztatási pont alap-jelöléshez képest – egymás után fel kell mérni és be kell jelölni ezeket a különbségi távolságokat, majd úgy kell a kari-

kákat egymás fölé illeszteni, hogy éppen ezekkel az értékekkel legyenek rendre egymáshoz képest elforgatva, mint ahogy ez a 60. ábrán megfigyelhető. Mivel a karikán az élek letörését az 58. ábra szerinti módon készítettük, a méréseket az *alap vonatkoztatási ponttól balra* kell felmérnünk. A középső furatba beillesztve a vezetőbotot, rendre felfűzhetjük rá a karikákat. Kellő beállítás, eligazítás után – a ragasztó megkötéséig – szorítóprésbe kell tenünk a spirált.

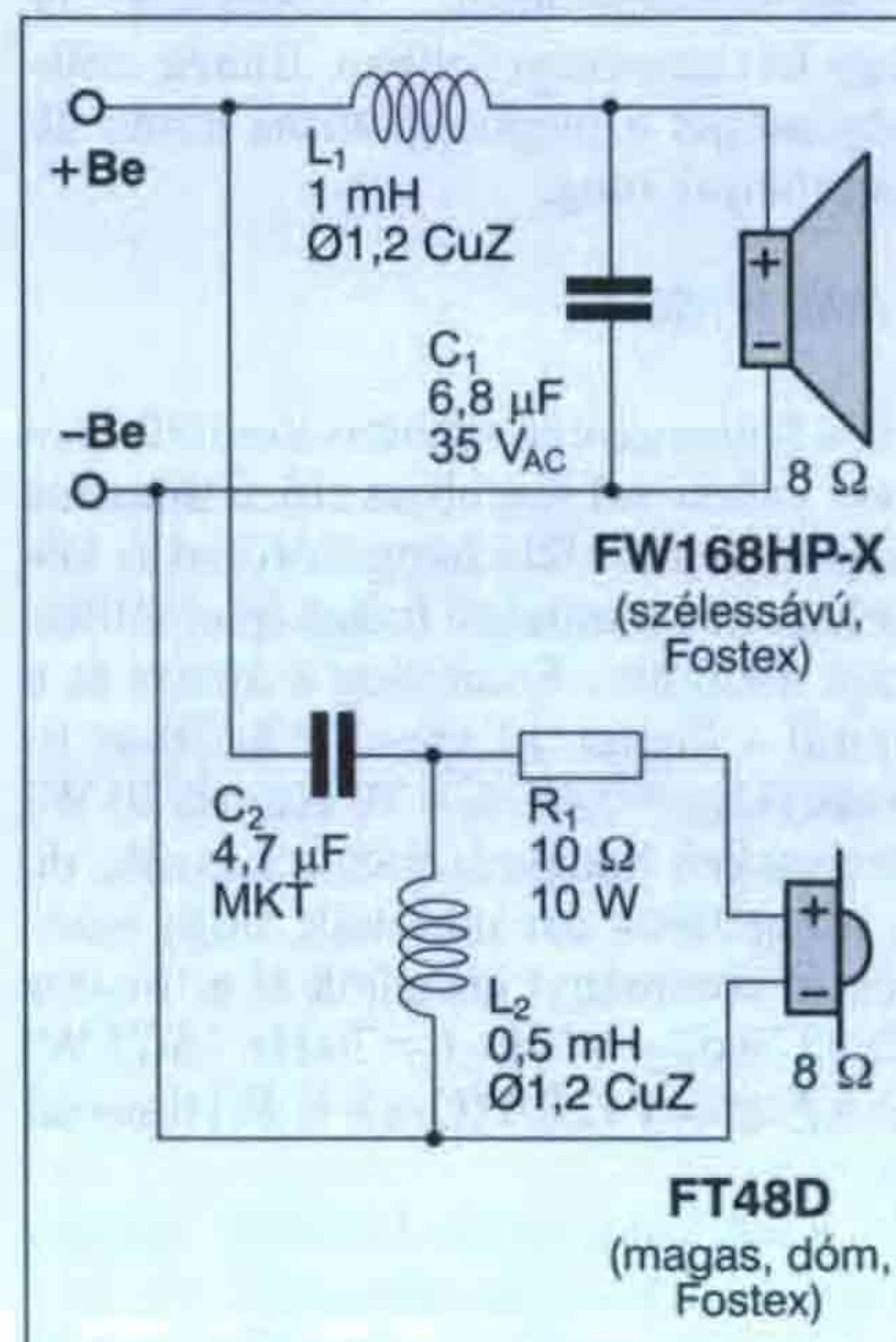
A spirálgyártás ismertett módozatairól emondható, hogy bármelyik is tetszik meg, mindegyik eléggé munkás. Mindezekért viszont kárpótolhat minket az elérhető eredmény, amelyről ismét megjegyezzük, hogy a 3D-spirál nem minden részletében kidolgozott, felderített akusztikai eszköz.

3D-spirál hangszugárzók

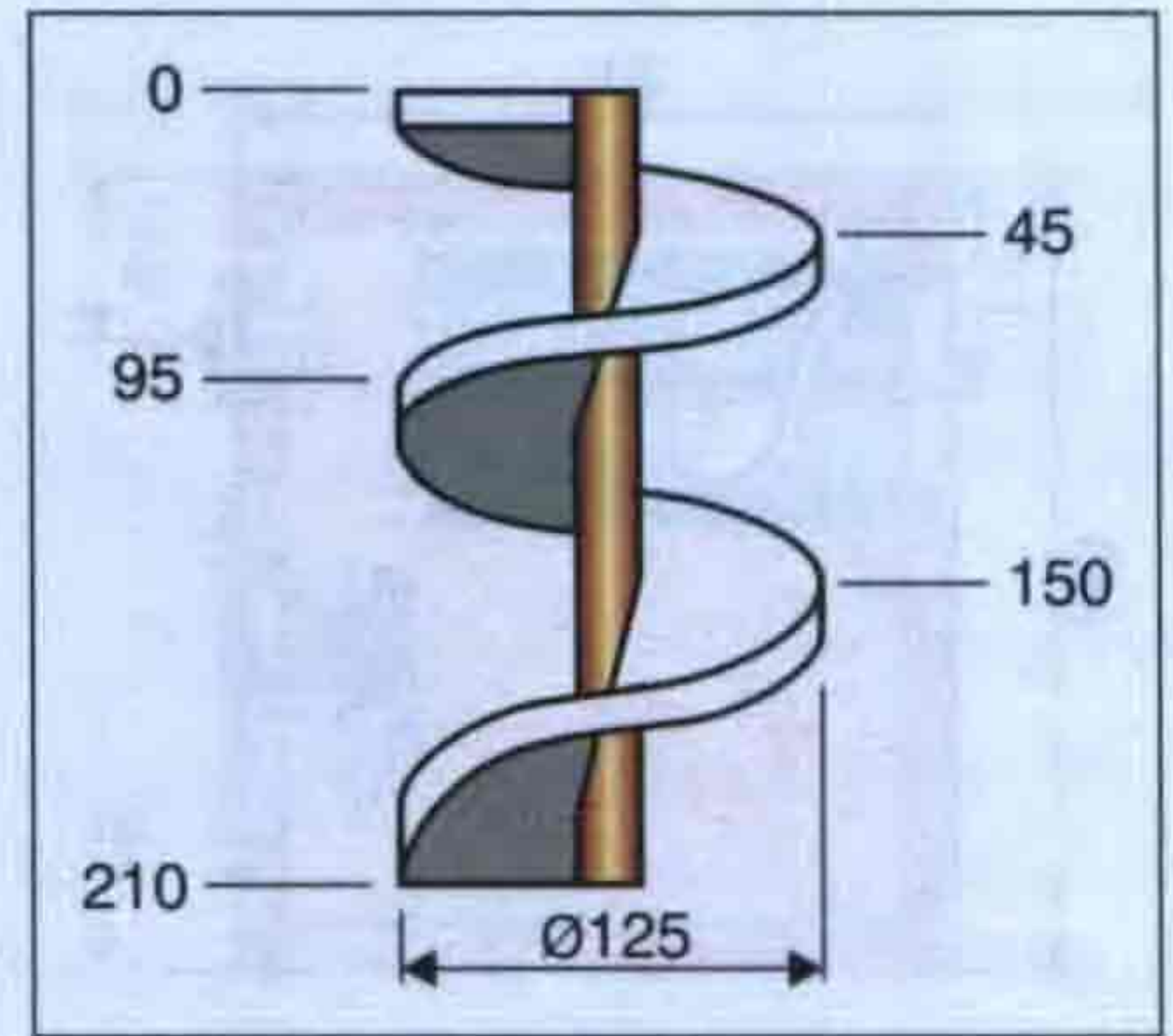
A következőkben néhány megépített 3D-spirál hangszugárzó-konstrukciót ismertetünk, amelyek közös jellemzője, hogy a befektetett munka az eredő jó hangminőségben kamatozott.

Helix-H125

A kétutas hangszugárzó-pár külső megjelenését a 62. ábrán tanulmányozhatjuk, ahol a bal oldali példány háttal néz felénk. Kissé nehezen bár, de megfigyelhető, hogy a spirál kiskábelből ké-



63. ábra. A Helix-H125 hangszugárzó keresztváltója

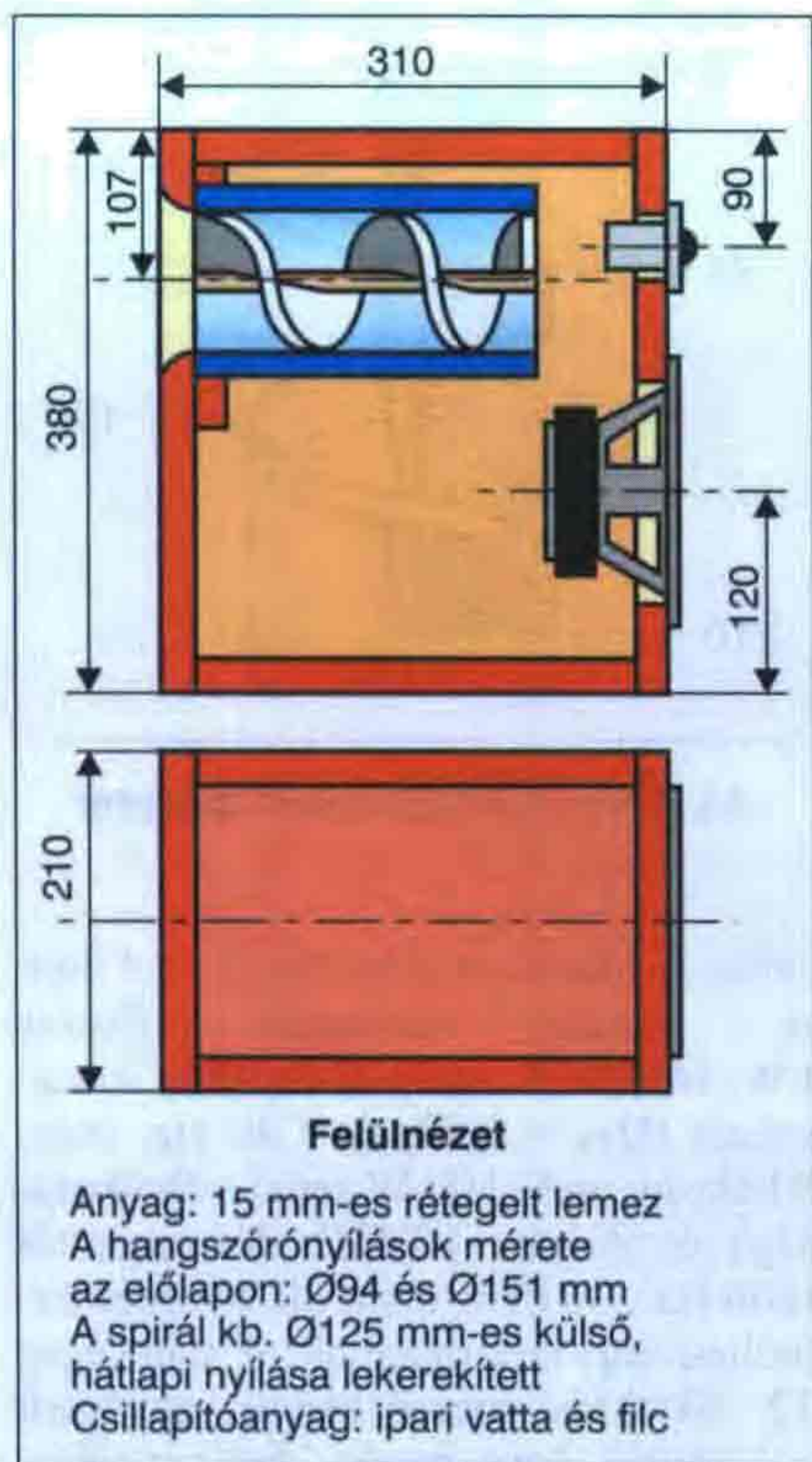


64. ábra. A H125 spirál méretei

szült. A doboz nettó térfogata 12,4 liter. A kétutas dobozok Fostex FW 168HP-X mély-középsávú hangszórót ($Q_{TS} = 0,53$, $f_0 = 40$ Hz, max. 9 kHz-ig, max. 100 W zenei terhelhetőség) és Fostex FT48D dómsugárzót (800 Hz...30 kHz, max. 50 W zenei terhelhetőség) tartalmaznak. A szükséges 12 dB/oktáv meredekségű, egyszerű váltósűrő keresztezési frekvenciája 2,5 kHz, kapcsolási rajzát a 63. ábra mutatja. A dómmal soros 10 Ω-os ellenállás a két hangszóró közötti átlagos érzékenység-különbségből (kb. +4 dB a dóm javára) adódó, 2,5 kHz fölötti felesleges kiemelés korigálja.

A spirál hossza 210 mm, és az egy 125 mm-es belső átmérőjű PVC-csőbe van beépítve. A spirált alkotó menetek száma kettő, és elektromos vezetékkel (kiskábelből) készült, egy 18 mm-es átmérőjű farúdra, az ismertett kábelragasztásos módszerrel. A helikális spirál torok-keresztmetszete 45 cm². A spirál elkészítéséhez szükséges adatokat a 64. ábrán találjuk.

A kész spirál egy önálló, belső, 180 × 178 mm-es falapon készített pontos, szorosan illesztett furatba van beragasztva. Ilyen különálló „szerelőlapot” a legtöbb, műanyagcső burkolatú spirál esetében érdemes készíteni, két okból is. Egyrészt így könnyebb a csövet és a hozzá tartozó furatot pontosan illeszteni, egymáshoz erősíteni, a merőlegeséget beállítani, és ezek a munkálatok majd az összeszerelt hangszugárzón már nem látszanak. Másrészt a hangszugárzó (elő- vagy) hátlapján, a spirál számára készített nyílás így egy dobozfalnyi vastagsággal toldja meg a spirál hosszát. Ezt a nyílást 45°-os letöréssel, vagy még inkább íves formában lehet kialakítani, ami elősegíti a nyílás szélén keletkező turbulenciák elkerülését. (Itt jegyezzük meg, hogy az ilyesféle leke-



65. ábra. A H125 asztalosrajza

rekítést egyébként széles körben alkalmazzák a reflexdobozoknál, többnyire a készen vásárolható gyári reflexcsöveknél is.)

A hangszóró egyszerű dobozának az asztalosrajzát a 65. ábra mutatja. A lapszabáshoz szükséges anyaglistát egy hangszóró-dobozra vonatkozóan a 7. táblázatban találjuk. A doboz anyaga 15 mm-es rétegelt lemez. Ez akusztikailag nem számít túlságosan vastag anyagnak, ellenkezőleg, így célszerű a dobozt belül merevítővel megerősíteni. A doboz függőleges belső éleihez fenyőfából merevítőléceket vagy a rétegelt lemez szabási hulladékból kivágott, 20–40 mm széles csíkokat kell erősíteni az összeszerelés során. Meg kell erősíteni a vízszintes éleket is az alaplap és a tetőlap éleinél hasonló módon. A merevítéseket ragasz-

7. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Előlap + hátlap	2	210 x 380
Oldallap	2	280 x 380
Alaplap + tetőlap	2	180 x 280
Spirálhoz	1	178 x 180

tani kell és célszerű még csavarral is megerősíteni.

Ha kellő mennyiségben használunk – a dobozon belül – a merevítőkhöz csavarozást, akkor a doboz lapjait nem szükséges elcsúfítani külső csavarozással is, elegendő azt ragasztani. Ehhez persze az is szükséges, hogy a lapok leszabása pontos legyen. Keresztmerevítőt is célszerű használnunk, amelyet a két oldallap közé ragasztunk be, miután előzőleg pontosan leszabtuk és „húzóra” illesztettük azt a helyére. Arra kell vigyáznunk, hogy ezek a merevítő alkatrészek úgy számítsanak bele a doboz nettó térfogatába, hogy elvesznek abból. Az előzetes számítások során a figyelembe vett nettó merevítő-térfogat 2,0 liter, ami nagyon gyorsan összejöhethet, tehát kellő mértékben takarékoskodjunk is a merevítők térfogatával. A merevítéshez külön rajzot, tanácsot nem adunk, ez egyszerű feladat, és mindenki a saját lehetőségei szerint végezze ezt a munkát. A spirálcső és a fedlap közé viszont feltétlenül helyezünk valami igen biztonságosan rögzített, ragasztott támasztékot, nehogy a cső az idők során kilazuljon és kiforduljon a helyéről.

A hangszóró akusztikai beállítása nem maradhat el. Laza háztartási vattacsomóval végezzük ezt a munkát, és tekintettel a beépített hangszórók jellemzőire, várhatóan kevés (maroknyi) vattára lesz csak szükség. Amennyiben szükségesnek mutatkozik, a vattacsillapításon felül használhatunk laza ipari (másodhasznosítású) filclapokat is, egy-két tenyérnyi foltban. Ennek szükségességét a meghallgatások során állapíthatjuk meg.

Helix-H100

Ez a hangszóró egyutas kivitelű, mérete valamivel kisebb az előző típushoz képest és többféle hangszóróval is közel azonos minőségű hangkép előállítására alkalmas. Eredetileg a doboz és a spirál a Fostex 12 cm-es FX120-as típusú ($Q_{TS} = 0,46$, $f_s = 70$ Hz, 10/30 W) szélessávú hangszórójához készült, de a vizsgálatok azt mutatták, hogy szintén jó eredményt érhetünk el a Fostex FE127E ($Q_{TS} = 0,43$, $f_s = 70$ Hz, 15/75 W) és a Fostex F120A ($Q_{TS} = 0,45$) típusal is.

Kísérletezhetünk továbbá néhány nagyjából hasonló minőségű, de esetenként kedvezőbb árszínvonalú egyéb szélessávú (pl. Tangband, Monacor stb.) gyártmánnyal is. Már néhány ezer

forintért is kaphatunk jó minőségű, szélessávú hangszórót ezen doboz megépítése céljára.

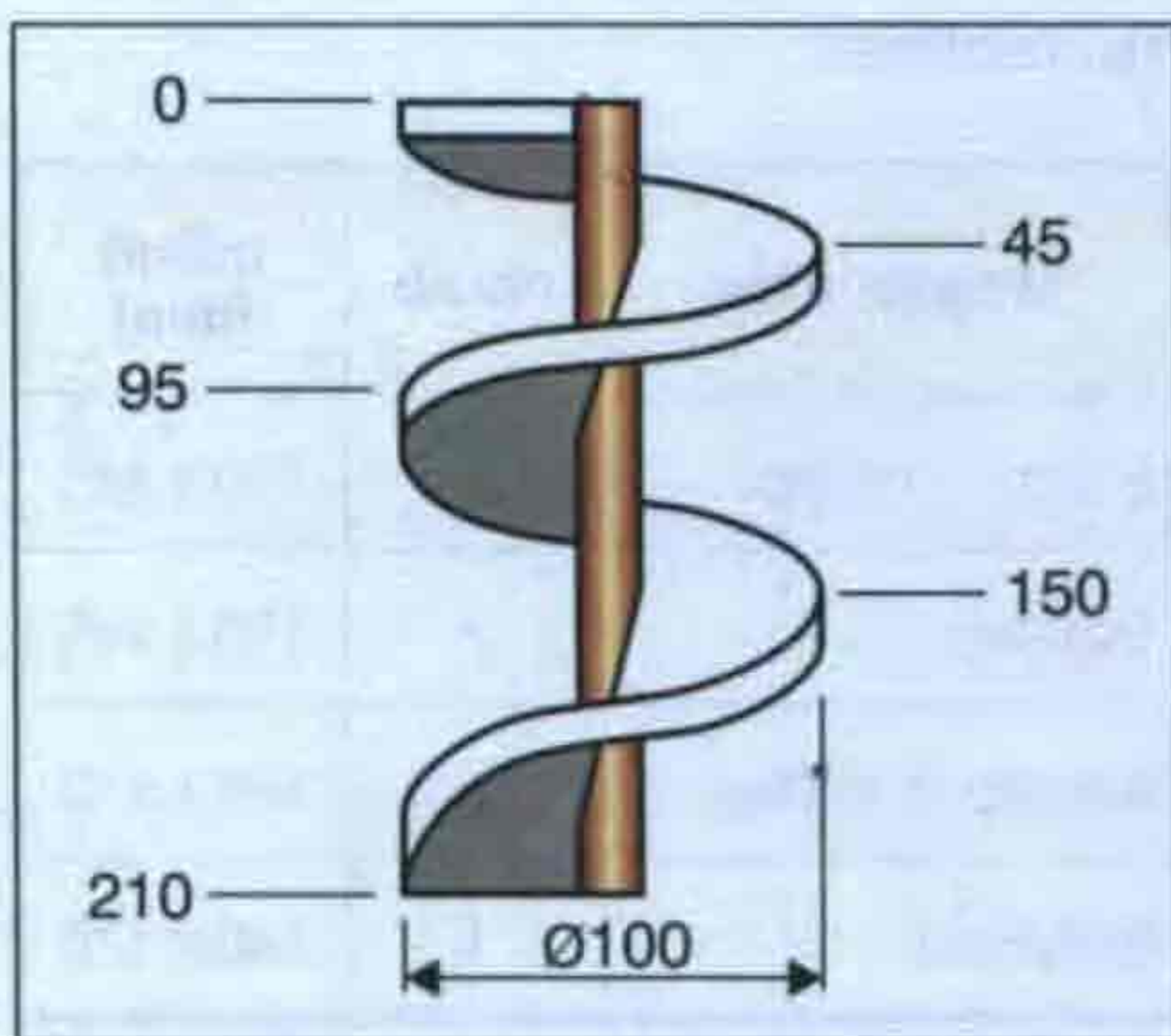
A doboz nettó térfogata 10 liter, és a spirálcső nyílása a hallgatóság felé tekint. A doboz frekvenciamenete a kis átmérőjű hangszóró(k) ellenére is mintegy 50 Hz-ig elegendően lapos, köszönhetően a 3D-spirál konstrukciónak. (A doboz számított rezonanciafrekvenciája 50 Hz.) A hangszóró külső megjelenését a 66. ábrán tanulmányozhatjuk

A spirálcső belső átmérője 100 mm, a hossza 210 mm, maga a spirál egy 18 mm vastag farúdon készült, kábelragasztásos módszerrel. Az elkészítéséhez szükséges méreteket a 67. ábra mutatja. Az ábrából az is kiderül, hogy a menetemelkedés számértékei meggyeznek az előző spiráléval, különbség csak a spirálok átmérőjében tapasztalható. A hangszóró asztalosrajzát a 68. ábra mutatja, a lapszabáshoz szükséges anyaglistát pedig a 8. táblázat tartalmazza. A hangszóró dobozának anyaga 15 mm-es rétegelt lemez, amelyet a doboz összeépítése során – az előző doboznál már vázolt módon – a belső éleken meg kell erősíteni saroklécekkal, továbbá egy pontosan illeszkedő keresztmerevítő rúddal is célszerű az oldallapokat belül egymáshoz kitámasztani.

A merevítések betervezett térfogata itt még kevesebb, mint az előző doboznál, ez most mindössze 1,6 liter. Mivel



66. ábra. A Helix-H100 hangszóró



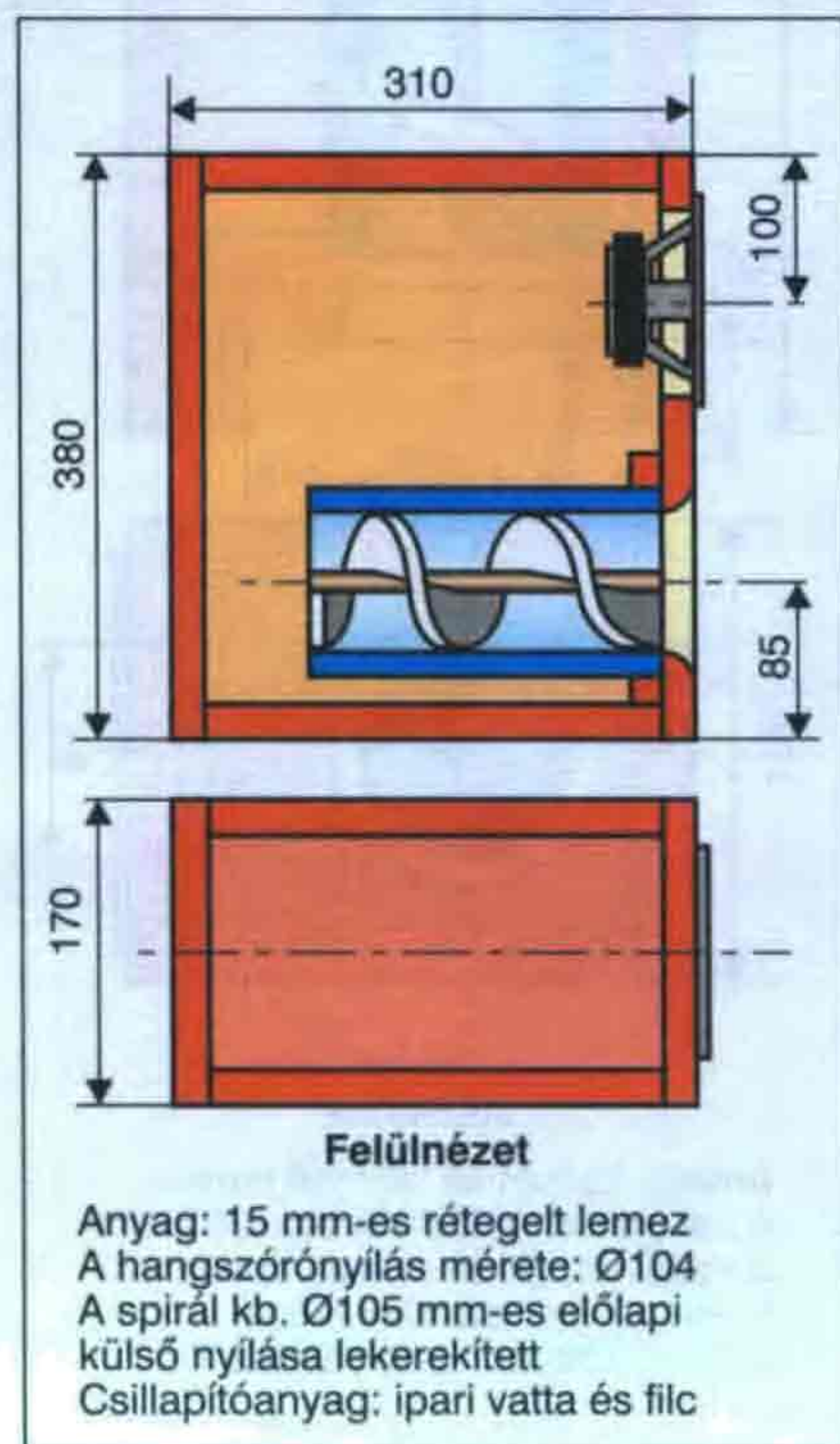
67. ábra. A H100 spirál méretei

itt a spirálcső a hangsugárzó alsó részén helyezkedik el, az alátámasztást az alaplap és a spirál között kell kiépíteni, a spirálcső belső vége alatt.

A spirálcső most is egy belső szerezőlölapra van rögzítve, és az előlapon látható spirál-nyílást tetszetősen, tölcserzerűen, kissé ívelten le kell törni, amint ez a 66. ábrán megfigyelhető. Ezt a munkát nagy gondnal kell végeznünk, mert pl. egy durva reszelő képes úgy feltépni a rétegelt lemez struktúráját, hogy a keletkező szépséghibát nagyon nehéz helyre hozni.

Helix-H75

Még tovább csökkentve a doboztérfogatot, a 3D-spirálnak köszönhetően



68. ábra. A Helix-H100 asztalosrajza

8. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Előlap + hátlap	2	170 x 380
Oldallap	2	280 x 380
Alaplap + tetőlap	2	140 x 280
Spirálhoz	1	140 x 160

még mindig nagyszerű hangzást érhetünk el megfelelő hangszórók alkalmazásával.

Akár háromféle *Fostex* hangszóróval is kipróbálhatjuk a kis dobozt, így például az FE87E ($Q_{TS} = 0,92$), az FF85K ($Q_{TS} = 0,47$) és az FE83E ($Q_{TS} = 0,78$), hasonló eredményt kapunk valamennyivel, de használhatunk hasonlóan jó minőségű, 8 cm névleges átmérőjű hangszórótípusokat más, megbízható cégektől is. A hangsugárzó külső megjelenését a 69. ábrán tanulmányozhatjuk.

Az említett hangszórók felső frekvenciahatára 25–30 kHz körüli, kisfrekvenciás átvitelük pedig a kis átmérő ellenére – a 3D-spirállal tervezett hangsugárzóknál – meglepően jó, noha azért persze csodák nincsenek. Az említett hangszórók zenei és névleges teljesítménye ebben a kategóriában kiemelkedően jónak mondható, egységesen 5/10 watt, ami egyúttal persze azt is jelenti, hogy falrengető hangerőre azért ne nagyon számítsunk.

A 3D-spirál külső csövének névleges belső átmérője 77 mm, a spirál hossza 150 mm, a tengelyként funkcionáló fa rúd átmérője 16 mm, a spirál meneteinek száma kettő. Elkészítéséhez a 70. ábra nyújt segítséget.

A spirál kábelragasztásos módszerrel készülhet, de ezúttal célszerű a kis méret miatt például két- vagy négyeres, műanyagszigetelésű telefonvezetékot használnunk. A doboz elkészítéséhez a 9. táblázat tartalmazza a lapszabászat számára szükséges anyaglistát.

A 15 mm-es rétegelt lemezből készítendő doboz összeállítása során most is alkalmaznunk kell az eddigiekben vázolt megerősítő eljárást, a sarokmerevítőket és a két oldalfal közötti belső kitámasztást és a spirálcső alátámasztását. A doboz asztalosrajzát a 71. ábra mutatja.

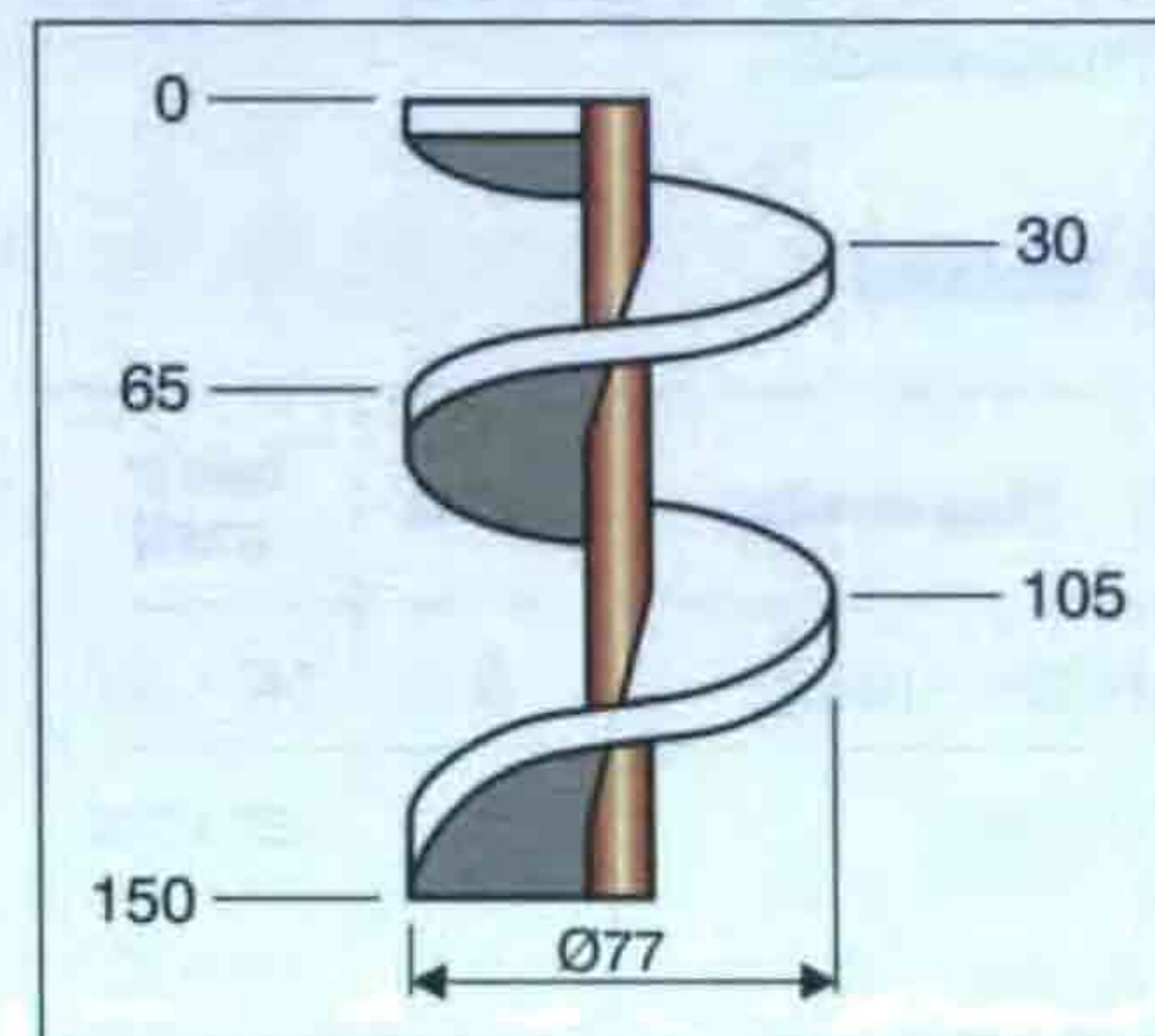


69. ábra. A Helix-H75 hangsugárzó

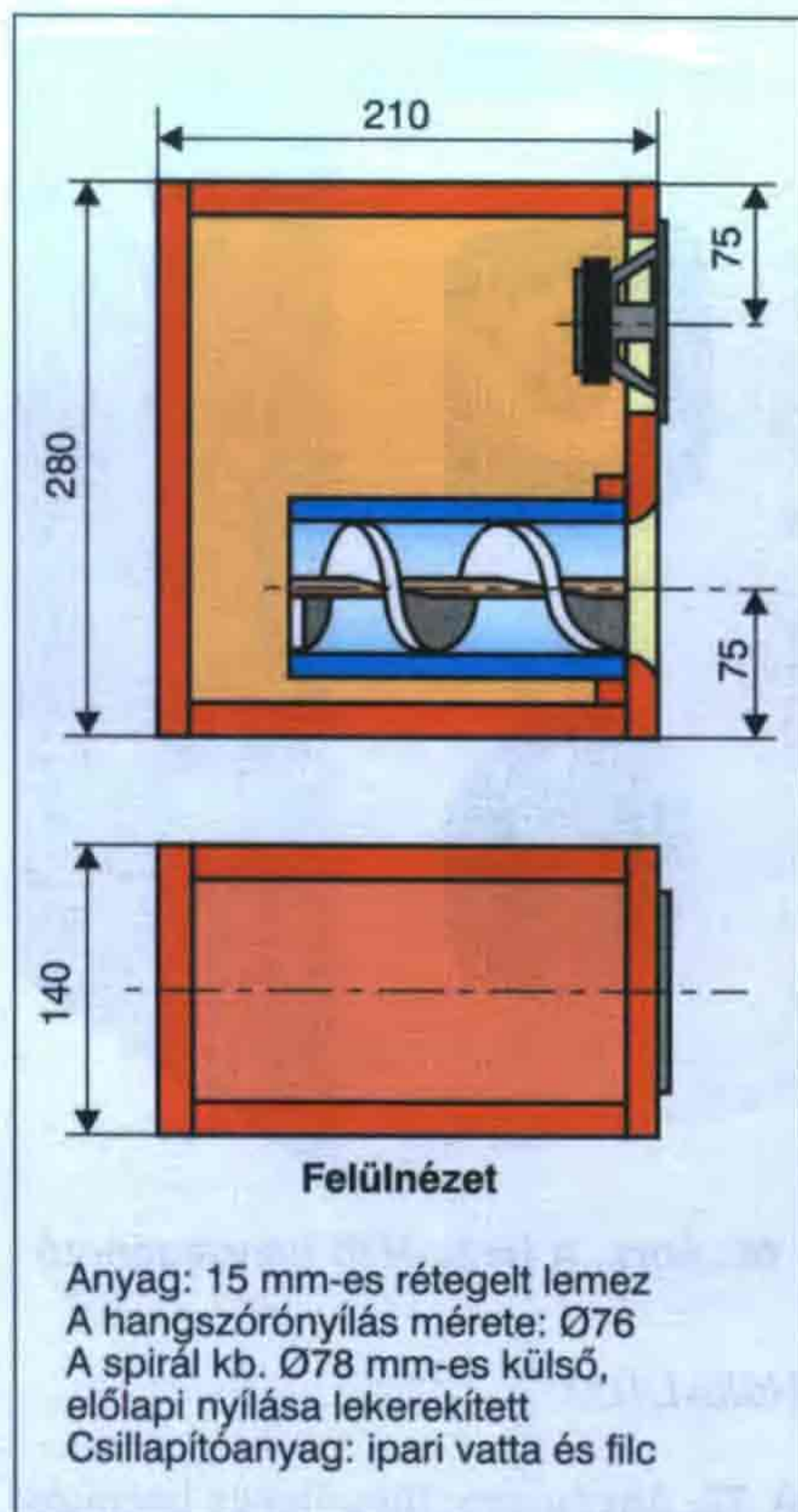
Helix-L100

A 72. ábrán egy függőleges beépítési helyzetű spirállal szerelt hangsugárzót láthatunk, amelynek további érdekessége maga a *lineáris spirál*. A kísérletek azt mutatták, hogy az ilyen spirál is hasonlóan jó hatással van a hangsugárzó tulajdonságaira, mint az exponenciális típusú. Azonban ezúttal is hangsúlyoznunk kell azt a tényt, hogy a 3D-spirállal nyert eredmények akusztikai feldolgozása, elméleti igazolása még várat magára.

A függőleges beépítési helyzetű spirál oszlopszerű, meglehetősen karcos dobozfelépítést eredményezett, amely megkönnyíti a hangsugárzó elhelyezését egy kisebb lakószobában. Az oldalfalak lent kissé túlnyúlnak magán a dobozon és az alsó kivágásokkal együtt lábakat képeznek. A spirál nyílá-



70. ábra. A H75 spirál méretei



71. ábra. A Helix-H75 asztalosrajza

sa is lefelé tekint, a lábak közötti térbe sugároz.

A 2,5 menetes 3D-spirál 22 mm átmérőjű fa pálcára épül, 100 mm névleges belső átmérőjű, 325 mm hosszú csőben foglal helyet. Az elkészítéshez szükséges méretadatokat a 73. ábra mutatja.

A spirál kettős fenéklapban, egy kisebb süllyesztékben foglal helyet. A kettősfenéklapban készített nyílás peremét tölcsérszerűen kiszélesedőre kell letörni, legömbölyíteni a turbulencia elkerülése céljából. Érdeemes ezt a két, azonos méretű fenéklapot előre össze- ragasztani és a tölcsérszerű nyílást előre elkészíteni, továbbá a spirált is előre beragasztani.

9. táblázat

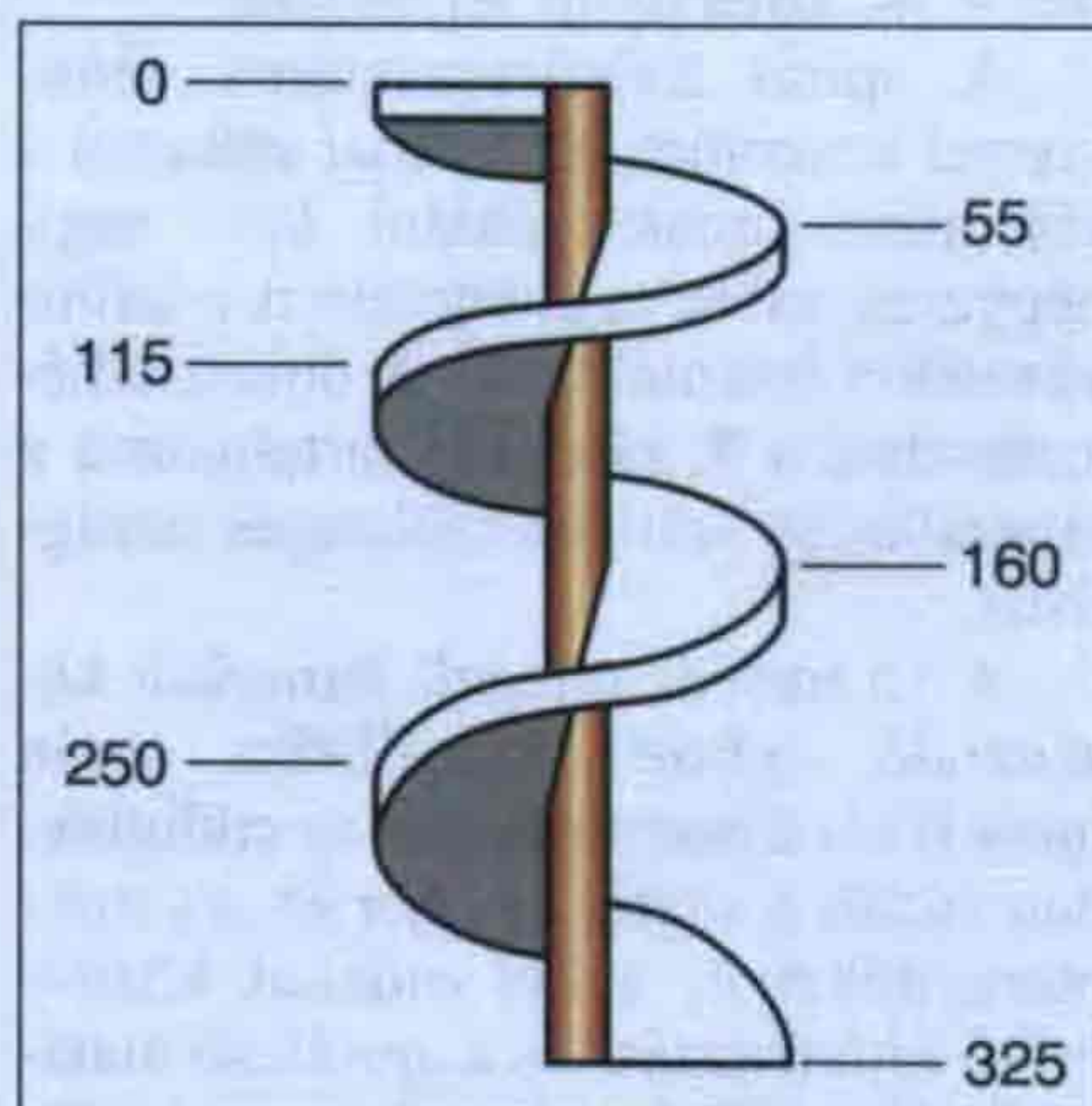
Megnevezés	darab	méret (mm)
Előlap + hátlap	2	140 x 280
Oldallap	2	180 x 280
Alaplapp + tetőlap	2	110 x 180
Spirálhoz	1	110 x 120



72. ábra. A Helix-L100 hangsugárzó

A hangsugárzó dobozának asztalosrajzát a 74. ábra mutatja, a lapszabáshoz szükséges anyaglistát pedig a 10. táblázat tartalmazza.

A beépített hangszóró a Fostex banánroston erősített papírmembrános, szélessávú, FE103E jelű, 100 mm-es átmérőjű típusa. Rezonanciafrekvenciája 80 Hz körüli, az átviteli tartomány

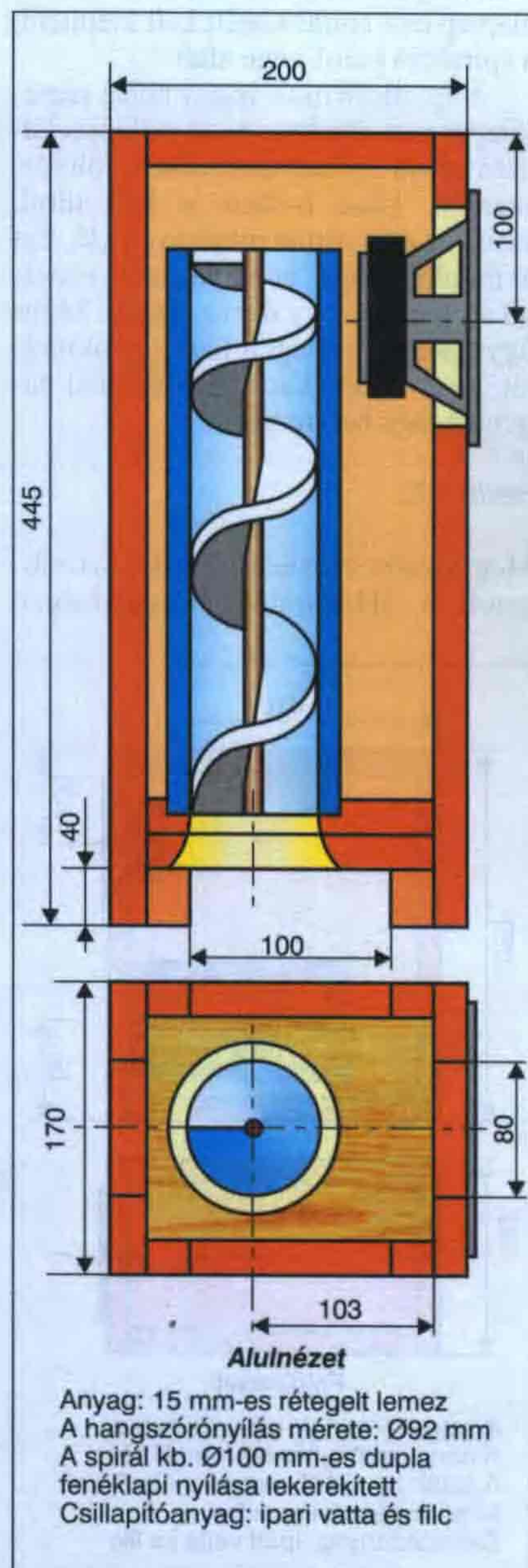


73. ábra

10. táblázat

Megnevezés	darab	méret (mm)
Előlap + hátlap	2	170 x 445
Oldallap	2	170 x 445
Alaplapp + tetőlap	2	140 x 170
Spirálhoz	1	140 x 170

felső határa pedig 22 kHz. Terhelhetősége meglehetősen szerény, mindössze max. 5/15 W.



74. ábra. A Helix-L100 asztalosrajza

Figyelem!
Itt vannak
az legújabb
PMR-eink

magáncélra
 közületeknél
 vállalkozásoknál

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

Nem tévedés: Megveszi és azonnal használhatja!

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

Közös jellemzők:

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

1 XTR446

2 db rádió
 akkuval, töltővel,
 headsettel!
 VOX, CTCSS
 Scan üzemek
 10 memória
 Vízálló kivitel

2 alan Base446

VOX, CTCSS
 10 féle hívóhang
 Scan-üzem
 Billentyűzár
 230 V-os táplálás
 130x110x40 mm

3 alan456R

VOX
 Hívóhang
 CTCSS+DCS
 Scan-üzemek
 Billentyűzár
 50x95x25 mm

4 Midland G7

VOX, CTCSS
 Scan üzemek
 Vibra hívásjelző
 Telepindikátor
 Billentyűzár
 4 db AA akku,
 töltő tartozék!

5 Albrecht Tectalk Mag

2 m-es koaxon
 mágnesalpas
 antenna!
 VOX, CTCSS
 4 db AAA elem
 v. akku táplálás

A PMR-ekről

részletes információkat a
www.radiovilag.hu
 honlapunkon találhat!

Hatalmas Karácsonyi áreső

VOX:
 hangvezérelt
 adásindítás,
 nem kell a rádió
 adásgombját nyomni;
 szabad kezek,
 ill. baby-sitter szolgáltatás

csak
31.950 Ft/szett
 bruttó



csak
19.950 Ft/db
 bruttó



csak
20.950 Ft/db
 bruttó



csak
14.950 Ft/db
 bruttó



csak
15.950 Ft/db
 bruttó



CTCSS és DCS:

38, ill. 83 szelektív hívó-kód
 beállítható

Rendelhető tartozékok:

tokok, fejbeszélő-készletek,
 akkuk, akkutöltők

Részletesebben

a lap másik hirdetésében!

A PMR446-os kézi adó-vevők és
 tartozékaik megvásárolhatók
 a szerkesztőség HAM-bazárjában:
Bp. XIII., Dagály u. 11. l. em., H-P: 9-14h
 Utánvétellel is megrendelhetők, a postai és
 csomagolási költségek felszámításával.
Postacím: 1374 Budapest, Pf. 603.
Tel./fax: 239-4932, 239-4933
E-mail: hambazar@radiovilag.hu
www.radiovilag.hu

Az árváltoztatás joga fenntartva!

Hangerősítő kapcsolások orosz csövekkel 2. rész

Plachtovics György, plachtovics.gyorgy@gmail.com

Az alkalmazott csövek

Az ismertetésre kerülő erősítőkapcsolások orosz csövekkel lettek megépítve. Mindegyik típusnak léteznek magyar (európai), valamint amerikai változatai is. A különböző gyártású elektroncsövek között van némi különbség, de a kapcsolások olyanok, hogy a csőparaméter-szórások nem szólnak bele a működésbe. A különböző erősítőkapcsolások három elektroncső típusra épülnek. Ezek a következők: 6N1P (cirill betűkkel: 6H1П), 6N2P (6H2П), melyek hangfrekvenciás kettős triódák, novál foglalattal. A végerősítő cső az oktál foglalatú 6P3SZ (6P3C), valamint ennek katonai változata a 6P3SZ-E. Ennek a csőnek élettartama hosszabb. Vegyük sorra a csöveket!

A 6N1P főbb adatai	
U_f	6,3 V \pm 0,6 V
I_f	0,6 A
S	4,35 mA/V
μ	35
U_a	250 V
I_a	7,5 mA

Hasonló paraméterekkel rendelkezik az ECC85 elektroncső. Amerikai jelölése: 6AQ8. Bekötésük megegyezik. A két cső között az eltérés a következő: az ECC85-nél az $S = 5,9$ mA/V, a $\mu = 57$. A következő kiváltó típus az ECC81, ennek amerikai jelölése 12AT7. Ez a cső 12,6 V-ról is fűthető, mely feszültséget a 4-es és 5-ös lábra adjuk. A 6,3 V-os fűtésnél a 4-es és 5-ös lábat összekötjük és a másik fűtés láb a 9-es lesz. Az itt felsorolt elektroncsövekkel a kapcsolások kiválóan működnek, az anódfeszültségben lehet néhány tíz voltos eltérés.

A 6N2P főbb adatai	
U_f	6,3 V \pm 0,6 V
I_f	0,34 A
S	2,25 mA
μ	100
U_a	250 V
I_a	2,3 mA

Az elektroncső gyakorlatilag megegyezik az ECC83-as jelölésével. Az ECC83-as meredeksége és anódárama valamivel kisebb. Lényeges különbség, hogy az ECC83-as elektroncső 12,6 V-ról is fűthető. Ilyenkor a feszültséget az összekötött 4-es és 5-ös, valamint a 9-es lábra kötjük. Az ECC83-as csövet egész Európában gyártották. A cső amerikai jelölése 12AX7.

A 6P3SZ főbb adatai	
U_f	6,3 V \pm 0,6V
I_f	0,9 A
S	6 mA/V
U_a	350 V
I_a	72 mA
U_{g2}	250 V
I_{g2}	5 mA
N_a	20 W

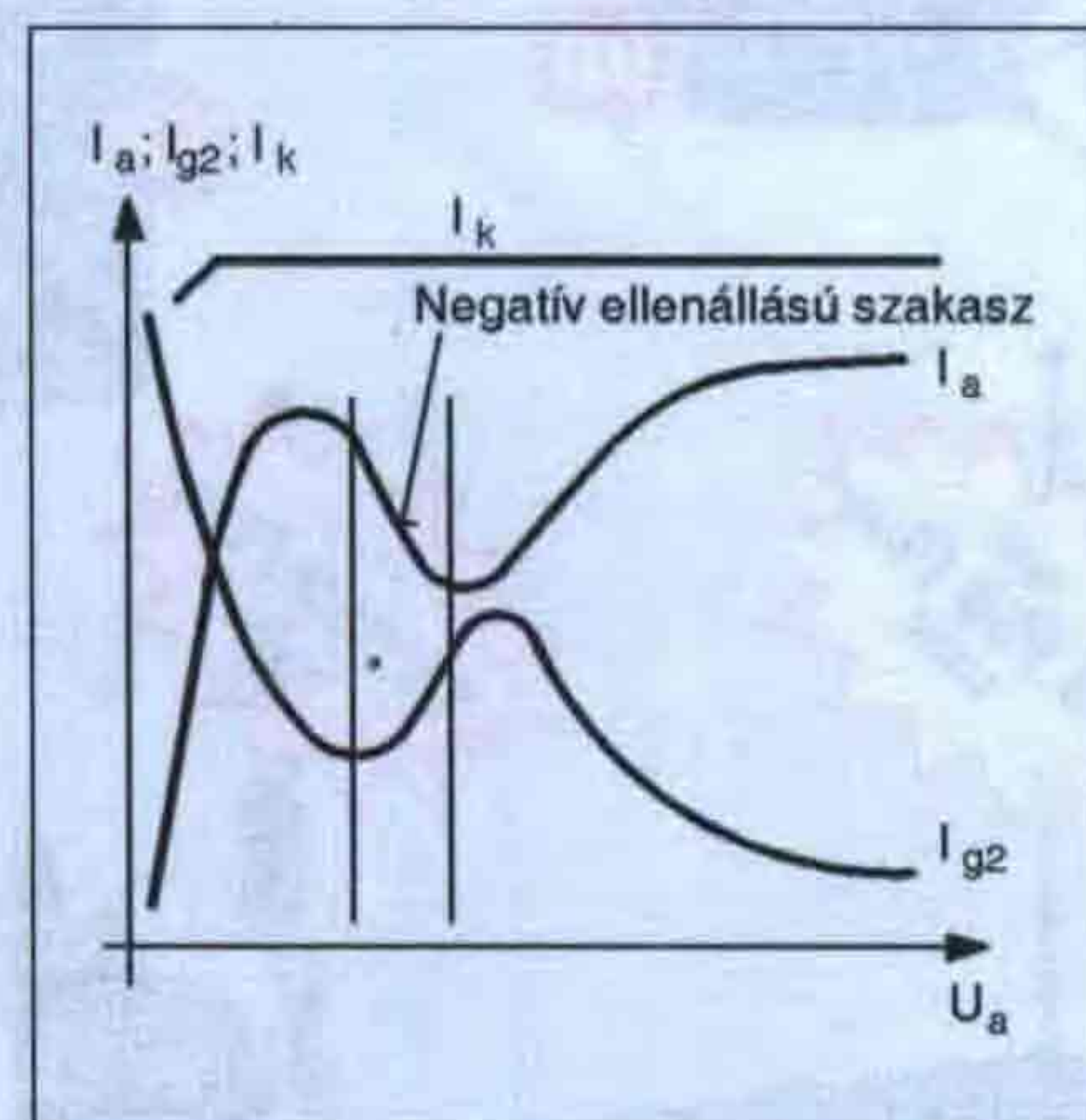
Európai (Tungsram) megfelelője a 6L6G-A. A 6P3SZ az amerikai RCA cég által kifejlesztett 6L6 másolata. Az RCA 1936-ban dobta piacra ezt a végerősítő csövet. Az amerikai példányok nagyobb anód- és segédrácsfeszültségek voltak! Az utóbbit azoknak ajánlom figyelmébe, akik régi gyártású hangszer-erősítőket javítanak, restaurálnak. Az azonos jelölés néha lényeges paramétereltérést takar! Finoman fogalmazva, az utángyártott eszköz nem azonos, csak hasonlít a másolt példányhoz. (A 60-as években Selmer, Vox és Marshall hangszererősítőket javítottam. A Mullard, Valvo, Siemens, Telefunken EL34 helyére bedugott RFT [NDK], valamint TESLA [Cseh-szlovák] csövek néha csak egy éjszakát bírtak ki... Rendszerint felizzott a segédrács, az elektroncsőben a vezérlés ütemében glimmlámpaszerű villogással lilás fény jelezte a végerősítő cső halálát. A meghibásodás oka az volt, hogy a KGST országok által gyártott csövek alacsonyabb anód- és segédrácsfeszültségre készültek.)

Érdekességképp megemlítem: Az amerikai RCA a hadsereg számára olyan elektroncsöveket gyártott, melynek külső borítása feketére festett acélköpeny volt. Az védte a töréstől a vég-

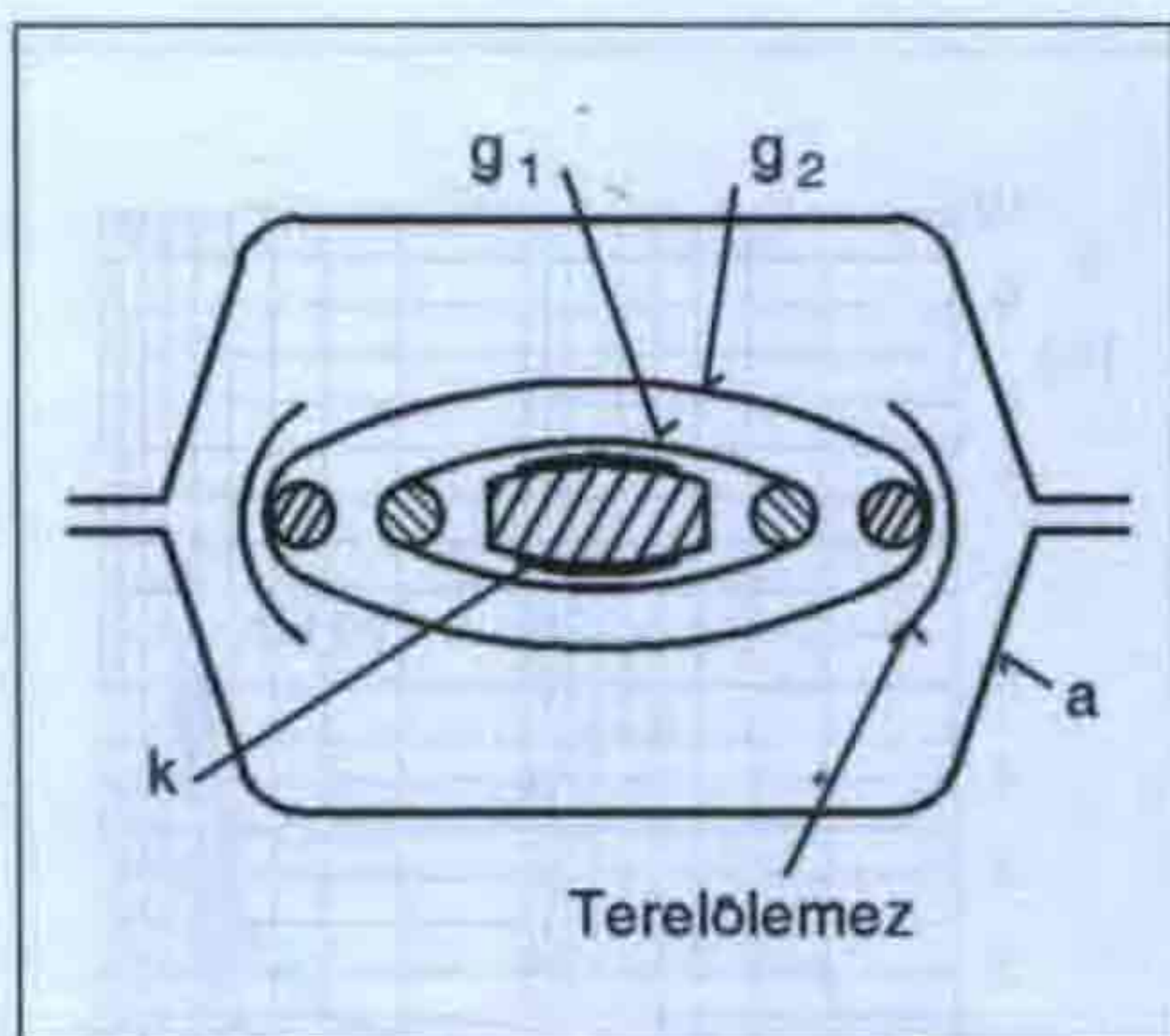
erősítő csövet. A 60-as években nekem is volt egy pár 6L6 RCA gyártású csővem. A bélyegzés (felirat) a következő volt rajtuk: 6L6, U.S. Navy 1943.

Az elmúlt évek során több cikkem jelent meg ezekkel a végerősítőcsövekkel. Telefonokból, e-mailekből arra a következtetésekre jutottam, hogy az érdeklődőknek fogalmuk sincs arról, hogy mi is az a sugártetróda. Sajnos, néhány olvasótól eltekintve, egyre többször tapasztalom, hogy „nekiesnek” megépíteni a leközölt cikket, miközben a benne levő erősítőelemek működését nem vagy csak alig-alig ismerik. Ettől kezdve a jó működés szerencse kérdése... Cikkeimben ezért igyekszem olyan éleztési, bemérési leírást adni, hogy a tájékozatlanok is be tudják üzemelni berendezéseiket.

A tetróda négyelektródás cső. Annyiban tér el a triódától, hogy a vezérlőrác és az anód közé egy ritka menetekből álló rácsot helyeznek el, amelyre pozitív egyenfeszültséget kapcsolnak. Ez a rács az anód és a vezérlőrác között elektrosztatikus árnyékolást létesít. A segédrács átveszi az anód szerepét. A katód környezetének villamos erőterét a segédrácsfeszültség határozza meg, ettől függ a lezárófeszültség, valamint a katódáram értéke is. Az anód feszültsége nem befolyásolja az anódáramot, a cső belső ellenállása megnő.



1. ábra. A sugártetróda kimeneti karakterisztikája



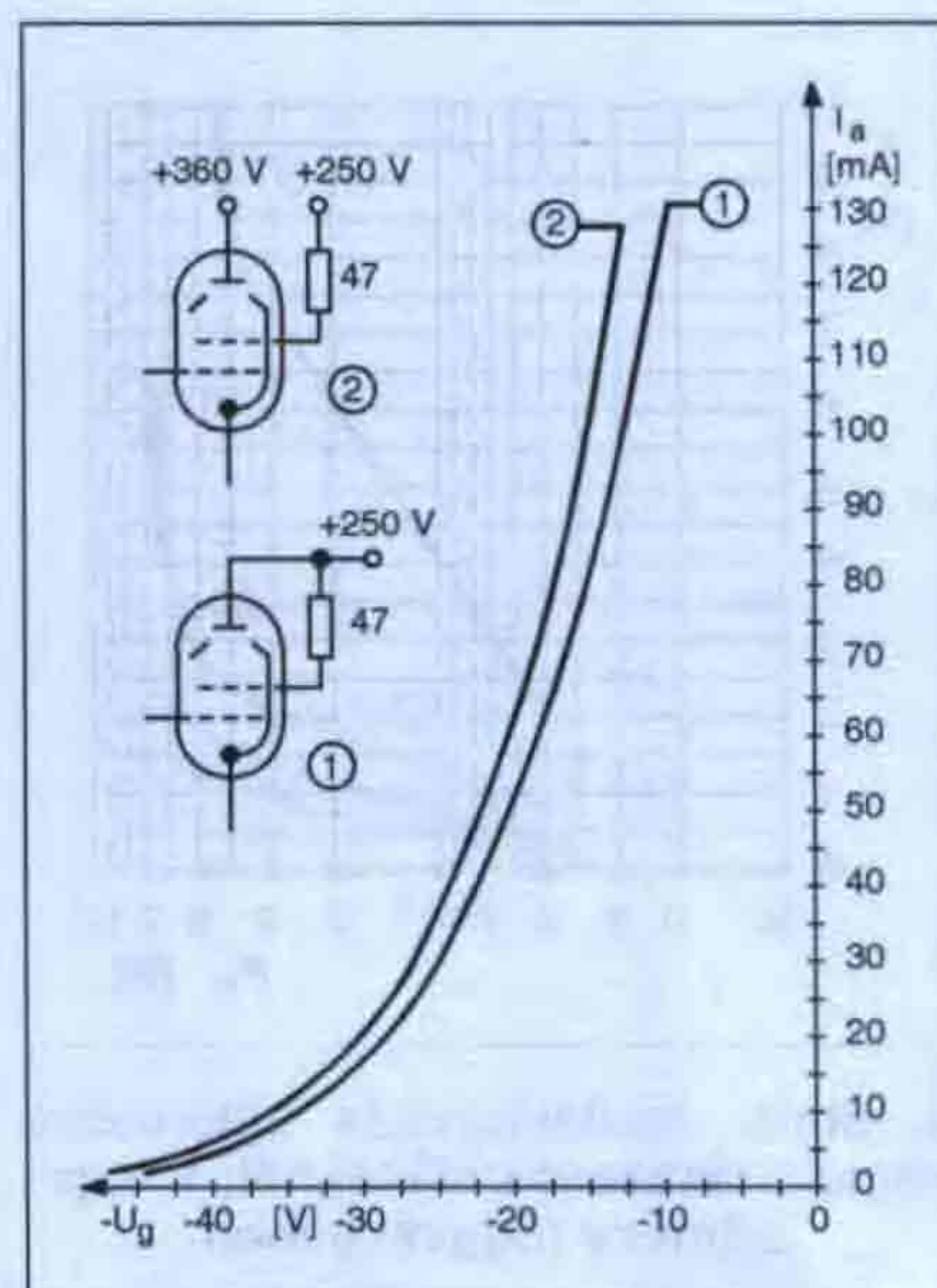
2. ábra. A sugártetróda felépítése

A tetróda hiányossága, hogy a két pozitív feszültségre kapcsolt elektróda (az anód és a segédács) között ún. szekunder emisszió lép fel abban az esetben, ha a segédácsfeszültség nagyobb az anódfeszültségnél. A segédács által felgyorsított elektronok ütköznek az anódlemezzel, ebből szekunder elektronokat váltanak ki. Ezek a nagyobb feszültségen levő segédácsra kerülnek, így megnő a segédács árama, csökken az anódáram. Létrejön az anódfeszültség – anódáram karakterisztikájában egy negatív szakasz, itt a növekvő anódfeszültséghez csökkenő anódáram tartozik. Ez a negatív ellenállású rész gerjedékenységet okozhat. Ezt szem-

lélteti az 1. ábra. Az ábrából láthatjuk, hogy kis anódfeszültségnél a segédács áram csökken, az anódáram növekszik. A negatív ellenállású tartományban a már leírt jelenség játszódik le, míg nagyobb anódfeszültségnél az áramok jellege az első szakaszhoz hasonlóan alakul. A katódáram, amely az anód- és segédácsáram összege, állandó.

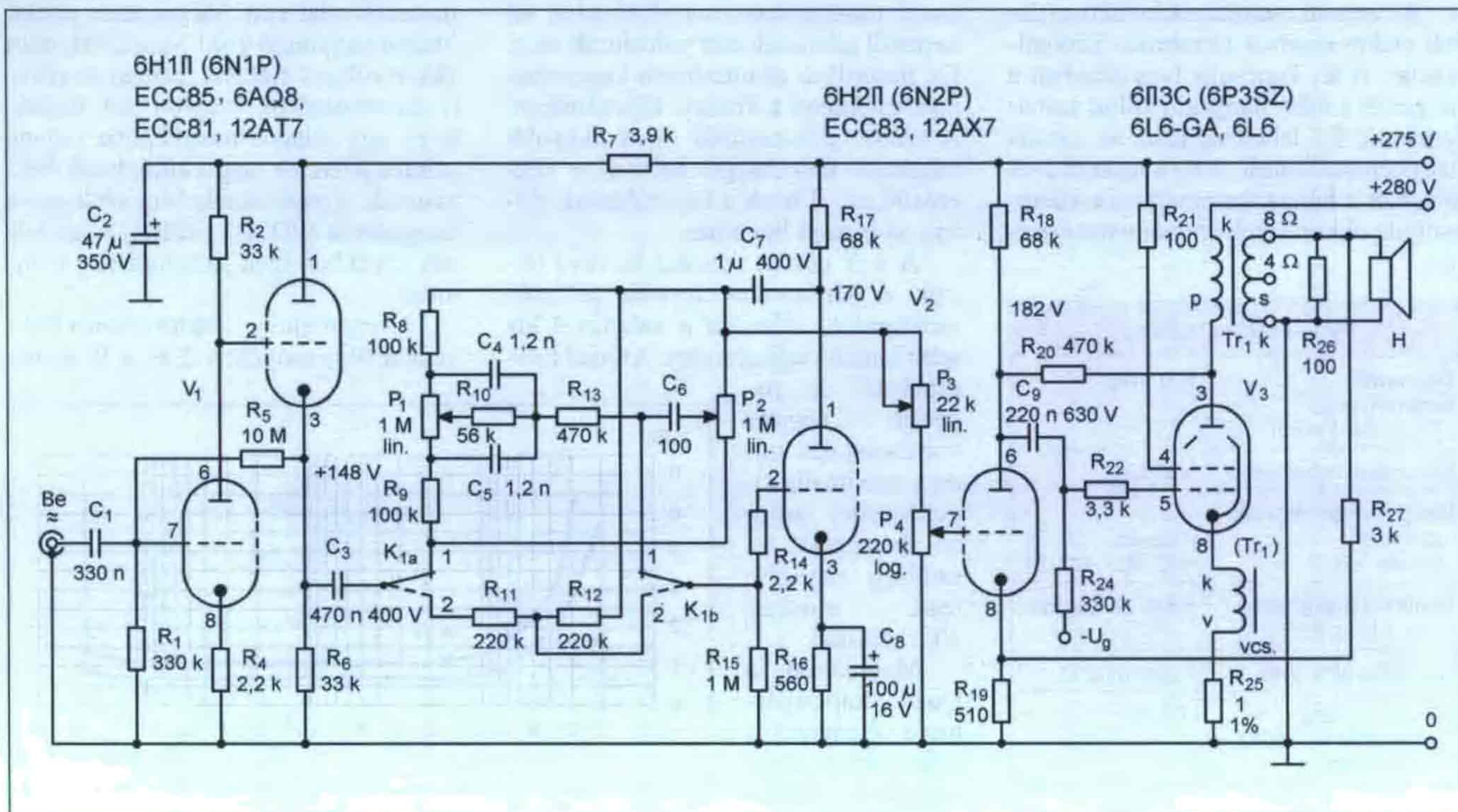
A tetródánál fellépő szekunder emissziót úgy lehet megakadályozni, hogy a segédács és az anód között potenciál-minimumot hoznak létre. Ezt úgy valósítják meg, hogy a segédács meneteit a vezérlőács meneteivel azonos emelkedésűre készítik, így a rácshézagok között átrepülő elektronok nagy töltéssűrűséget hoznak létre az anód közelében. További javulást okoz a katódpotenciálra kapcsolt terelőlemezek beépítése. Ezek a rácstartó rudaknál (segédács) kilépő elektronokat tartják vissza. A katódot ovális alakúra készítik, a belőle kilépő elektronok a kis görbületű anódra merőlegesen repülnek át a pozitív potenciálon levő segédács menetei között. Ezzel az ún. sugártetróda konstrukcióval sikerült megszüntetni a szekunder emissziót. A 2. ábrán a sugártetróda szerkezeti felépítése látható.

A 3. ábra a 6P3SZ, valamint az egykor hazai gyártású 6L6-GA sugártetróda rácshfeszültség–anódáram ka-

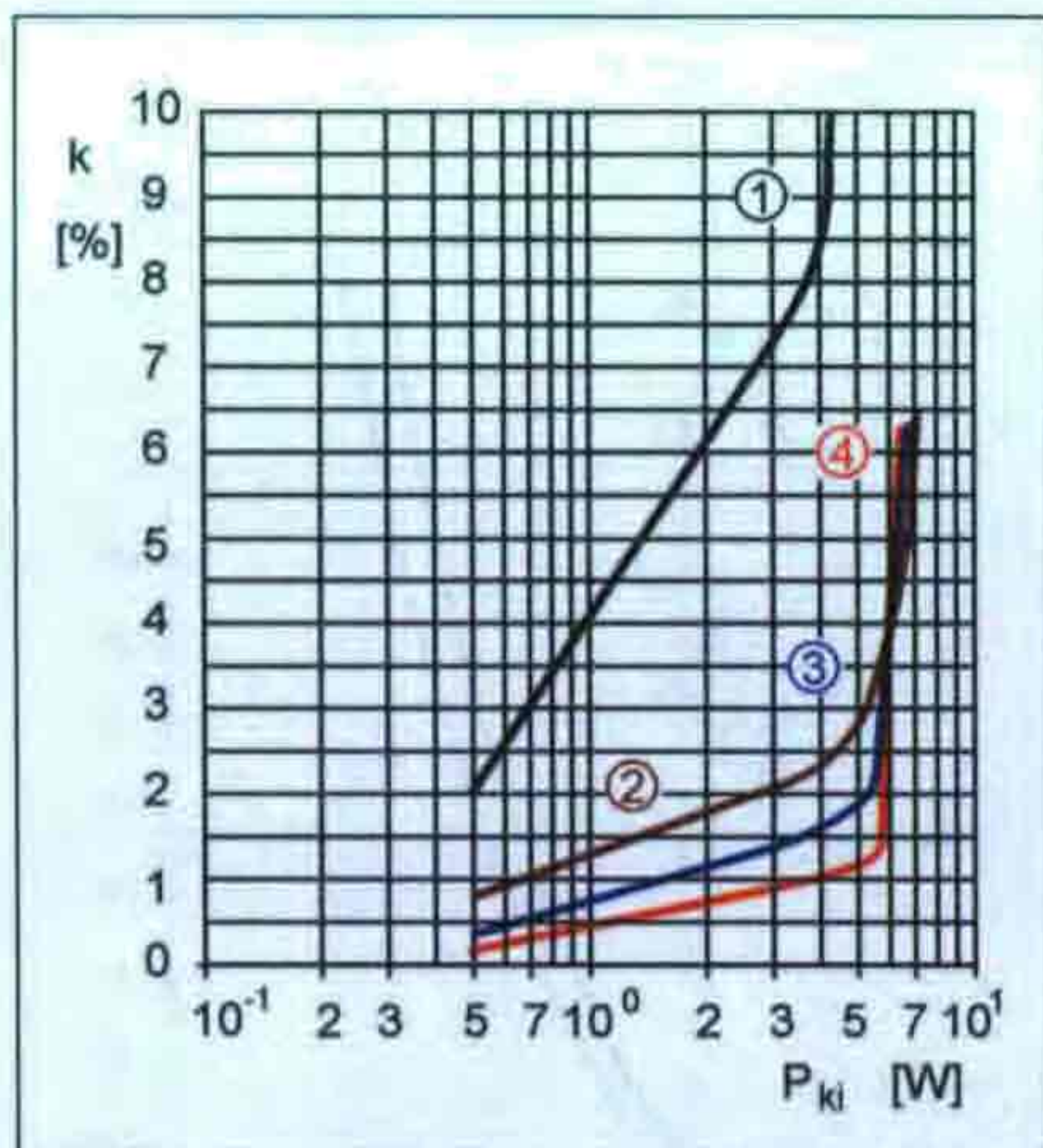


3. ábra. A 6P3SZ rácshfeszültség – anódáram karakterisztikája

rakterisztikáját mutatja. Mindkét cső megvásárolható a HAM-bazárban (www.radiotechnika.hu/csovek.htm). Ezeket a sugártetródákat hangfrekvenciás végerősítés számára tervezték. A karakterisztikát szemlélve feltűnő a hosszú lineáris szakasz. Ez azt jelenti, hogy a végerősítőcső jól kivezérrelhető, alacsony torzítás mellett.



4. ábra. Az „A” osztályú Single-ended erősítő kapcsolási rajza



5. ábra. Jelalaktorztás különböző negatív visszacsatolásoknál, a teljesítmény függvényében

5 W-os „A” osztályú együtemű

A kapcsolat a 4. ábrán látható. A 2008-as RT Évkönyv 41. oldalán található 2. ábra átdolgozott változata. A V_1 elektroncső változatlan típusában, ellenállás és kondenzátor értékeiben. A hangszínszabályozó RC-elemei szintén azonosak. A V_2 elektroncső változik, típusa 6N2P. A végerősítő cső most a 6P3SZ. Ezeknek a csöveknek a munkellenállásai más értékűek, pozíciószámok viszont azonosak.

Az erősítő csatornánként három darab elektroncsövet tartalmaz. Szolgáltatásai: A K_1 kapcsoló 1-es állásban a magas és a mély hangszín külön szabályozható. Ez lehetővé teszi az ideális hangkép beállítását. A K_1 kapcsoló 2-es állásban a hangszínszabályozót kikapcsoljuk, ekkor a frekvenciamenet egyenes.

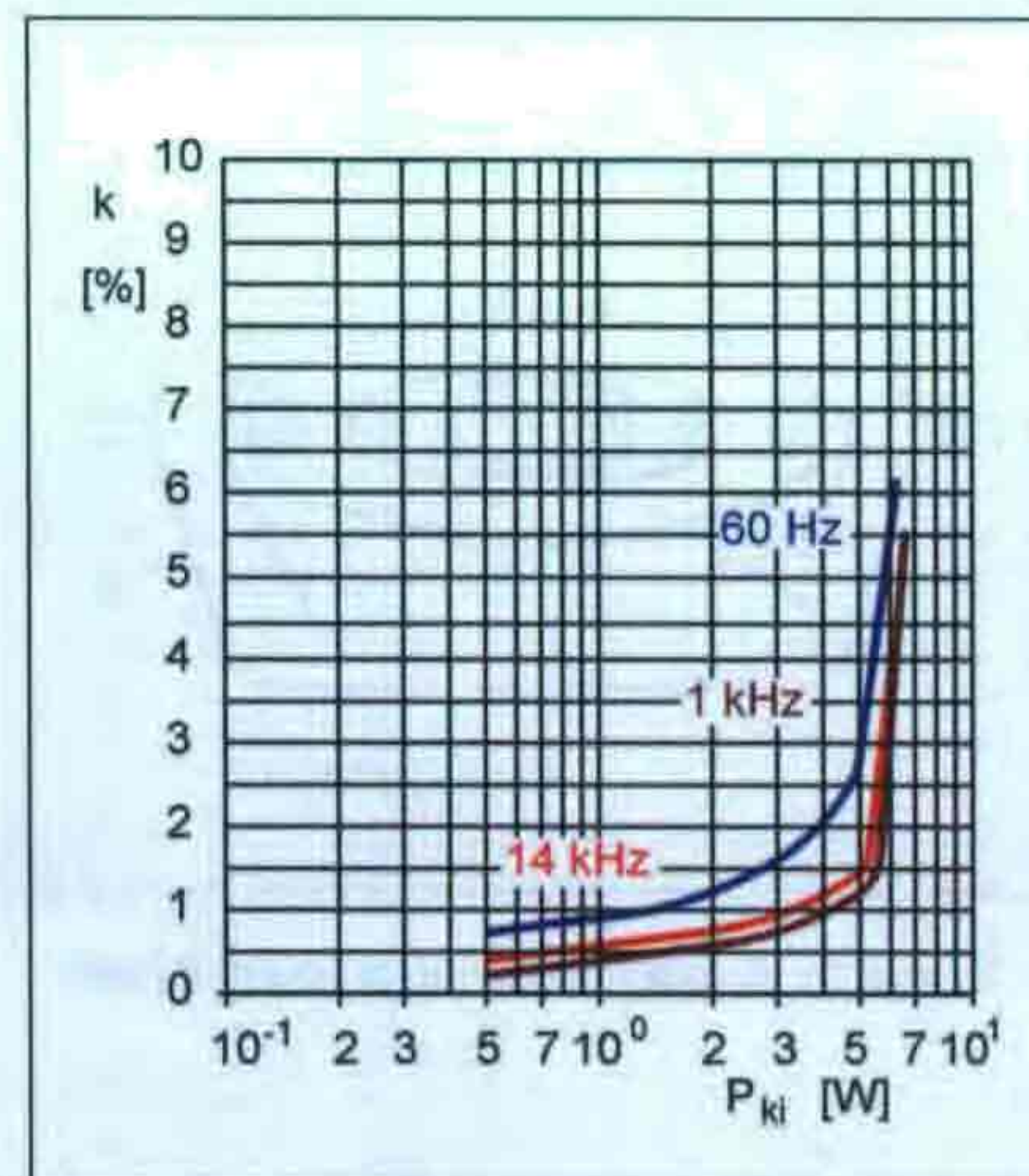
Főbb műszaki adatok	
Bemeneti érzékenység ($P_{ki} = 5,5$ W-nál)	140 mV _{eff}
Bemeneti impedancia	>330 kΩ
Hangszínszabályozás 20 Hz-en 20 kHz-en	+20 dB...-20 dB +22 dB...-21 dB
Kimenő teljesítmény ($f = 1$ kHz; $K = 2\%$)	5,5 W szinuszos
Névleges kim. imp.	4 Ω vagy 8 Ω
Jel-zaj viszony ($P_{ki}: 5,5$ W; K_2 kapcs. 2-es állásban)	-59 dB

A V_3 sugártetróda fix (állandó) rácsheszűltséggel üzemel. A negatív rácsheszűltséget a tápegységben levő P_6 , illetve a P_7 potenciométerrel állítjuk be. A végerősítő cső „A” osztályú beállításban erősít. Ennek lényege, hogy a munkapontot a rácsheszűltség – anódáram karakterisztika lineáris szakaszának közepén vesszük fel. Így érhetjük el a legkisebb torzítás mellett a legnagyobb kivezérelhetőséget.

Megmértem a végerősítő jelalaktorztását különböző negatív visszacsatolásnál a teljesítmény függvényében, a görbék az 5. ábrán láthatók. A mérési frekvencia 1 kHz. Az 1-es „görbe” a semmilyen negatív visszacsatolást nem tartalmazó esethez tartozik. A kimenő teljesítmény növelésével lineárisan növekszik a jelalaktorztás. A 2-es görbe a kimenő transzformátor szekunder tekercséről a V_2 trióda katódjára történő ellenszatolás esetét ábrázolja. A jelalaktorztás jelentősen csökken, miután a kimenő-transzformátort is bevontuk a visszacsatolásba. Az „A” osztályú végerősítőknél a torzítás jelentős részét az előmágnesezett kimenő transzformátor okozza. A légréssel csökken a vasmag előmágnesezése, de ezzel kisebb lesz a primer tekercs induktivitása, romlik a mélyhangok átvittele. A 3-as görbe az R_{20} ellenállással létrehozott negatív visszacsatolás torzítás csökkenését mutatja be. A 4. görbe az úgynevezett Quad-kapcsolás. A végerősítő cső katódja és a föld között a kimenő transzformátoron elhelyezett tekercsről ellenszatolást valósítunk meg. Ez, hasonlóan az ultralinear kapcsoláshoz, csökkenti a kimenő teljesítményt. A szoros ellenszatolás miatt nagyobb meghajtó feszültséget igényel a végerősítő cső. Ennek a kapcsolásnak előnye az igen jó linearitás.

A 4-ik görbét szemügyre véve látszik a harmonikus torzítás jelentős csökkenése, valamint a valamivel kisebb kimenő teljesítmény. A Quad kapcsolásnál a nagyobb negatív visszacsatolás miatt a maximális kivezérléshez tartozó bemeneti feszültség nagyobb lesz, mintegy 10...15%-kal.

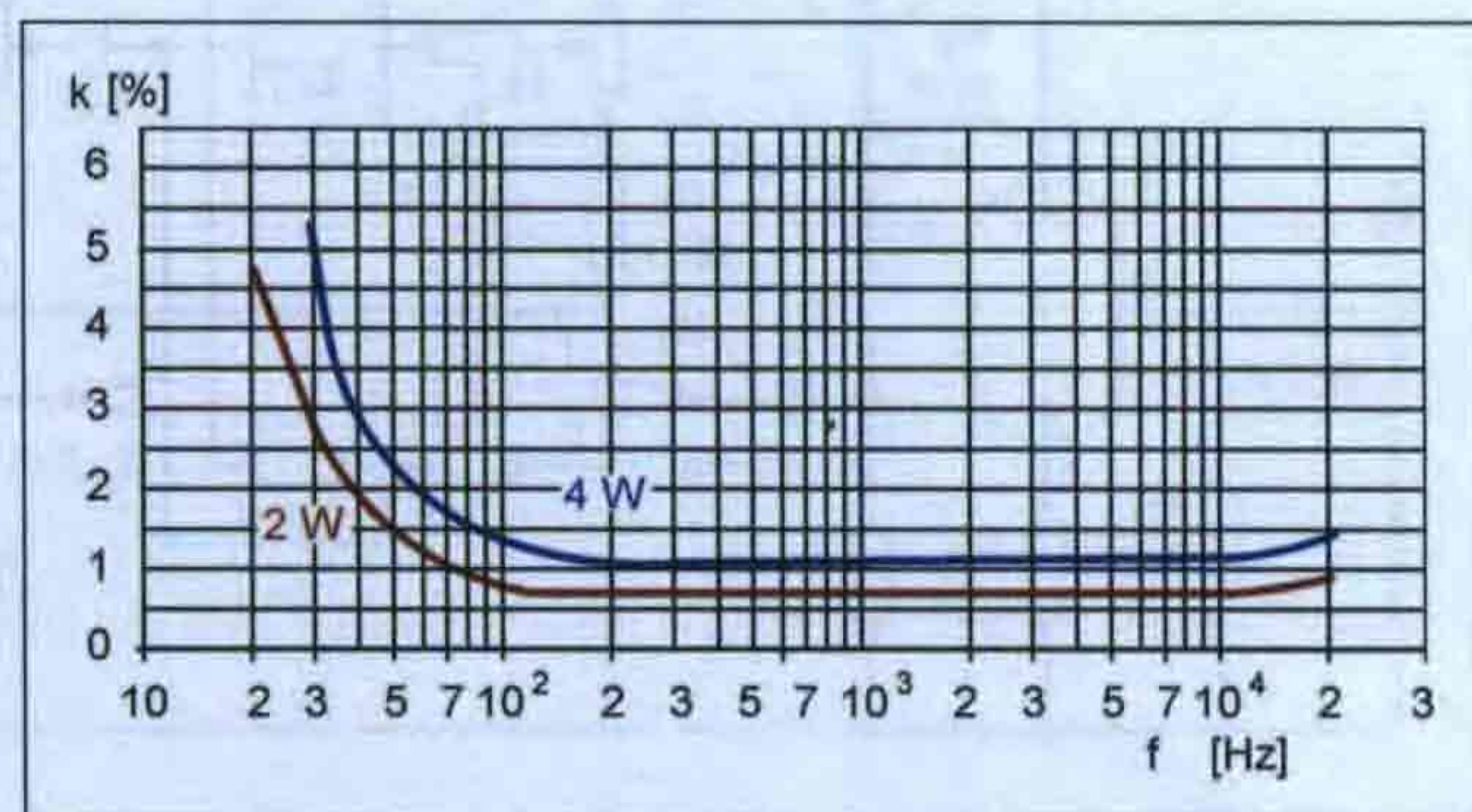
Megmértem a Quad kapcsolásban a végerősítőt a teljesítmény függvényében különböző frekvenciákon. A mérési



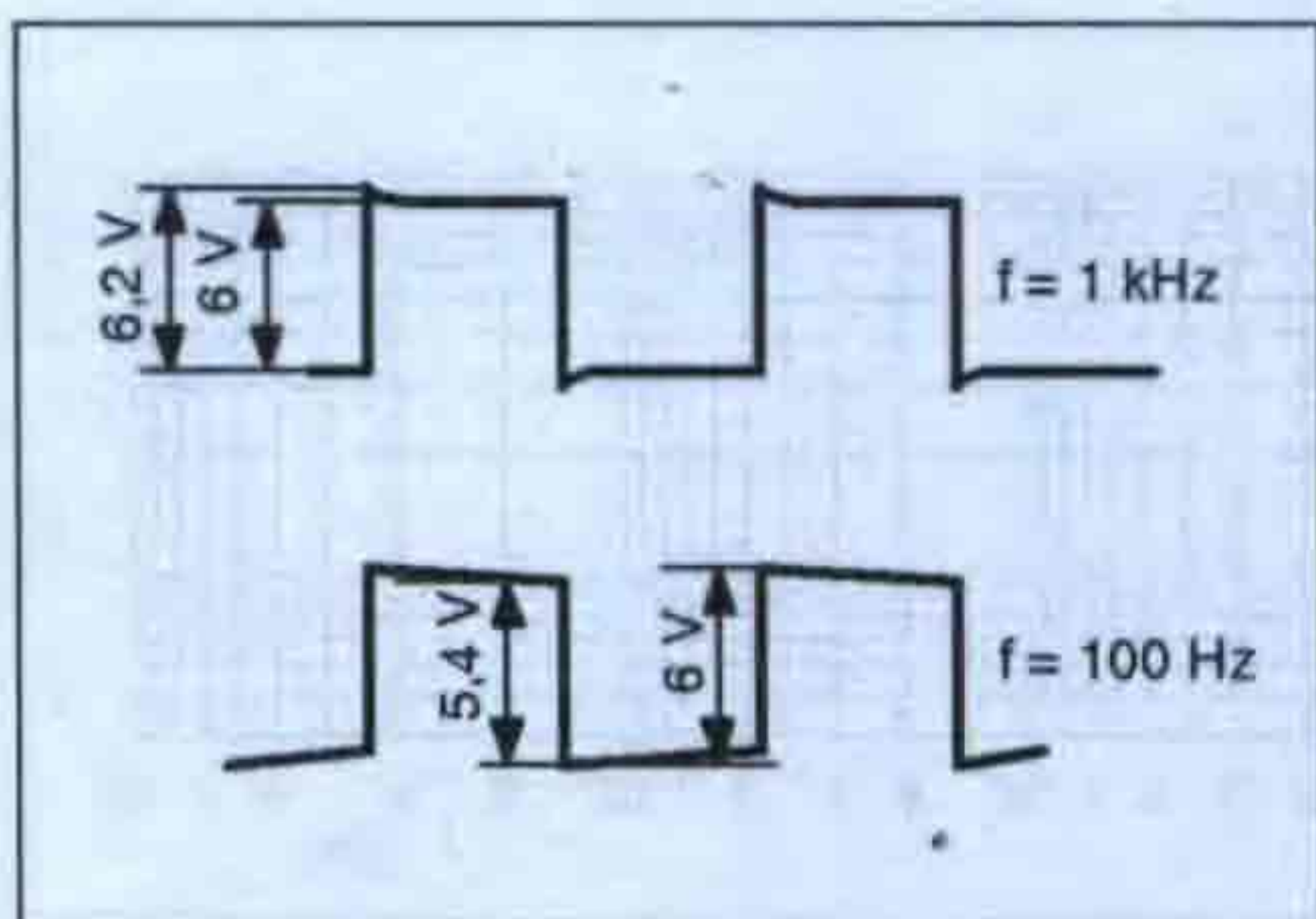
6. ábra. Jelalaktorztás különböző frekvenciákon, a teljesítmény függvényében

eredmények görbái a 6. ábrán láthatók. A mélyhangoknál legnagyobb a jelalaktorztás, amely a vasmag előmágnesezéséből adódik. Szerencsére az emberi fül ezt a típusú torzítást nem észleli. Ha a '60-as évek kedvelt hazai rádióit (AR602, AR702, AR612 Pacsirta) szemügyre vesszük, a végerősítőjük az EL84 csőre épült. Kimenő teljesítményük általában 2...3 W volt, 10%-os torzításnál (400 Hz-en). A mélyhangokról szemérmesen hallgatott a gyártó cég (ORION), mert az lényegesen rosszabb adat volt. Mégis, ezen rádiók hangja nagyon jó volt! Nem azért, mert akkor voltunk fiatalok, hanem az akkori konstruktőrök nagyon jól tudták, hogy egy átlagos hangképben milyen szinten jelennek meg a különböző frekvenciák. A papírmembrános szélessávú hangszórók (PD200, PD201) a fadobozos kávékban igen jó hanghatást nyújtottak.

A végerősítő jelalaktorztása a frekvencia függvényében 2 és 4 W kime-

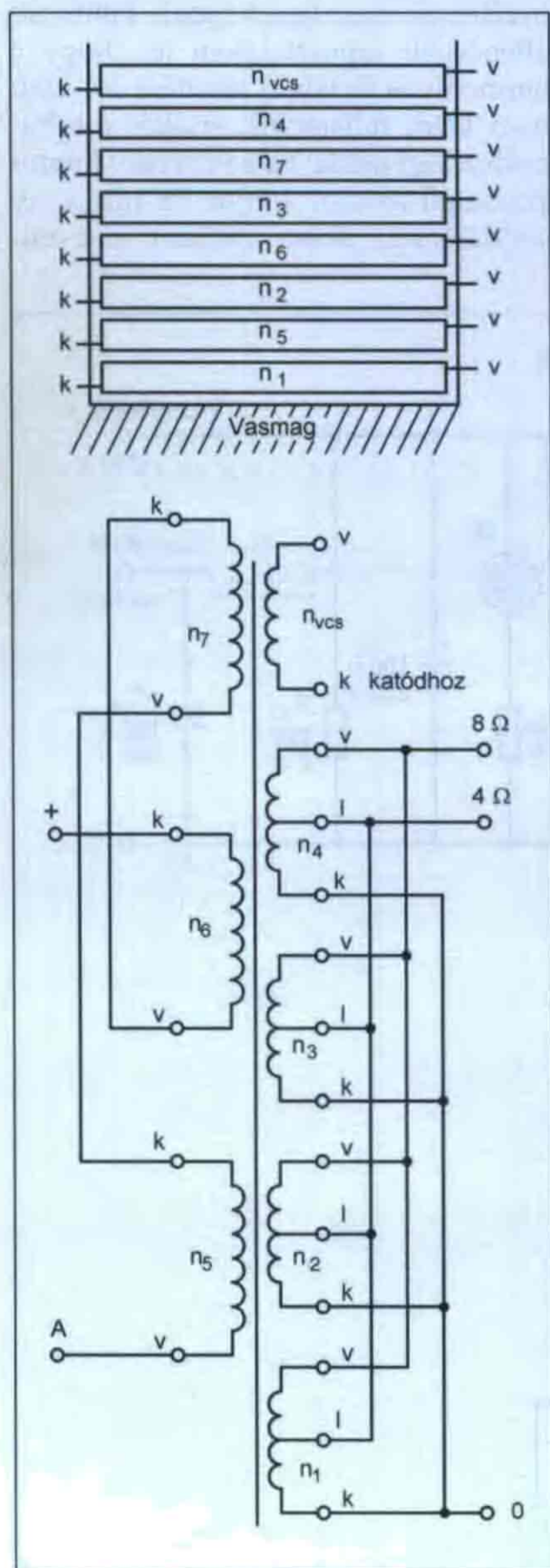


7. ábra. Jelalaktorztás 2 W és 4 W kimenő teljesítménynél, a frekvencia függvényében



8. ábra. Négyzetjelátvitel 100 Hz és 1 kHz-es frekvencián

nő-teljesítménynél a 7. ábrán látható. Megvizsgáltam a végerősítő átvitelét 100 Hz-es és 1 kHz-es négyzetjellel.



9. ábra. A Tr₁ kimenő transzformátor tekercselési sorrendje

A 100 Hz-es négyzetjel tetőesése kb. 10%-os, ami igen jó eredmény. Az 1 kHz-es négyzetjel felfutó és lefutó élén minimális belengés látható, melynek nagysága kb. 3,5%. A négyzetjelles vizsgálat képe a 8. ábrán található.

Az „A” osztályú szimpla végerősítők kritikus része a kimenő-transzformátor. Ezt a problémát részletesen leírtam a 2008-as RT Évkönyv 44. oldalán. Az ott vázolt lehetőségek közül a túlméretezett vasmagkeresztmetszetet választottam.

A mintapéldány kimenő transzformátorát több változatban elkészítettem. A méréseket az EI 84/42 vasmagra tekercselt transzformátorral végeztem el. Ez a vasmag (rendszerint bontásból) kétféle alapanyaggal fordul elő. A régióta gyártott 4%-os szilícium ötvözetű, ebből a 0,4 mm vastagságút ajánlom. A hazai piacon a '80-as években jelent meg a kereskedelemben az EI és M formátumú világos szürke színű vas. Ennek a B értéke 10...15%-kal lehet nagyobb a szilícium ötvözetű elődjénél. Vesztesége is kisebb. Mágneses szempontból hasonló, mint a hiperszil szalagmag. A lemezelte transzformátor adatait a 1. táblázat tartalmazza. A tekercsek sorrendje, a tekercselési irány a 9. ábrán látható.

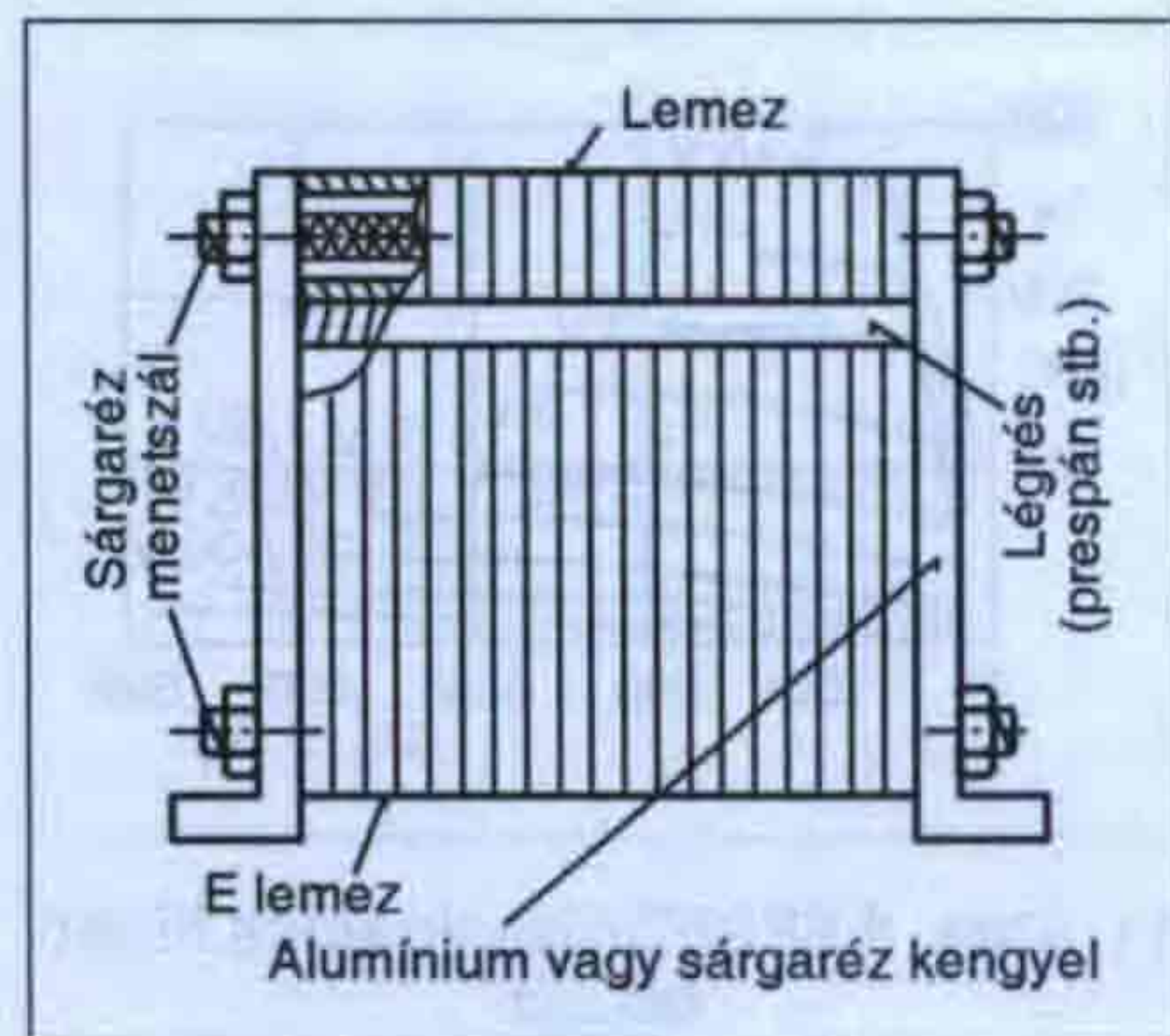
A hiperszil szalagmagra készített kimenő transzformátor tekercselési

1. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n ₅	810	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 az n _{vcs} tekercs között egy réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. Vasmag: EI 84/42 A = 12 cm ²
	n ₆			
	n ₇			
Szekunder	n ₁	118, leágazás a 85. menetnél	Ø0,45 mm Mz	
	n ₂			
	n ₃			
	n ₄			
	n _{vcs}	70	Ø0,25 mm Mz	

2. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n ₅	950	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 az n _{vcs} tekercs között egy réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. Vasmag: SM74 hiperszil szalagmag
	n ₆			
	n ₇			
Szekunder	n ₁	150, leágazás a 105. menetnél	Ø0,4 mm Mz	
	n ₂			
	n ₃			
	n ₄			
	n _{vcs}	90	Ø0,25 mm Mz	

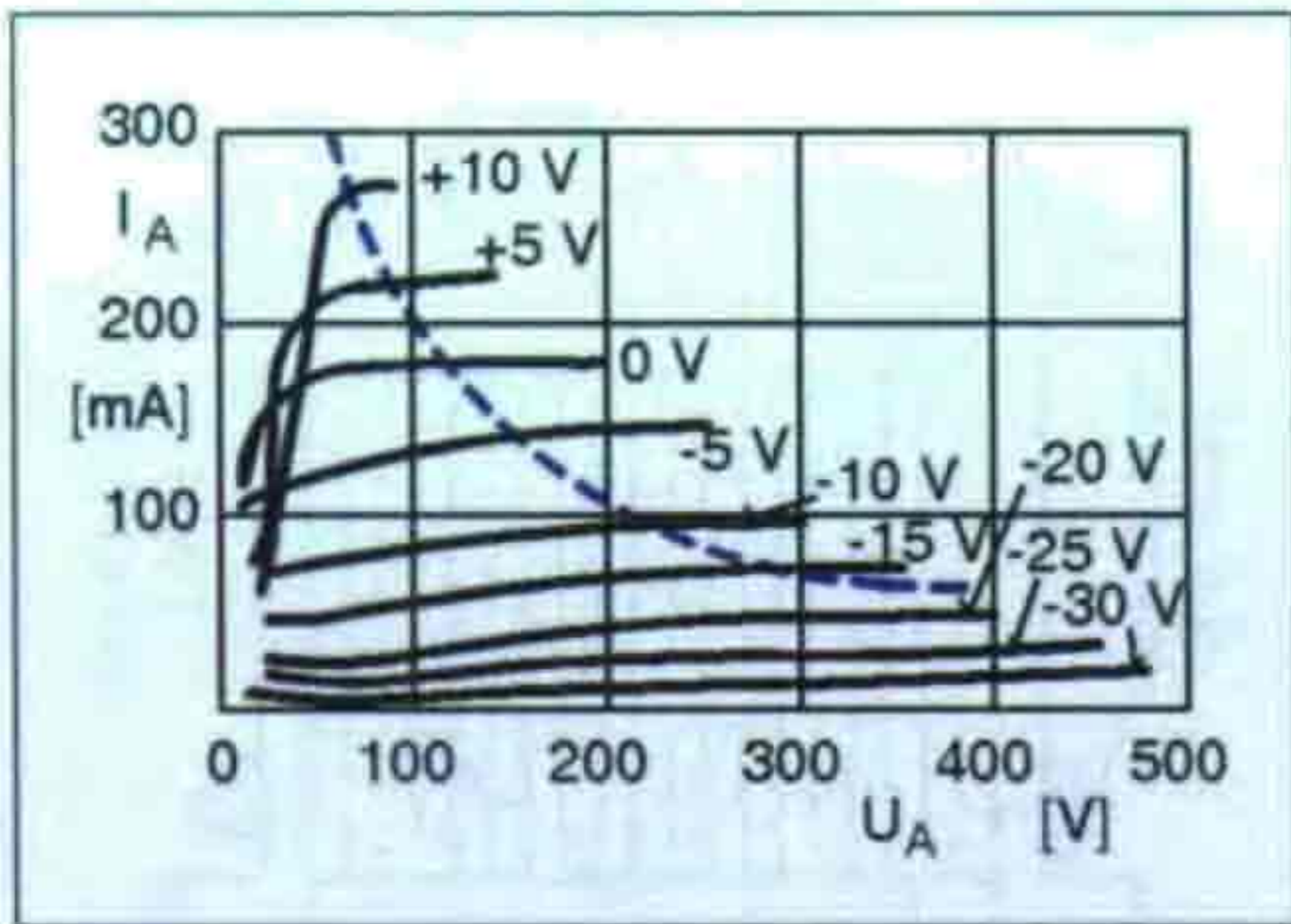


10. ábra. A Tr₁ kimenő transzformátor mechanikai felépítése

adatai a 2. táblázatban található. A vasmag típusa SM74.

Az E lemezeket egy oldalról rakjuk be. A szükséges légrést 0,2 mm-re állítjuk be szigetelő anyaggal. A kimenő transzformátor mechanikai felépítését szemlélteti a 10. ábra. Az SM74-es hiperszil szalagmagnál szintén 0,2 mm-es prespánpapírt alkalmazunk a légrés beállítására. Ezen cikkben szereplő kimenő transzformátorokkal többféle variációt is megvalósíthatunk, melyeknek részletes leírását a 2008-as Rádiótechnika évkönyvben közölt cikkemben részletezek a 42–43. oldalon!

A V₃ végerősítő cső a 280 V-os anód- és segédrcsveszültséggel üze-



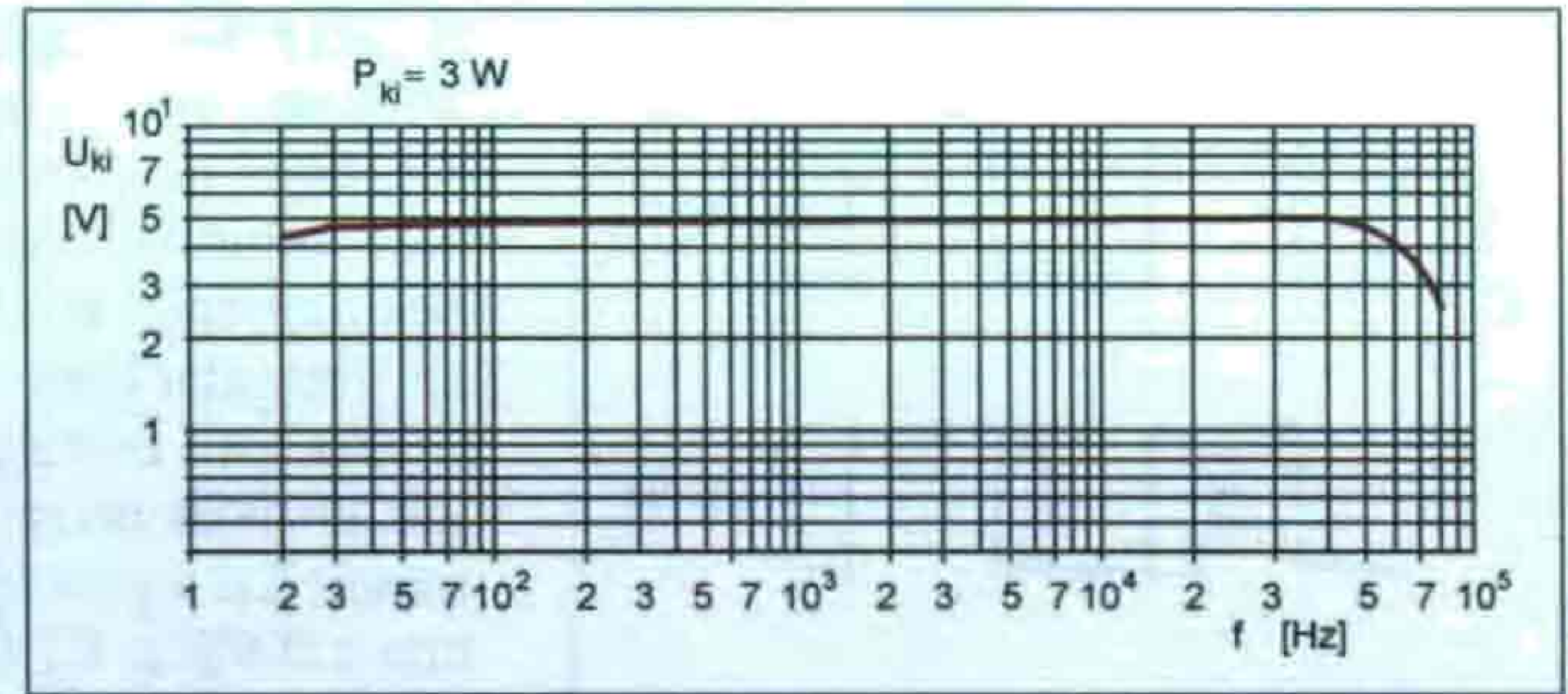
11. ábra. A 6P3SZ disszipációs hiperbolája

mel. A nyugalmi (vezérlés nélküli) anódáram 65 mA. Ezt a katódkörben elhelyezett 1Ω 1% ellenállás sarkain mérhetjük. Ebben benne van a segéd-rácsáram értéke is, ami vezérlés nélkül meglehetősen kicsi, 1...2 mA. A vég-erősítőcső disszipációs hiperbolája a **11. ábrán** látható. Az anódfeszültséget és a nyugalmi anódáramot összeszo-rozva látható, hogy a görbe alatti területen vagyunk.

Az optimális illesztő ellenállás értéke $4,2 \text{ k}\Omega$. A primer tekercs három részre van osztva, melyeket sorba kapcsolunk. A szekunder tekercs négy részből áll, melyeket párhuzamosan kötünk. Az utolsó (külső) a QUAD kapcsoláshoz

szükséges katódköri visszacsatoló tekercs. Ennek a felépítésnek köszönhető a jó frekvenciaátvitel. A -3dB -es szint-esés 60 kHz -en van.

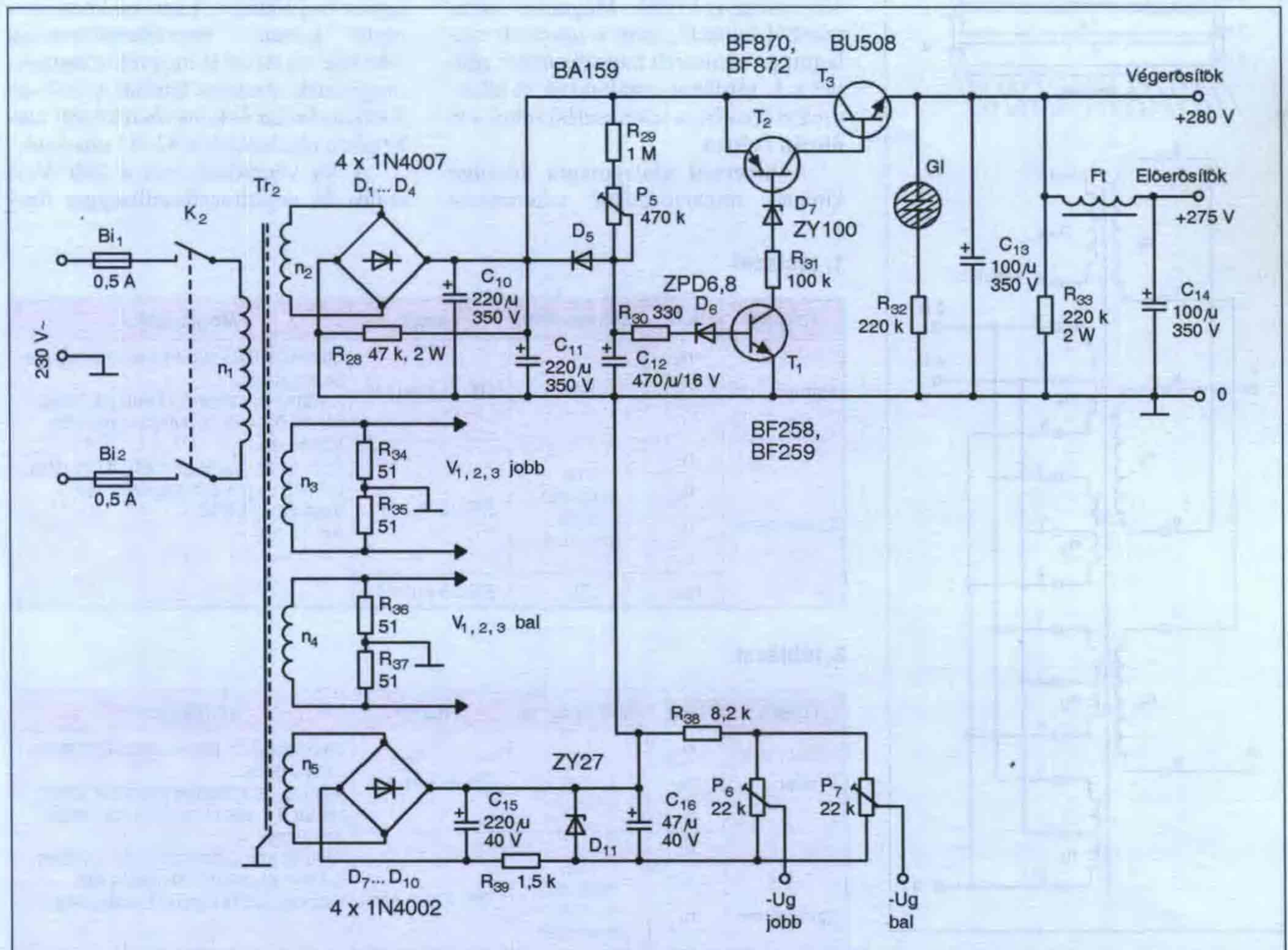
Oszcilloszkóppal, műterhelés sarkain vizsgálva a kimenőjel formáját, az még jól követte a hanggenerátor szinusz görbét. A torzulás 70 kHz után látható. A szinusz görbe hegyesedik (háromszög forma), amplitúdója csökken. A mérést 3 W kimenő teljesít-



12. ábra. A Single-ended végerősítő frekvenciamenete 3 W kimenő teljesítménynél

ménynél végeztem, a megrajzolt görbe a **12. ábrán** látható.

Itt jegyzem meg a következőket, lévén többen rendelkez(het)nek hanggenerátorral, oszcilloszkóppal. Többször ellenőrzött tapasztalatom az, hogy a harmonikus (jelalak) torzítást 2% alatt nem lehet felismerni, értékét megbecsülni. Egy példa: ha a végerősítő munkapontját rosszul állítjuk be (alacsony anódáramra), akkor ilyenkor az x-ten-



13. ábra. A tápegység kapcsolási rajza

3. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	885	$\varnothing 0,5$ mm Mz	Soranként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön a $\varnothing 0,2$ mm-es huzalból tekercselt árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Erre 2 sor 0,15 mm-es prespán szigetelést helyezünk, következik az n_2 tekercs. Az n_2 és n_3 tekercs között 2 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés van. Az n_3 és n_4 , n_5 között 1 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelést alkalmazunk. Vasmag: EI 106/45, bővített ablaknyílású. Pakettvastagság 45 mm, $A = 13$ cm ²
Szekunder	n_2	930	$\varnothing 0,35$ mm Mz	
	n_3	26	$\varnothing 1,2$ mm Mz	
	n_4			
	n_5	112	$\varnothing 0,2$ mm Mz	

4. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	930	$\varnothing 0,5$ mm Mz	Soranként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön az $\varnothing 0,2$ mm-es huzalból tekercselt árnyékolás, amelynek csak a kezdetét vezetjük ki. Erre 2 sor 0,15 mm-es prespán szigetelést helyezünk, következik az n_2 tekercs. Az n_2 és n_3 tekercs között 2 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés van. Az n_3 és n_4 , n_5 között 1 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelést alkalmazunk. Vasmag: M102/35 Pakettvastagság 35 mm, $A = 12$ cm ²
Szekunder	n_2	975	$\varnothing 0,35$ mm Mz	
	n_3	27	$\varnothing 1$ mm Mz	
	n_4			
	n_5	118	$\varnothing 0,2$ mm Mz	

5. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	800	$\varnothing 0,45$ mm Mz	Soranként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön a $\varnothing 0,2$ mm-es huzalból tekercselt árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Erre 2 sor 0,15 mm-es prespán szigetelést helyezünk, következik az n_2 tekercs. Az n_2 és n_3 tekercs között 2 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés van. Az n_3 és n_4 , n_5 között 1 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelést alkalmazunk. Vasmag: SM 85/a hiperszil szalagmag
Szekunder	n_2	880	$\varnothing 0,3$ mm Mz	
	n_3	24	$\varnothing 1$ mm Mz	
	n_4			
	n_5	108	$\varnothing 0,2$ mm Mz	

gelyhez viszonyítva az oszcilloszkópon látható szinuszgörbe pozitív és negatív felének a meredeksége különböző. Igen jó szem és rutin szükséges ahhoz, hogy ezt a torzulást észrevegyük.

Az erősítő(ke)t „kihegyezzük”, mindenféle trükköt bedobunk, hogy annak jelalaktorzítása minél kisebb legyen. A meghajtó hangforrással és a lánc végén levő hangdoboz torzításával viszont nem foglalkozunk. Akinek van lehetősége, végezze el a következő kísérletet! Különböző gyártású és paraméterű hangdobozokkal hallgassa végig ugyanazt a hanganyagot. Az eredmény megdöbbentő lesz. Teljesen más

hangképet produkál ugyanaz a végerősítő a különböző hangdobozokkal. (Arra ügyeljünk, hogy az illesztés feltételei teljesüljenek.)

A tápegység

A kapcsolási rajza a 13. ábrán látható, és ez gyakorlatilag egyezik a 2008-as RT Évkönyv 45. oldalán látható 16. ábrával. Az eltérés az n_5 tekercsel táplált egyenirányító kapcsolásnál van. Ez a V_3 végerősítő csövek részére állítja elő a negatív rácselőfeszültséget, melynek nagyságát – a fentebb már említett – P_6 és P_7 potenciométerekkel állítjuk be.

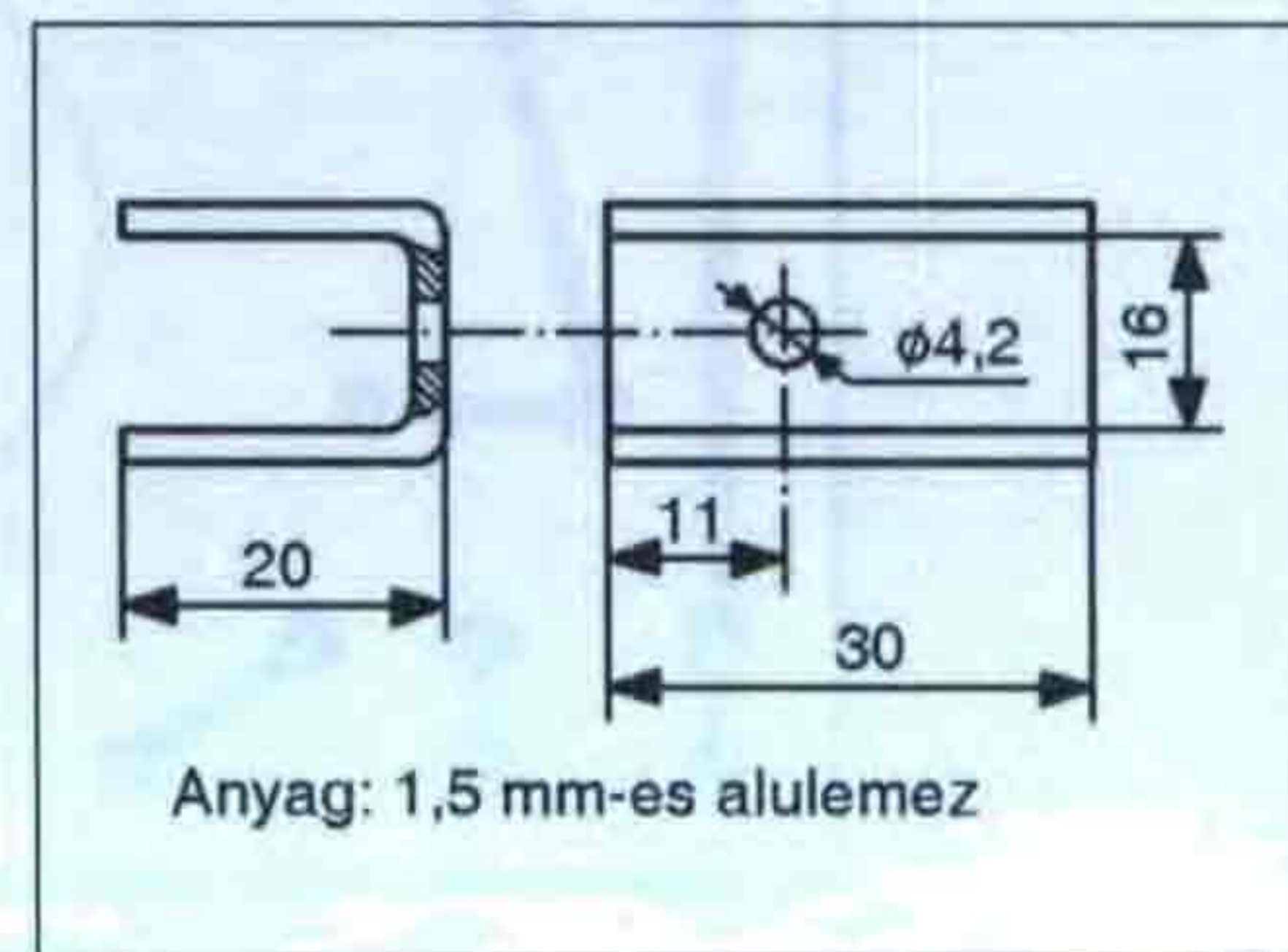
Akit érdekel a műszaki leírás, az lapozza fel a tavalyi Évkönyvet!

Ha az anódfeszültséget késleltetve kapcsoljuk az áramkörre, lényegesen megnövelhetjük az elektroncsövek élettartamát. A bekapcsolási időt célszerű 30 másodpercre állítani. Ennyi idő alatt a V_3 pozíciószámú 6P3SZ elektroncsövek nagy tömegű katódjai is felfűtenek. A késleltetési időt a P_5 potenciométerrel állíthatjuk be. A Tr_2 hálózati transzformátort elkészíthetjük lemezelt EI vagy M formátumban vagy a kisebb kubaturájú hiperszil szalagmagra. A 3. táblázat az EI vasmagra készült transzformátor adatait tartalmazza, míg az M formátumét a 4. táblázatban láthatjuk. Végezetül az SM hiperszil szalagmaghoz tartozó menetszámot az 5. táblázatban találjuk.

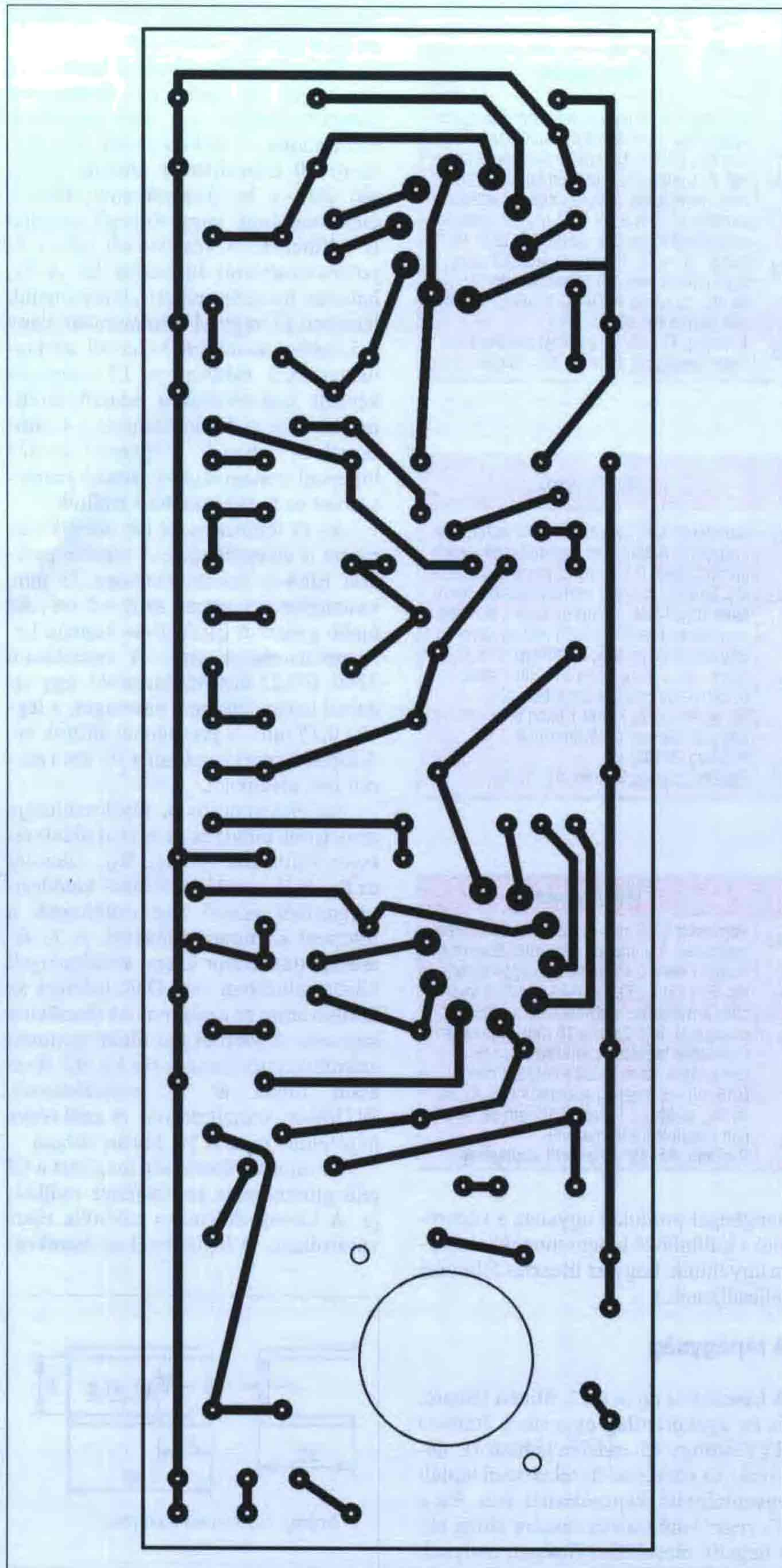
Az Ft fojtótekercset két féle EI vasmagra is elkészíthetjük. A régebbi gyártású EI64-es pakettvastagsága 25 mm, vasmagkeresztmetszet, az $A = 5$ cm². Az újabb gyártású EI60/20-as vasmag keresztmetszete 4 cm². A menetszám 3200, $\varnothing 0,25$ mm Mz huzalból. Egy oldalról helyezük be a vasmagot, a légrést 0,15 mm-es prespánnal állítjuk be. A fojtótekercs szerelését a 10. ábra szerint kell elvégezni.

Az elektroncsövek fűtőfeszültsége az n_3 (jobb oldal) és az n_4 (bal oldal) tekercs állítja elő. Az R_{34} , R_{35} , valamint az R_{36} és R_{37} osztók a fűtőkör katódzivárgásából adódó zajt csökkentik a földpont szimmetrizálásával. A T_3 átteresztő tranzisztor üzemi körülmények között telítésben van. Disszipációja az átfolyó áram és a szaturációs feszültség szorzata. A jobb és bal oldali csatorna áramfelvételét összegezve kb. 0,2 A-es áram folyik át T_3 pozíciószámú, BU508-as tranzisztoron. A szükséges hűtőfelület rajza a 14. ábrán látható.

Az anódtápfeszültség meglétét a G1 jelű glimmlámpa parázsfénye indikálja. A kereskedelemben többféle típus vásárolható. A legtöbbször az áramkör-



14. ábra. A T_3 tranzisztor hűtőfelülete



15. ábra. A Single-ended erősítő nyomtatási rajza

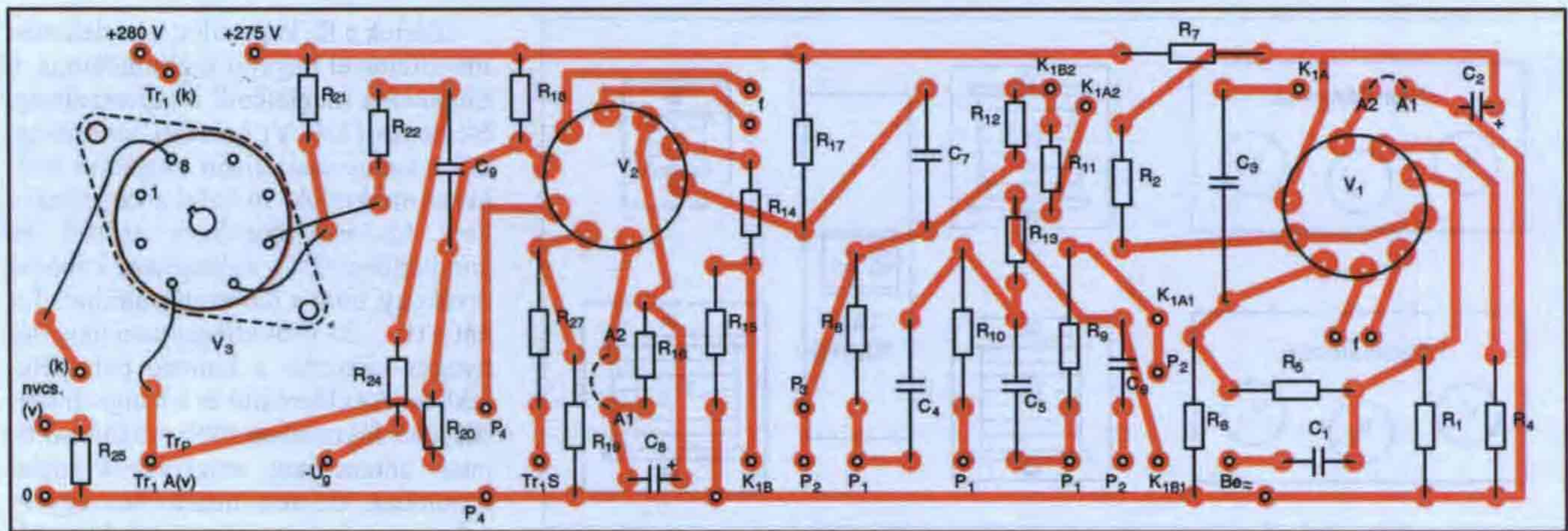
látózást végző soros ellenállás be van építve a lámpatestbe. Ebben az esetben ezt a 220 V vagy 230 V felirattal jelzik. Az R_{32} jelű áramkorlátozó ellenállás ilyenkor felesleges, azt nem kell beépíteni.

Megépítés, élesztés, bemérés

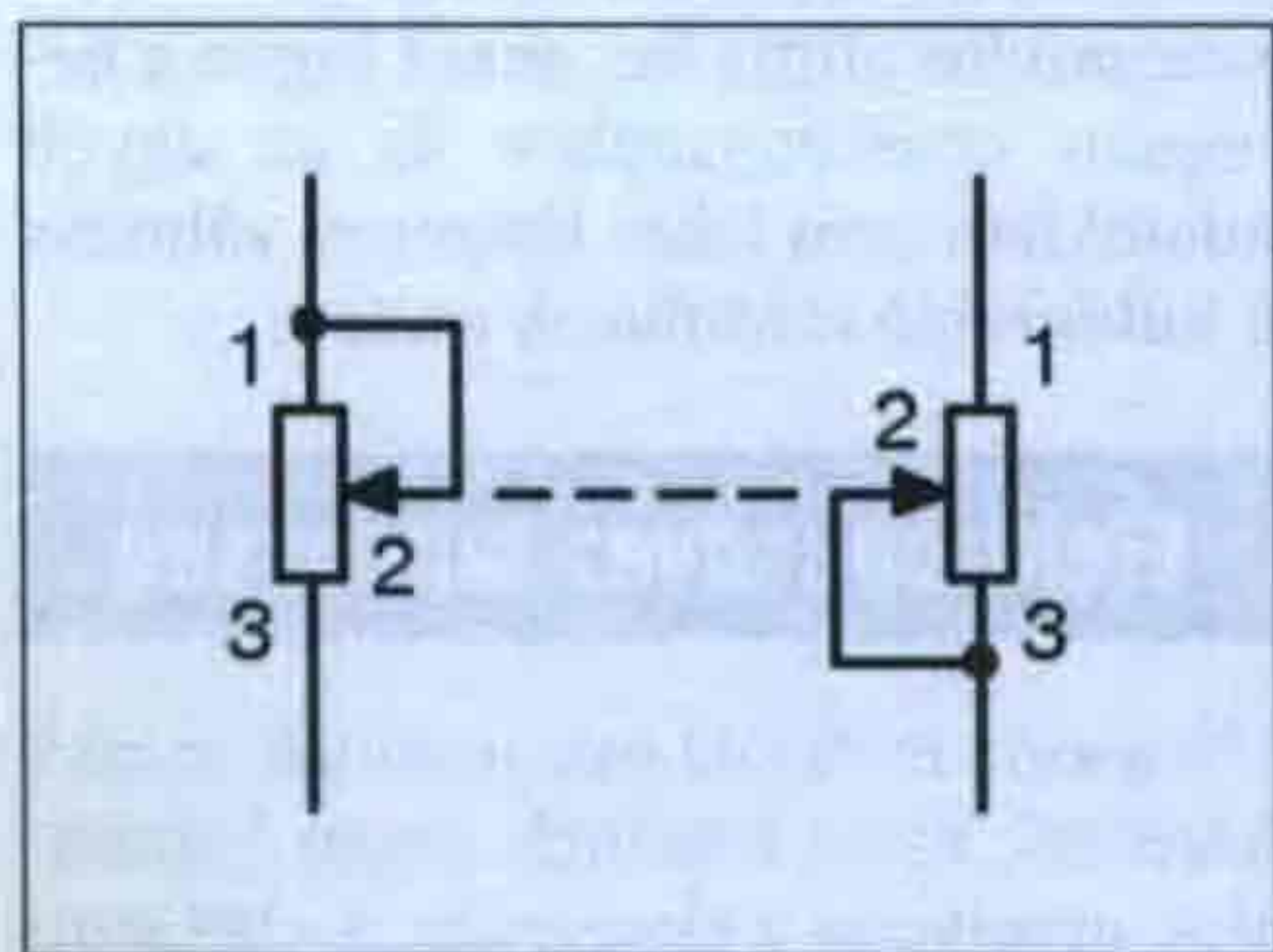
A munkát az alkatrészek beszerzésével kezdjük. Túlnyomó részük megvásárolható a HAM-bazárban.

Az erősítő nyomtatási rajzát a **15. ábra**, annak alkatrész-beültetési rajzát a **16. ábra** tartalmazza. A nyomtatás a kettős triódák novál foglalatainál a hazai gyártású nyomtatott áramköri csőfoglatokra épült. Az ellenállások lábkiosztása legtöbb helyen olyan, hogy a nagyobb REMIX R510 és a szovjet MLT ellenállások is beépíthetők. Ezek jó minőségű fémréteg ellenállások, teljesítményük 0,5 W. A kereskedelemben jelenleg a színkódos 0,6 W-os fémréteg ellenállások vásárolhatók. A kapcsolási rajzon az ennél nagyobb teljesítményű ellenállások teljesítményét jelöltem. A csatolókondenzátorok üzemi feszültsége szerepel a kapacitásérték mellett. A csatolókondenzátorok típusáról (dielektrikumáról) a 2008-as RT Évkönyv 50. oldalán olvashatunk. Abban a részben már írtam a régi elektrolit kondenzátorok regenerálásáról, felújításáról. Természetesen a gyengébb minőségű, 25...30 éves elektrolit kondenzátorokkal ne kísérletezzünk! Ezek szigetelési ellenállása, kapacitása lecsökkent. Néhány akkori, nagynevű cég (Siemens, Frako, Ducati) által gyártott egyedek még ma is jól működ(het)nek, ezekkel érdemes foglalkozni!

A fűtőfeszültséget két szál, összesodort, tömör, szigetelt vezetékkel visszük az elektroncsövekhez a nyomtatott áramköri (nyák) panel fóliás oldalán. Az összesodort vezeték mágneses szórása kisebb, mint az egyszerű, párhuzamos vezetéké. A 6N1P, a 6N2P, valamint az ECC85 (6AQ8) elektroncsövek fűtőfeszültsége 6,3 V. Ezeknél a fűtővezetékét a 4-es és 5-ös lábba kapcsoljuk. A 9-es lábat az A_1 és A_2 pontok összekötésével leföldeljük (ld. 16. ábra). Ezeknél a csöveknél a 9-es lábba a két triódát elválasztó árnyékoló lemez van kivezetve. Ha az ECC81 (12AT7), valamint az ECC83 (12AX7) kettőstriódákat 6,3 V-os fűtőfeszültségről kívánjuk járatni, akkor az egyik pont az összekötött 4 és 5-ös csőláb, míg a másik a 9-es csőláb lesz. (Ezen csövek



16. ábra. A Single-ended alkatrész-beültetési rajza



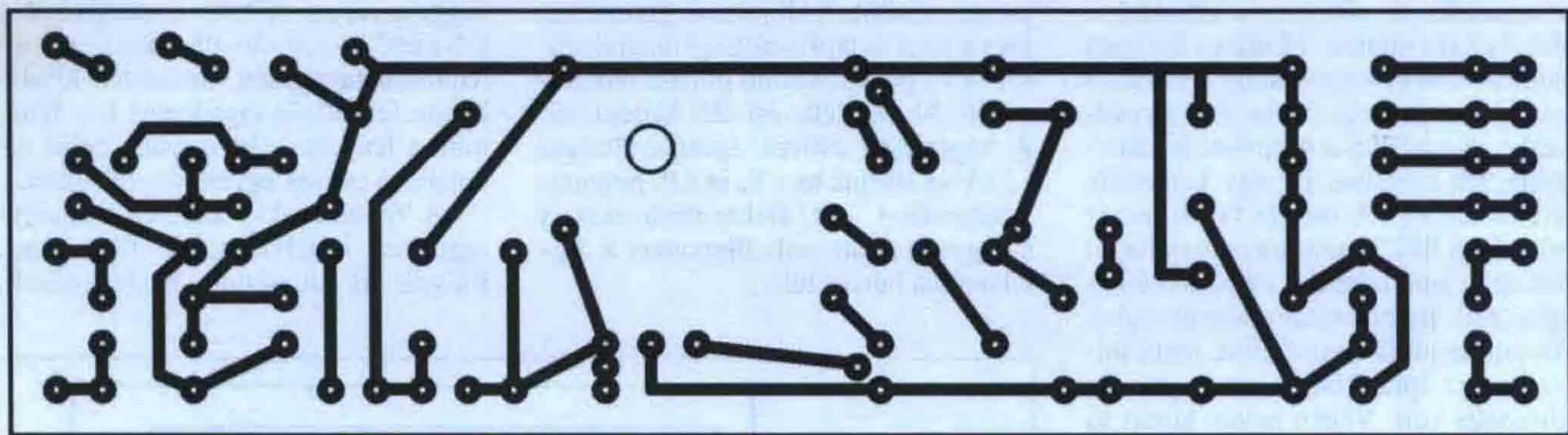
17. ábra. A balansz potencióméter bekötése

12,6 V-os fűtésüzeme a 4-es és az 5-ös csőlábakon lehetséges.)

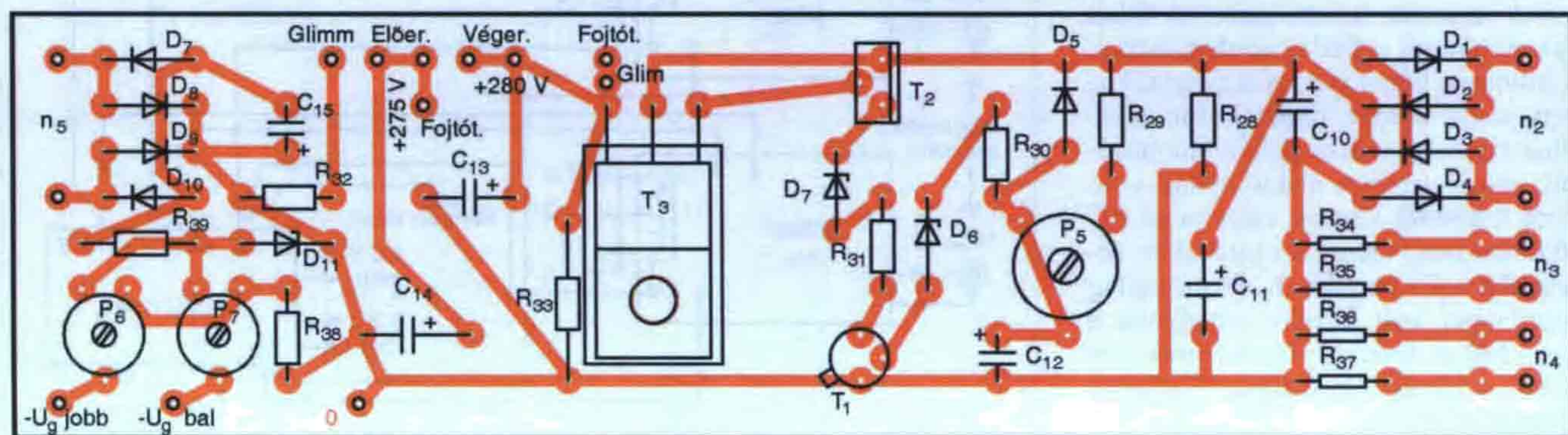
A V₃ pozíciójú végerősítőcsőhöz a kereskedelemben nem kapható nyákba beültethető oktál aljzat. A panelra ezért a huzalos bekötésű, bakelit vagy kerámia testtel gyártott foglalatok szerelhetők (kaphatók a HAM-bazárban). Beépítésük a következő. Lombfűrészrel Ø26 mm-es kivágást készítünk. A fólia oldaláról behelyezzük az aljzatos, majd két M3-as anyacsavarral a panelhoz rögzítjük.

A hangszín szabályozó P₁ és P₂, valamint a balansz szabályozó P₃ jelű potenciométere lineáris karakterisztikájú. (Ezt jelzi a potenciométer testén az értéke után írt A betűjelzés.) A balansz potenciométer bekötését a 17. ábrán láthatjuk.

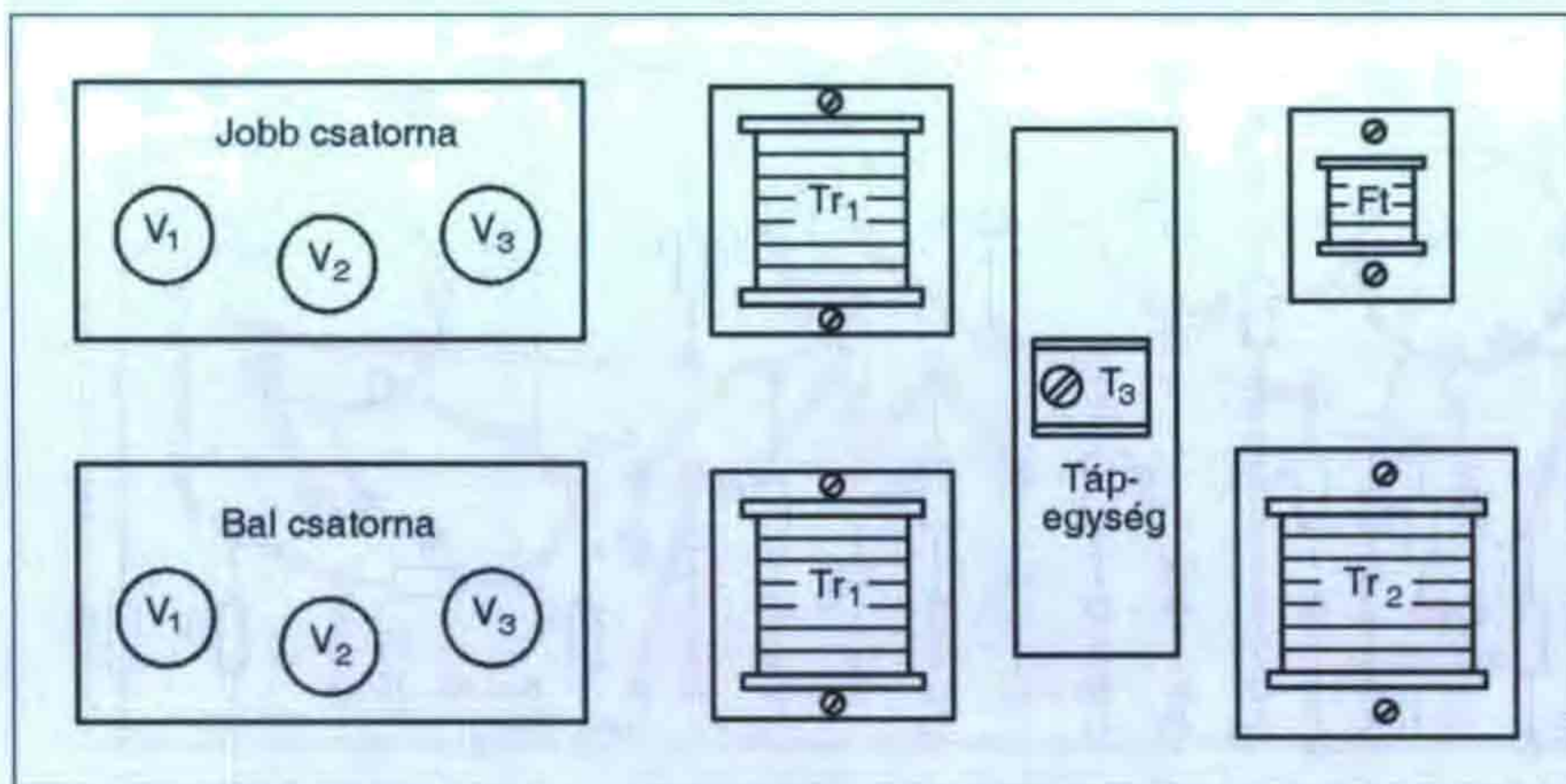
A tápegység fóliarajzát a 18. ábra, míg annak alkatrész-beültetését a 19. ábra szemlélteti. Az elektrolit kondenzátorok üzemi feszültségét tartjuk be. Helyezzünk a T₃ teljesítményfranzisztor és a hűtőfelület közé szilikonpasz-



18. ábra. A tápegység nyomtatási rajza



19. ábra. A tápegység nyomtatási rajza. C₁₆ a forrasztási oldalon szerelve!



20. ábra. Sztereó Single-ended paneljainak elhelyezése

tával bevont csillámlemezt. A rögzítő-csavart is szigetelő alátettel kell ellátni! Ezzel a megoldással elkerüljük, hogy a hűtőfelület tápfeszültségen legyen.

Az erősítő mechanikájának elkészítését olvasóimra bízom. Ne feledkezünk meg arról, hogy az elektroncsöves áramkörök nagy impedanciásak, ezért szükséges a jó fémes árnyékolás. Egy példa: Az egyik ismerősöm a 2005-ös RT Évkönyv 13 W-os erősítőjét precízen megépítette. A berendezésből „látvány” erősítő lett. A hálózati transzformátor a táppanellal középre került, ettől szimmetrikusan elhelyezve két oldalt a jobb és bal csatorna. Miután a hálózati transzformátorokat alacsony B értékkel számolom, az nem vitt be zajt a rendszerbe. Az erősítő a 4 mm-es fredállemezre lett szerelve. Ez egy keményfa keretre feküdt fel, az alja farost lemez volt. „Vájt fül” barátunk nem tudta eltüntetni a nem jelentős, de hallható hálózati zajt. Belemászott a tápegységbe. Növelte az elkók kapacitását, majd fojtótekeresztet épített be. Sajnos a javulás minimális volt. Végén nálam kötött ki az erősítő. Az üdvözítő megoldás a következő volt. A fadóbozt háztartási alumíniumfóliával kellett kibélelni. (Palmatex ragasztót használjunk.) A fóliát összekötöttem a fredál hordozólappal. A brummot végül is az elektrosztatikus árnyékolás hiánya okozta. (Emlékezzünk vissza! A csöves rádiók fadóbozának alján téglalap alakú nyílás volt. Ezen keresztül lehetett cserélni az RC alkatrészeket, mérni a csőlábakon feszültséget. Ez a nyílás 3...4 mm vastag papírlappal volt lefedve, amelynek a belső fele alufóliával volt bevonva, ami forrfül segítségével a sasszi földjéhez kapcsolódott.)

A panelok elhelyezését a 20. ábra mutatja. Huzalozzuk össze a sztereó

erősítőt. Az erősítők huzalozásánál kerülni kell a földhurkok kialakulását. Ezek zúgást okoznak, egyszerre jelenik meg az 50 Hz-es és a kétutas egyenirányításból eredő 100 Hz-es brumm/zaj komponens. Jól bevált huzalozás látható a 21. ábrán látható. (A „Rádiótechnika” folyóirat 2003/11. ... 2004/1. számaiban ábrákkal illusztrált konstrukciós tanácsokat adok az erősítők mechanikai kialakításához. Ezek a lapok megvásárolhatók a HAM-bazárban.)

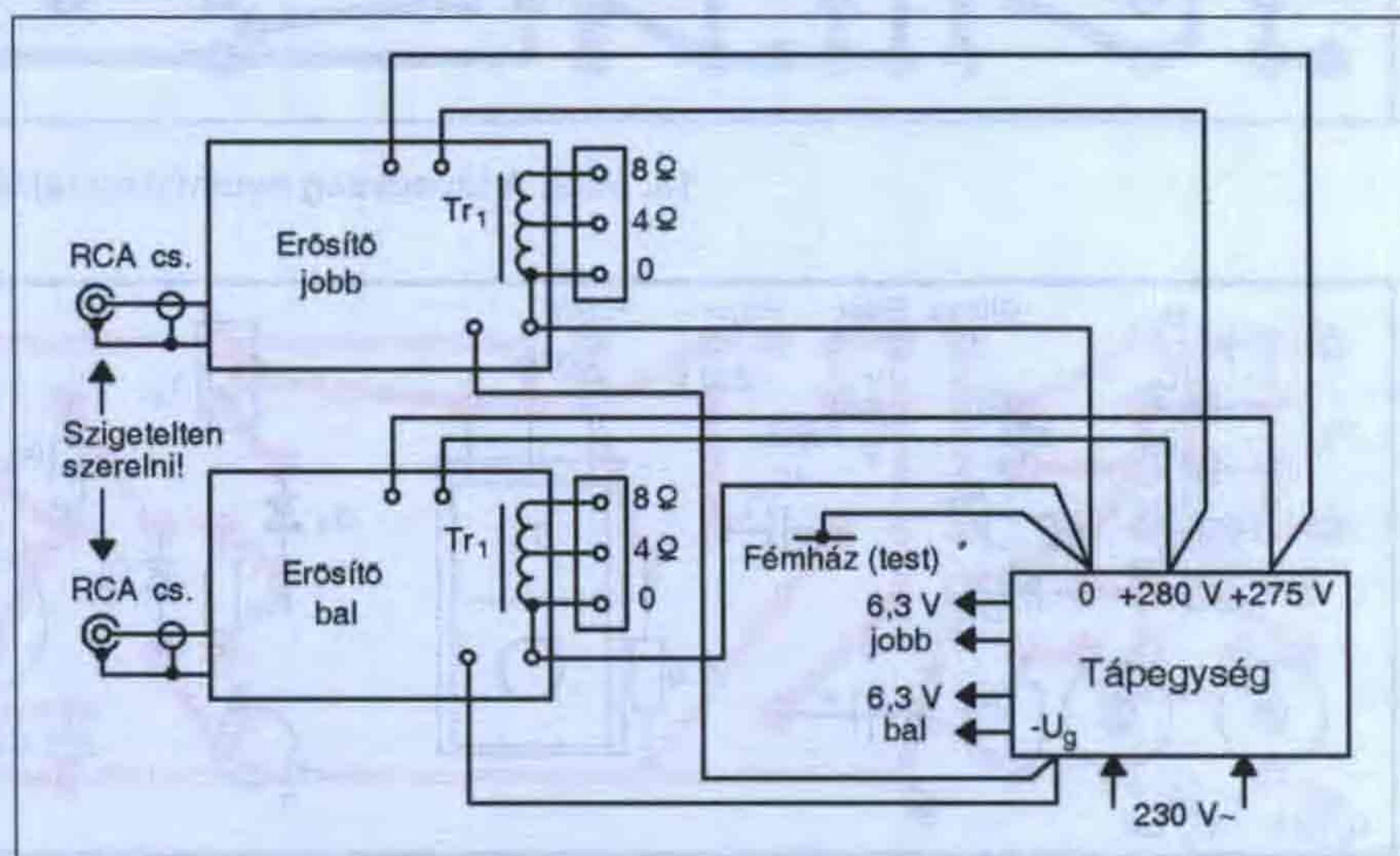
Az élesztést a tápegységgel kezdjük. Elektroncsövek nélkül bekapcsoljuk az erősítőt. A G1 jelzésű glimmlámpa fénye jelzi a tápfeszültség megjelenését. A P₅ pozíciószámú potenciométerrel kb. 30 s késleltetési időt állítunk be. A végerősítő csövek rácsfeszültségét -22 V-ra állítjuk be a P₆ és a P₇ potenciométerekkel. Az elektroncsöveket a tápegység kikapcsolt állapotban a foglataikba helyezzük.

Zárjuk a K₂ kapcsolót, a késleltetési idő elteltével begyújt a glimmlámpa, a kimeneten megjelenik a tápfeszültség. Névleges (230 V) hálózati feszültségnél a kapcsolási rajzon megadott értékeket mérhetjük. Jó tudni a következőket. Az elektroncsöves erősítő az anódtápfeszültség változására kevésbé érzékeny, mint a félvezető utódjai. Tehát ±10 ... 20 V-os eltérés nem okoz lényeges változást a kimenő paraméterekben. Az előerősítő és a hangszínszabályozó fokozatban több erősítőcső típusát adtam meg, amelyeknek adatai hasonlóak, de nem mindenben egyeznek meg. Az anódfeszültségben néhány tíz voltos eltérés előfordulhat. Az erősítést a fokozatonkénti negatív visszacsatolás állítja be, ennél fogva a bemeneti érzékenységben és az egyéb adatokban sem lehet lényeges változás a különböző csőtípusok esetén.

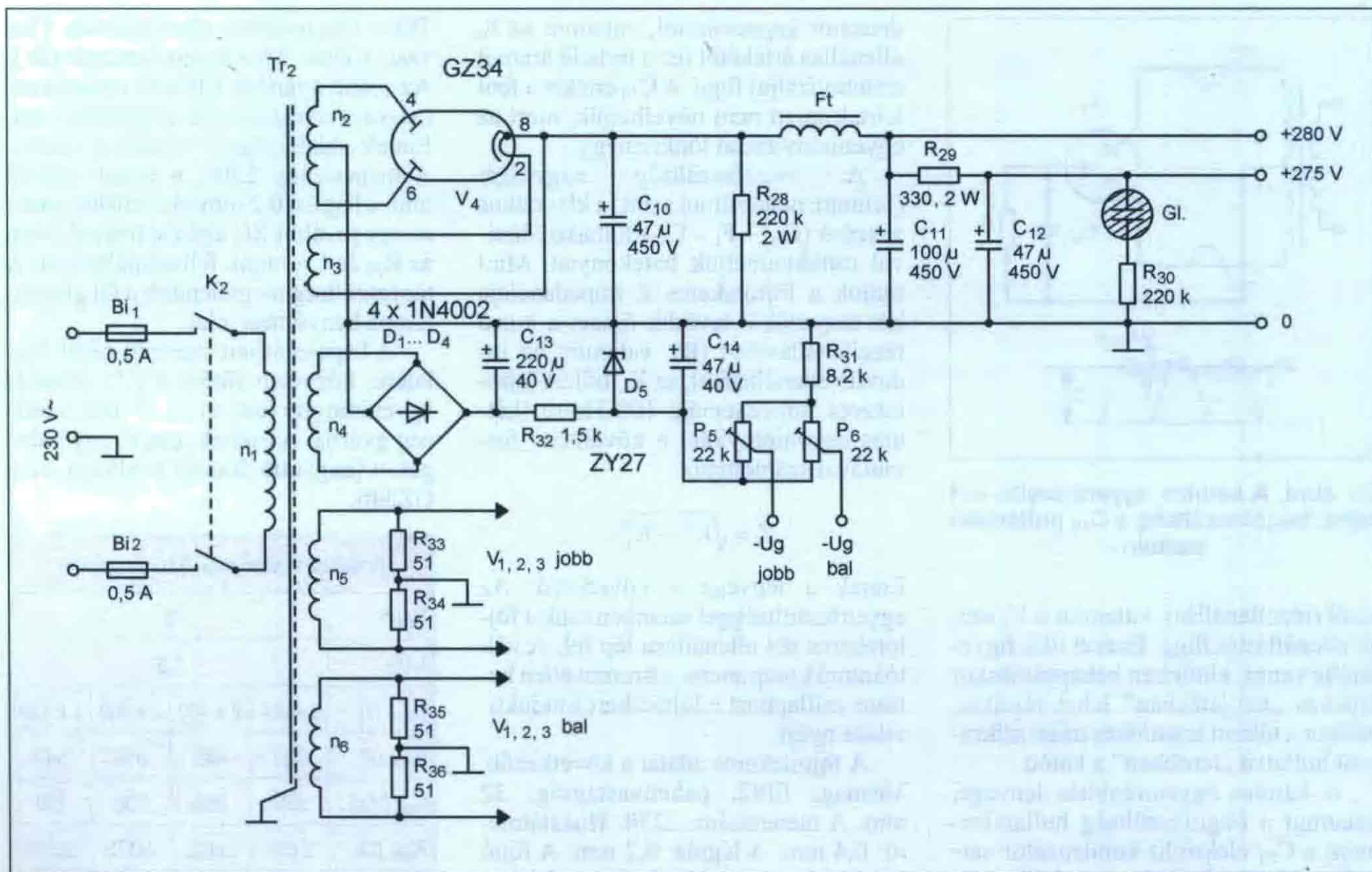
Elektroncsöves tápegység

Olvasóim évek óta ostromolnak azzal a kéréssel, hogy közöljek olyan kapcsolást, amelyben a tápegység is elektroncsöves. Az erősítő szempontjából olyan tápegység az ideális, amelynek kicsi a belső ellenállása. A kivezérlés függvényében változó áramfelvétel a félvezető egyenirányító, kis belső ellenállású tápegység kimenetén kisebb kapocsfeszültség-ingadozást hoz létre, mint a lényegesebb nagyobb belső ellenállású csöves egyenirányítósokon.

A '60-as évektől kezdték a tápegységekben a félvezetőket alkalmazni. Először az alumínium házba préselt,



21. ábra. Sztereó Single-ended huzalozási rajza



22. ábra. A GZ34 csöves tápegység kapcsolási rajza

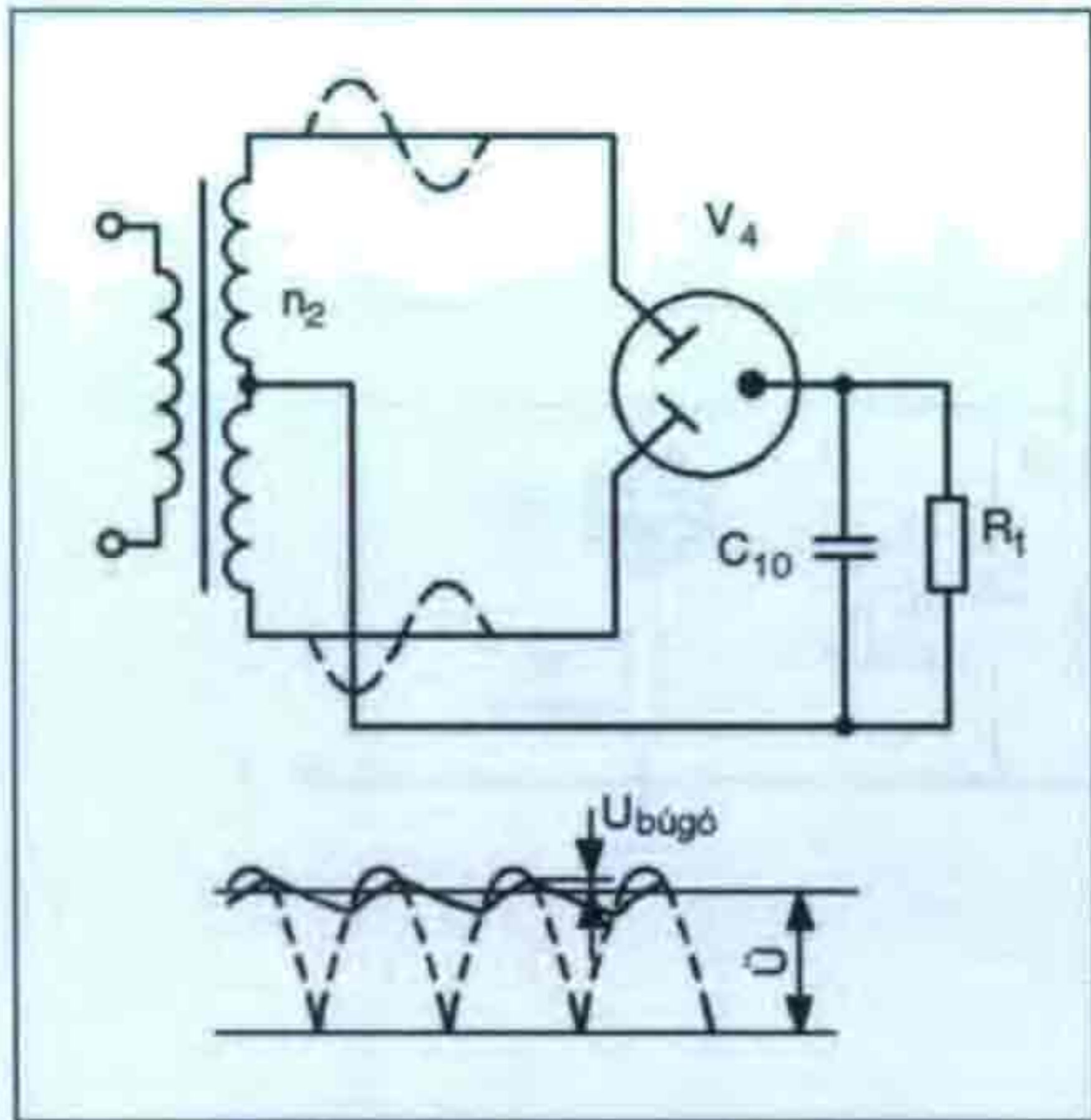
szelén alapú Graetz-hidak terjedtek el. A Siemens, a Soral, a magyar Konverta típusai voltak nálunk a legismertebbek. Ezeknek a belső ellenállása kisebb volt, mint az elektroncsöveké. Aztán a félvezető-gyártás fejlődésével megjelentek először a germánium, majd később a szilícium alapanyagú egyenirányító diódák. Ezekkel az elektroncsövekhez képest nagyságrendekkel jobb tápegységet lehetett készíteni. Belső ellenállásuk (nyitó irányú ellenállásuk) lényegesen kisebb, mint az elektroncsöveké. A bekapcsoláskor létrejövő áramlökések, amely abból adódik, hogy az első szűrő, a puffer elektrolitkondenzátort fel kell tölteni, ezek a félvezetők könnyedén elviselik. A mindenki által ismert 1N4000-es sorozat diódáinak folyamatos átlagárama 1 A. Viszont bekapcsoláskor 10 ms ideig 50 A-es csúcsáramot is képesek elviselni! A hálózati transzformátor primer és szekunder tekercse rézhuzalának ellenállását figyelembe véve nagy kapacitású puffer elektrolitkondenzátort alkalmazhatunk. Ezzel csökken a tápegység belső ellenállása, valamint a bűgőfeszültség.

A félvezetős egyenirányítók hibája, hogy a bekapcsolás után rögtön megjelenik a tápfeszültség. Az elektroncsö-

vek felfűtéséhez idő kell, minél nagyobb a katód tömege, annál több. A végerősítő csövek vannak ebből a szempontból a legrosszabb helyzetben. Amennyiben nem késleltetjük a tápfeszültség megjelenését a felfűtéshez képest, az elektroncsövek élettartama drasztikusan lecsökken. A '60-as évek EMG elektroncsöves műszereiben (Type-1546 oszcilloszkóp stb.) a csövek üzemidejének megnövelése miatt alkalmazták a tápfeszültség késleltetett bekapcsolását.

Az elektroncsöves tápegység egyetlen előnye, hogy ez a fent leírt probléma nem létezik. Az egyenirányító cső katódjának tömege hasonló a végerősítő cső katódjához, ennek köszönhetően a tápfeszültség akkor jelenik meg, mikor a végerősítő cső is üzemképes. Az egyenirányítócső belső ellenállása nagyságrenddel nagyobb, mint egy szilíciumdiódáé. Ebből következik, hogy ezeknek a csöves tápegységeknek a belső ellenállása lényegesen nagyobb. Az „A” osztályú végerősítők áramfelvétele a kivezélés függvényében a nagyobb teljesítménynél kis mértékben nő. Az ilyen végerősítőknél az elektroncsöves tápegység jó működést biztosít, mert nincs nagy áramváltozás.

Az elektroncsöves tápegység kapcsolási rajza a 22. ábrán található. A kétutas egyenirányítás úgy jön létre, hogy a hálózati transzformátor középleágazással ellenfázisú szimmetrikus váltakozó feszültséget állít elő. A középleágazást a földre kötjük, a szekunder tekercsvégeket a V₄ duó- (kettős) dióda anódjaira. A két anódon felváltva folyik az áram, tehát kétutas egyenirányítást hoztunk létre. A bűgőfeszültség frekvenciája 100 Hz, nagysága függ a terhelő áramtól, valamint a szűrőláncban levő elektrolit kondenzátorok kapacitásától, a fojtótekercs inductivitásától. Akinek van elektroncső katalógusa, megnézheti, hogy az első szűrőkondenzátor értéke az egyes egyenirányító csöveknél mekkora lehet. A legtöbb elektroncsőnél 50 ... 60 µF. Van néhány kivétel, ilyen a 6X4 vagy a szovjet gyártású 5C4SZ, ahol az első elektrolit kondenzátor értéke kb. max. 10 µF lehet. Ez az alacsony érték a következőkből adódik. Az egyenirányító cső maximális áramát az anód, illetve katódfelület nagysága határozza meg. Bekapcsolás pillanatában a puffer (C₁₀) kondenzátor, mint rövidzár lép fel. Az egyenirányítócsövön átfolyó áram a hálózati transzformátor belső ellenállá-



23. ábra. A kétutas egyenirányító elvi rajza, bűgőfeszűltűség a C₁₀ pufferekűő sarkain

sától (rűzellenállás), valamint a V₄ belsű ellenállástól függ. Ezeket illik figyelembe venni, különben bekapcsoláskor érdekes „tűzijátékban” lehet részűnk, amikor a túlzott áramlűkűs miatt szikrasűt hullatva „lerobban” a katód.

A kétutas egyenirányítás lényege, valamint a bűgűfeszűltűség hullámformája a C₁₀ elektrolit kondenzátor sarkain a 23. ábrán láthatű. A hullámosság amplitűdűja a C₁₀ elektrolit kon-

denzátor kapacitűsától, valamint az R_t ellenállás értékétől (ez a terhelű áramot szimbolizálja) függ. A C₁₀ értékét a fent leírtak miatt nem növelhetűnk, mert az egyenirányítócsű tűnkremegy.

A bűgűfeszűltűség nagyságát (brumm, nűha zűmm szint) a klasszikus π-sűrű (C₁₀ – F_t – C₁₁) felhasználásával csűkenthetűnk hatékonyan. Mint tudjuk a fojtűtekerűs Z impedanciája két tényezűbűl tevűdik össze: a huzal rűzellenállásából (R), valamint az induktív ellenállásból, az X_L-bűl. A fojtűtekerűs impedanciája 100 Hz-re (kétutas egyenirányítás) a kűvetkezű formulával számolhatű:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Ennek a lényege a kűvetkezű. Az egyenfeszűltűséggel szemben csak a fojtűtekerűs rű ellenállása lép fel. A váltűáramű komponens, a brumm ellen hatásos csűllapítást a fojtűtekerűs induktívítása nyűjt.

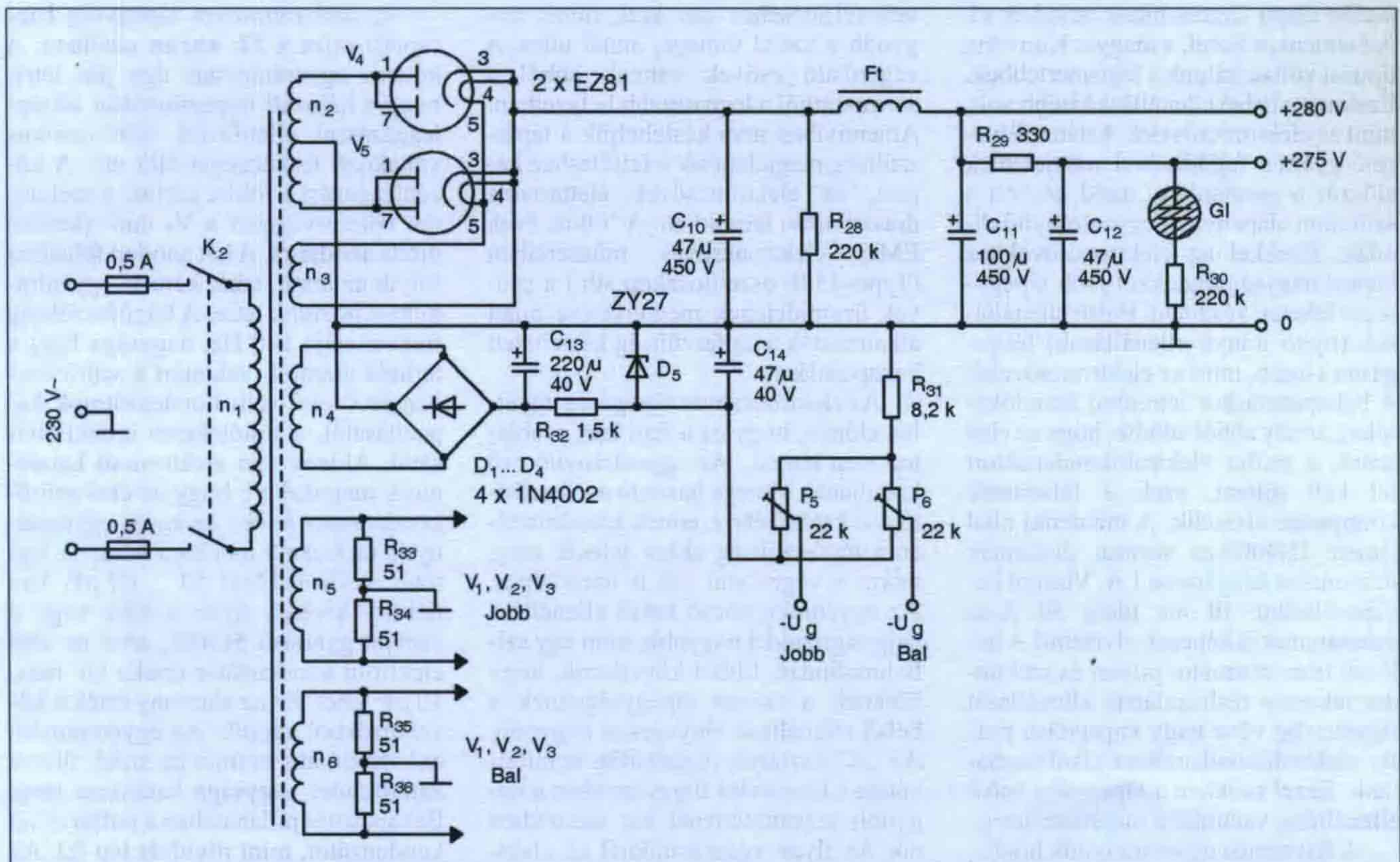
A fojtűtekerűs adatai a kűvetkezűk. Vasmag: EI82, pakettvastagsűg: 32 mm. A menetszám: 2250. Huzalátműrű: 0,4 mm. A légrűs: 0,2 mm. A fojtű induktívítása: 4...4,5 H. Ezt a fojtűtekerűset alkalmazták a korai VIDEO-

TON fekete/fehér televízűókban (Tavasz, Kűkes, Alba Regia, Benczűr stb.). Az újabb gyártásű EI84/26 típusű vasmagra is elkűszűthetűnk a fojtűtekerűset. Ennek ablaknyűlása valamivel kisebb. A menetszám: 2500, a huzal: Ø0,35 mm, a légrűs: 0,2 mm. Az erűsítű részűre egy további RC sűrűst hozunk létre az R₂₉ és C₁₂ tagok felhasználásával. A tápfeszűltűség megjelenűsét a G1 glimm-lampa benyűjtása jelzi.

A kapcsolásban szereplű oktál foglalatű, kűvetett fűtésű GZ34 (5AR4) egyenirányító csűvet a JJ Electronic cég gyártja. A csűnek létezűk egy váltűgatott (nagyobb áramű) példánya, ez a GZ34S.

A GZ34 elektroncsű fűbb adatai

U _t (V)	5			
I _t (A)	1,9			
U _{tr eff} (V)	2 x 300	2 x 400	2 x 500	2 x 550
U _{DCki} (V)	330	430	560	640
I _{DCki} (mA)	250	250	200	160
R _{trato} (Ω)	2x75	2x125	2x175	2x200
C _{puff.} (μF)	60			



24. ábra. A 2 x EZ81-es csűves tápegység kapcsolási rajza

Az elektroncsöves tápegységet megépítettem másik változatban is. A kapcsolási rajzát a 24. ábrán láthatjuk. Gyakorlatilag egyezik a 22. ábrán levő rajzzal. A különbség annyi, hogy két darab novál foglalató és nem 5 V-os, hanem 6,3 V fűtőfeszültségű, EZ81 típusú elektroncsövet tartalmaz. Ezek anódjai a nagyobb áramterhelhetőség érdekében párhuzamosan vannak kapcsolva. Az egyik periódusban a V_4 , míg a másikban a V_5 jelű cső egyenirányít.

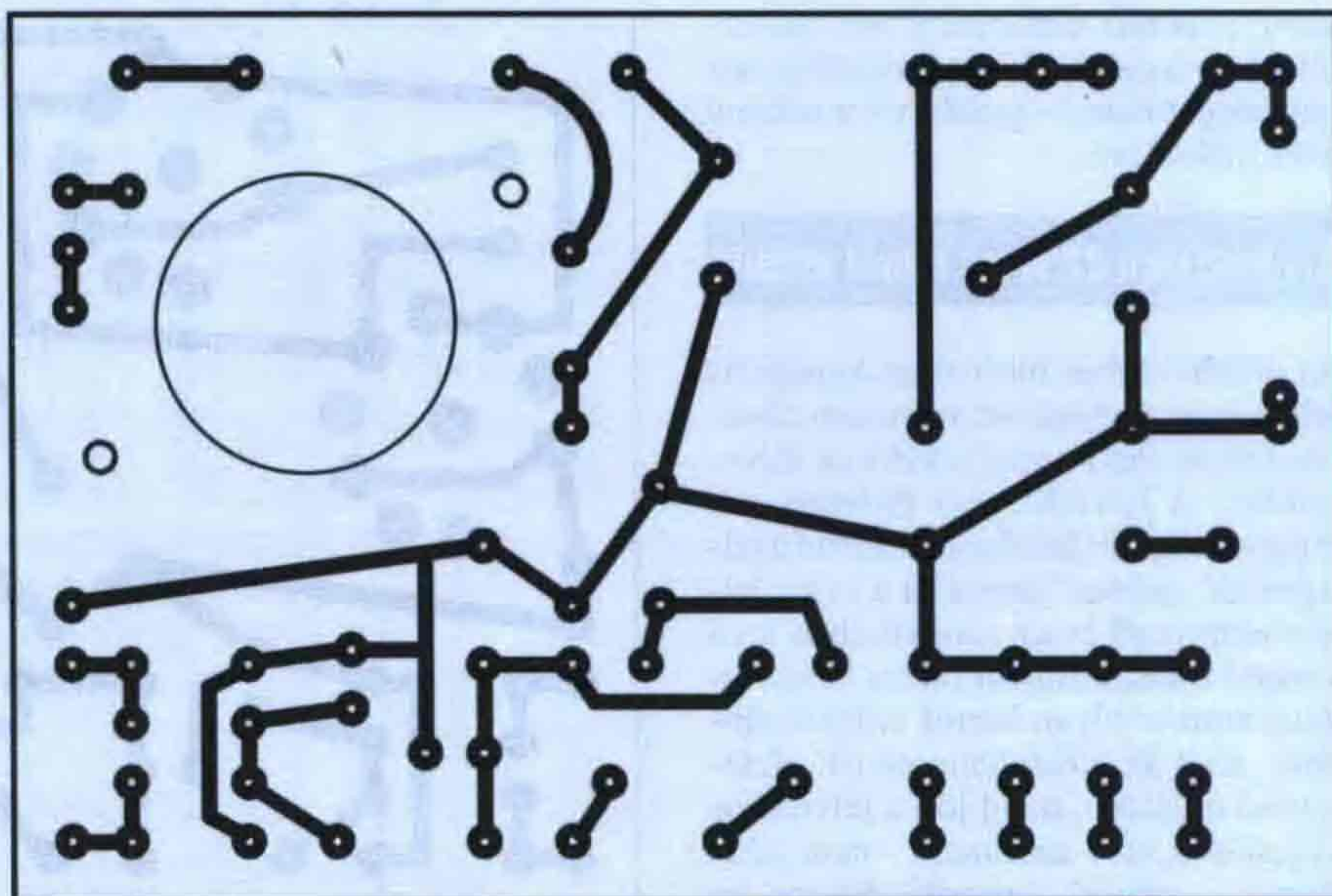
Az EZ81 elektroncső főbb adatai			
U_f (V)	6,3		
I_f (A)	1		
$U_{tr\text{ eff}}$ (V)	2 x 250	2 x 350	2 x 450
$U_{DC\text{ ki}}$ (V)	245	352	497
$I_{DC\text{ ki}}$ (mA)	160	150	100
R_{trafo} (Ω)	2x150	2x230	2x310
C_{puffer} (μF)	50		

Az adatok a 1966-os Philips „Electron Tube Handbook”-ból valók. Miután a kapcsolásban két EZ81 üzemel, az egyenirányított áram duplája a katalógusban megadott értéknek. Az R_{trafo} a transzformátor eredő huzallellállása, mely a bekapcsoláskor létrejövő áramlökést korlátozza. Gyakorlatilag ennek az értékét is felezhetjük. A kétsöves egyenirányítóról elmondhatjuk, hogy túlméretezett, ami a lényegesen hosszabb üzemórában, cső élettartamban realizálódik.

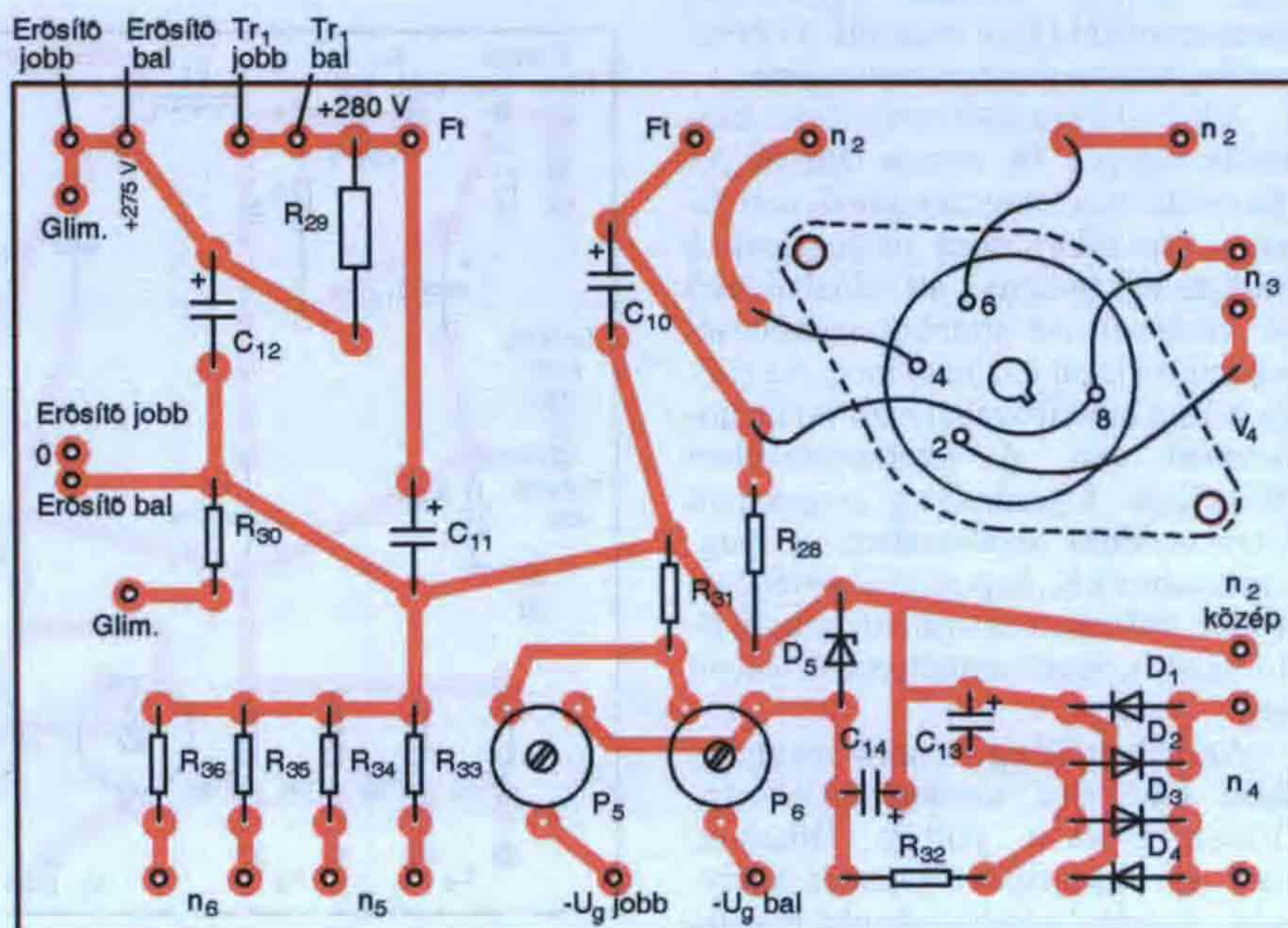
A GZ34 elektroncsővel felépített tápegység fólia rajza a 25. ábrán, annak alkatrész-beültetési rajza a 26. ábrán látható. A másik verzió, a $2 \times EZ81$ -gyel működő tápegység nyák-rajzát a 27. ábra mutatja.

A hálózati transzformátort elkészíthetjük EI vagy M formátumú lemezelt vasmagra, vagy hiperszil típusú tekercselt szalagmagra. A transzformátorok adatait a 6–8. táblázatban találhatjuk.

A GZ34 katódja és fűtőszála a csővön belül össze van kötve, az EZ81-es csőnél azt kívülről kötjük össze. A gyártók megadják a fűtőszál és a katód között megengedett maximális feszültségkülönbséget. A szigetelés vegytiszta alumíniumoxid, amelyet a fűtőszálra csapatnak ki. A fűtőszál a katód- (nikkel-) cső belsejében helyezkedik el. A katódcső alkáli földfémek vegyületeivel van bevonva, amely emiatt viszonylag alacsony hőmérsékleten is jelentős elektron-kibocsátásra képes. Az üzem-



25. ábra. A GZ34-es tápegység nyák-rajza



26. ábra. A GZ34-es tápegység alkatrész-beültetése

órak növekedésével a wolfram fűtőszálból elpárolgó részecskék beépülnek az alumíniumoxid szigetelésbe, jelentősen csökkentve ennek hatását. A konstruktőrök ezért összekötötték a fűtőszálakat a katóddal. Az egyenirányítócsövet emiatt külön fűtőtekercsről kell fűteni, melyet megfelelően el kell szigetelni a többi tekercstől!

Az elektroncsöves tápegységnél nagyobb eltérések lehetnek a kimenőfeszültségénél, mert az egyenirányítócsövek (soros, nyitóirányú) ellenállása változó. (A használt elektroncsöveknél

nagyobb.) Emiatt a tápfeszültség némileg eltérhet a kapcsolási rajzon megadott értékektől. Ennek nincs különösebb jelentősége, tápfeszültség csökkenésnél néhány tized wattal csökken a kimenő teljesítmény.

A végerősítőcsövek előfeszültségét természetesen a csöves tápegységnél is ugyan úgy állítjuk be a megfelelő trimmerekkkel, ahogyan azt a félvezetős tápnál már fentebb leírtam.

Végezetül egy jó tanács. Dönteni kell, hogy a GZ34 vagy a $2 \times EZ81$ -es tápot építjük meg! Javaslatom a követ-

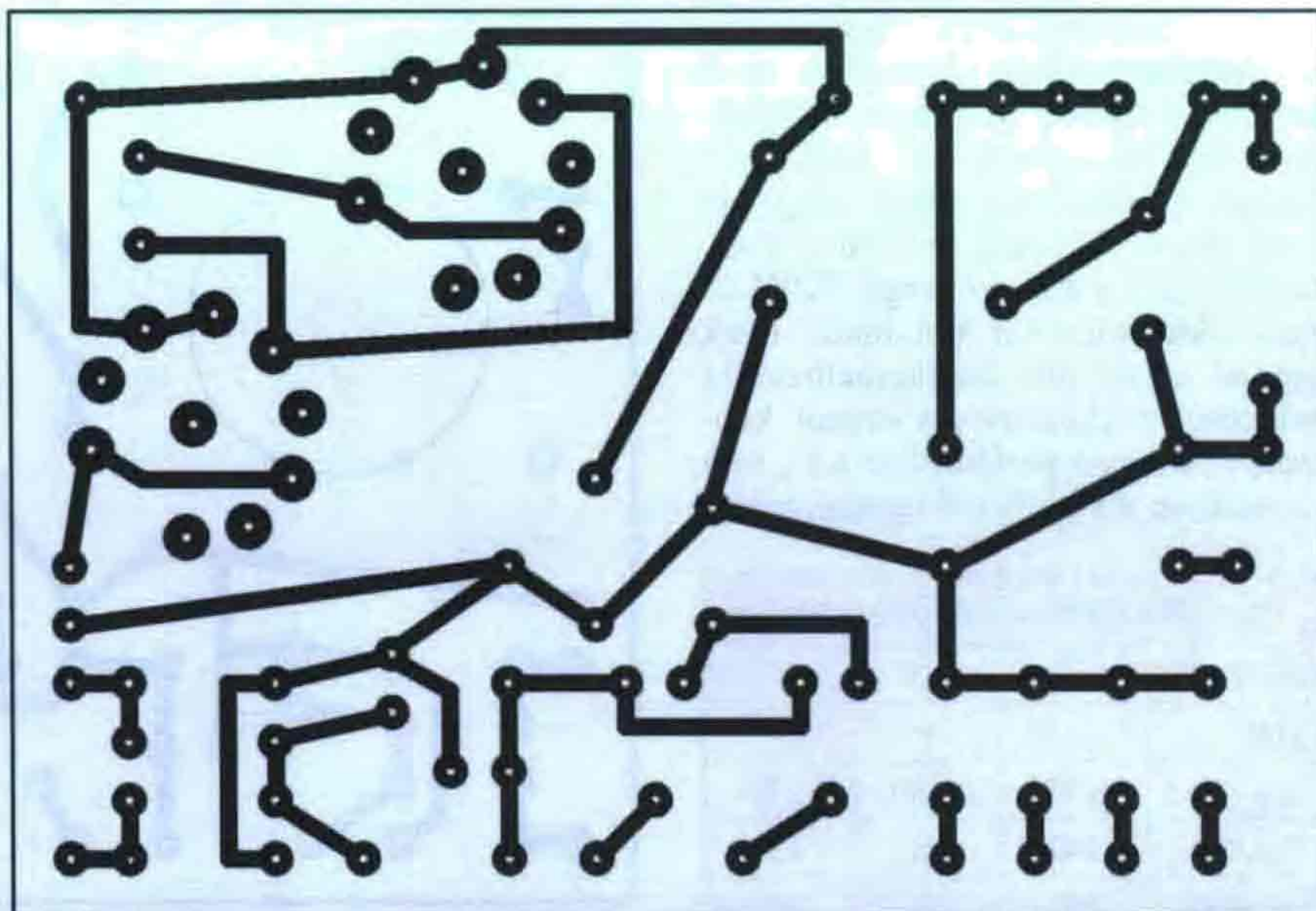
kező: Amelyik elektroncsőből van tartalékban legalább két garnitúránk, azt kell megépíteni, – gondolva a néhány éves működésre.

Kis torzítású 22 W-os hibrid erősítő

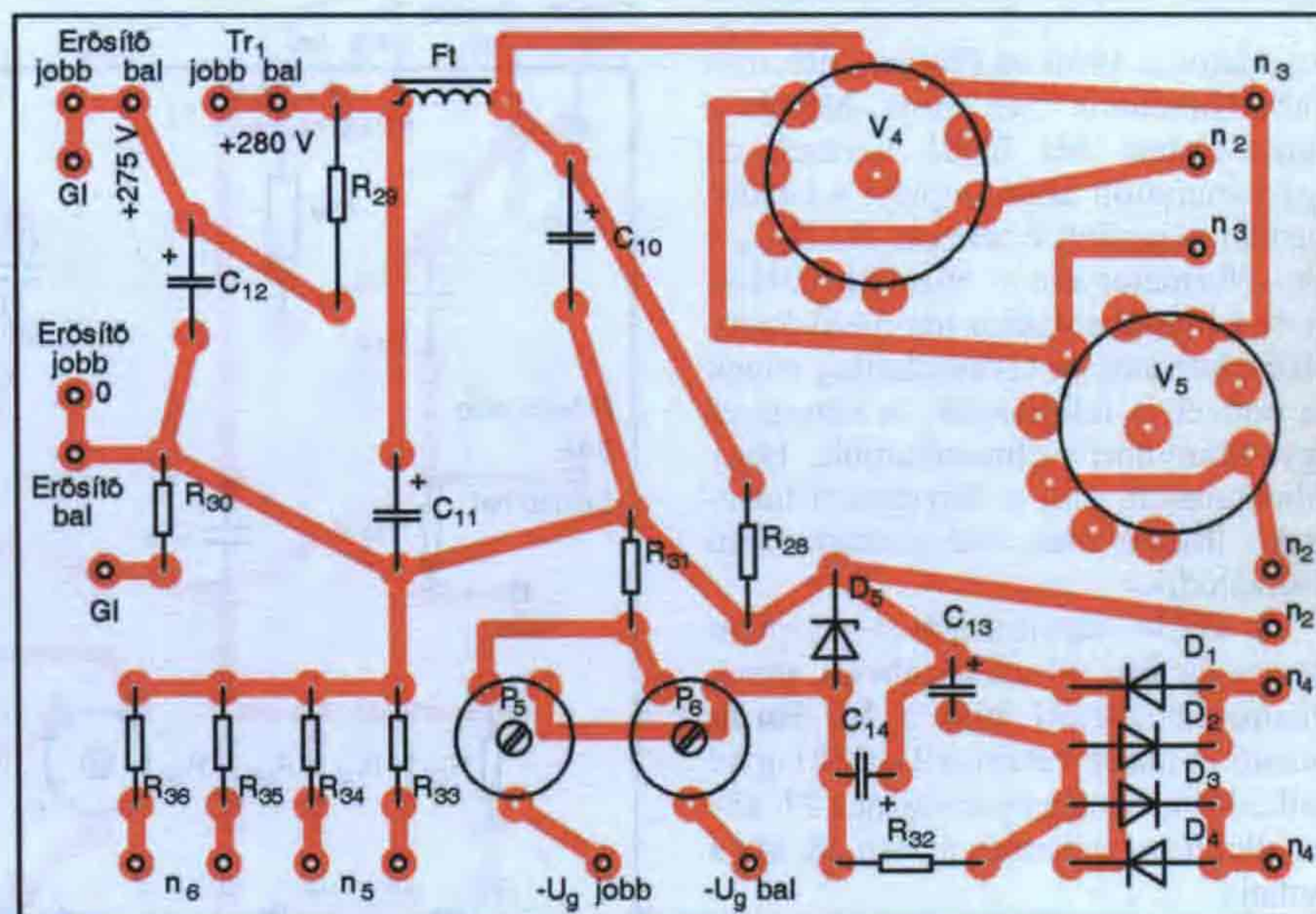
Az utóbbi időben több olyan kapcsolás jelent meg, melyekben vegyesen alkalmazták az elektroncsöveket és a félvezetőket. A következőket érdemes végiggondolni. Véleményem szerint a jellegzetes „csöves” hangzást a végerősítő elektroncső és az anódkörében levő kimenő transzformátor hozza létre. Vagyis, amikor olyan hibrid erősítőt építünk, ahol az erősítőlánc elején elektroncső található, majd jön a félvezetős végerősítő, ott – szerintem – nem jöhet létre a „csöves” hangzás. Sajnos az interneten számtalan ehhez hasonló kapcsolás található. Itt jegyzem meg, hogy néhány közülük egyszerűen üzemképtelen! (Erre mondták 30 évvel ezelőtt, hogy a papír mindent kibír...)

A hibrid felépítésű hangerősítő kapcsolási rajza a 29. ábrán látható. Az előerősítő és a hangszínszabályozó fokozat kapcsolási rajza megegyezik a 2008-as RT Évkönyv 49. oldalán levő 24. ábrával. Az áramkör működésének leírása is ott található meg. Az eltérés a P₄ hangerő-szabályozó potenciométernél van. A mintapéldányban 100 kΩ-os, logaritmikus, megcsapolt potenciométert alkalmaztam. A megcsapoláshoz a K₃ kapcsoló segítségével egy RC hálózatot aktiválunk, amely fiziológiai hangerő-szabályozást valósít meg.

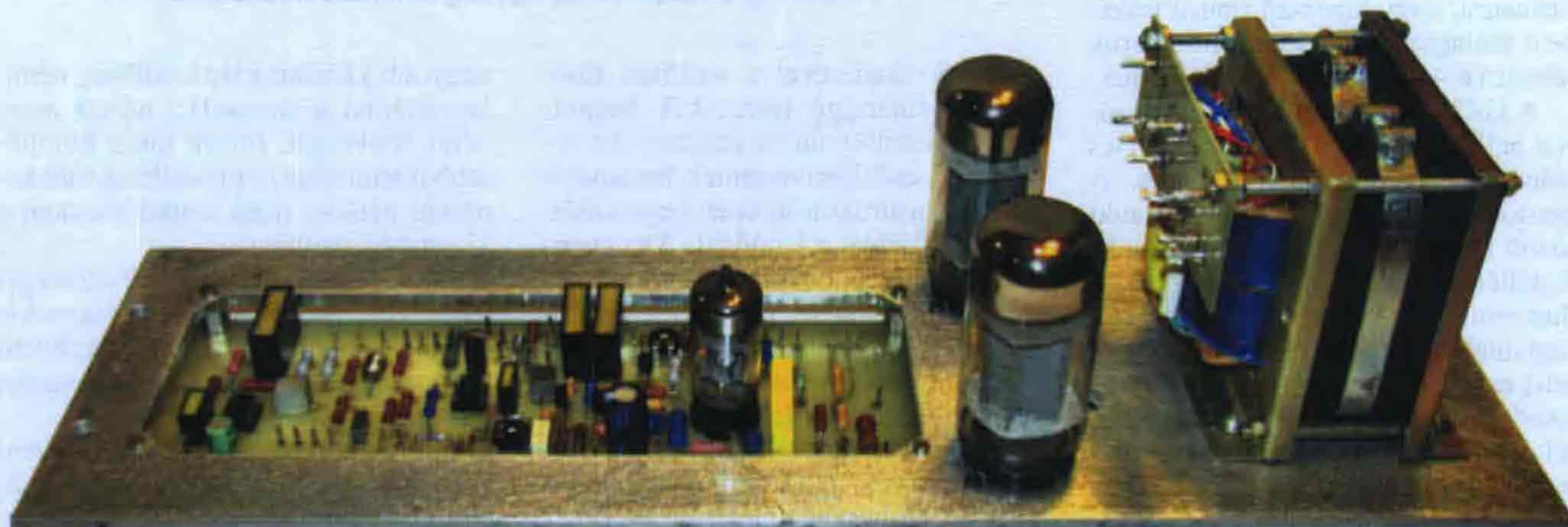
Az emberi fül egy, sajnos, meglehetősen tökéletlen szerkezet. Az ún. Fletcher–Munson görbén láthatjuk, hogy kis hangerőnél jelentős mélyhang-, és annál kisebb mértékű magashang-emelés szükséges a nagy hang-

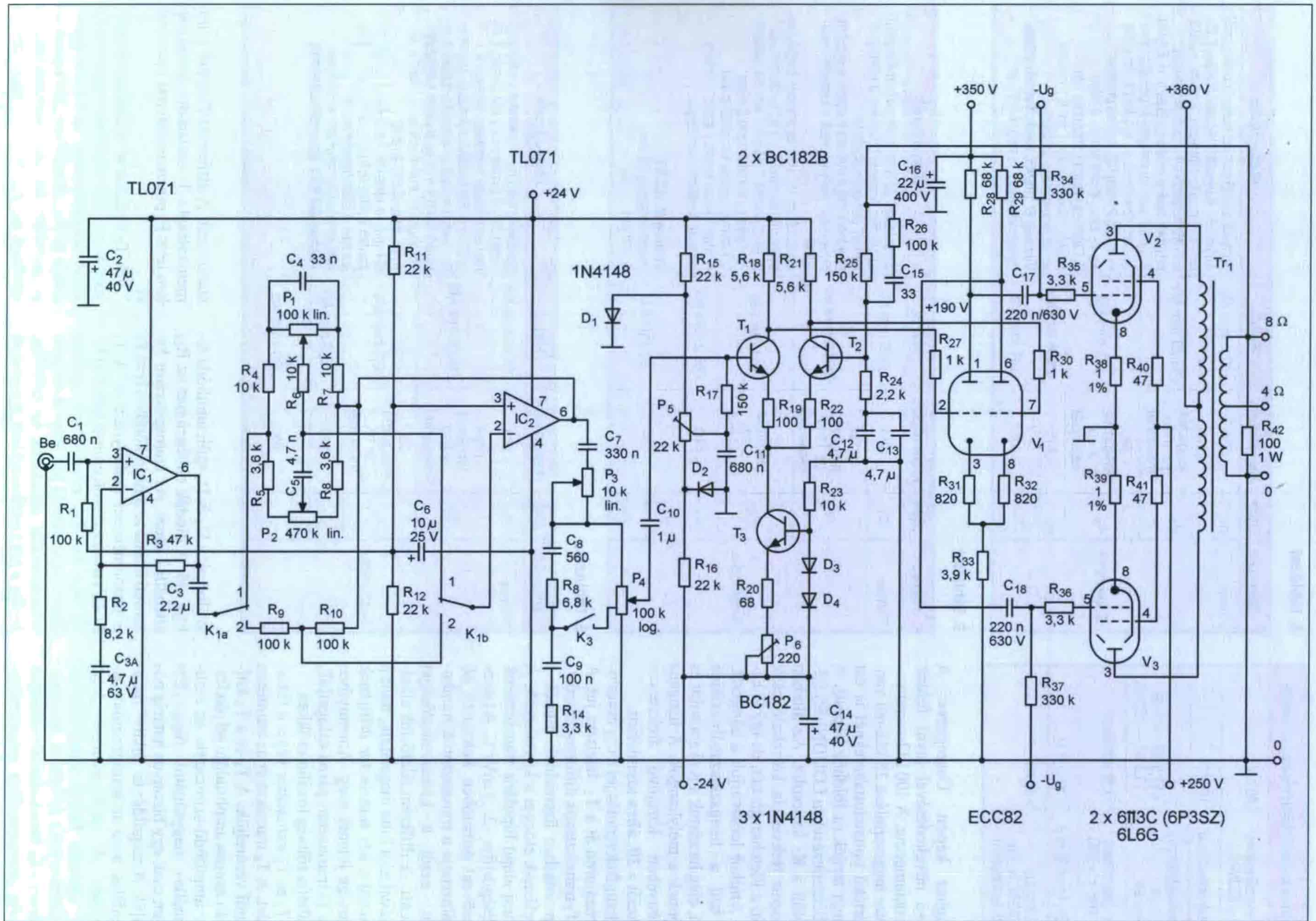


27. ábra. A 2 x EZ81-es tápegység nyák-rajza



28. ábra. A 2 x EZ81-es tápegység alkatrész-beültetése





29. ábra. A 22 W-os hibrid erősítő kapcsolási rajza

A hibrid erősítő főbb műszaki adatai	
Bementi érzékenység ($P_{ki} = 22$ W-nál)	60 mV
Bemeneti impedancia	100 k Ω
Hangszínszabályozás 20 Hz-en 20 kHz-en	+17,5 dB...-18 dB +13,3 dB...-13,3 dB
Kimenő teljesítmény ($f = 1$ kHz, $k > 2\%$).	22 W szinuszos
Névleges kimeneti imp.	4 vagy 8 Ω
Jel-zaj viszony ($P_{ki} = 22$ W, K_1 kapcsoló 2-es állásban)	-68 dB

erősséghez képest. Összegezve: A hangerő növekedésével javul fülünk frekvenciamenete. A 100 k Ω -os potenciométer megcsapolása 25 k Ω -nál van. Más értékű potenciométereknél is ezt az arányt tartják (a földhöz képest). A gyári berendezéseken LOUDNESS felirat jelöli a K_3 kapcsolót. Az általam létrehozott frekvencia korrekció csak közelíti a Fletcher-görbét, de így is hatásos. Amikor lecsavarjuk a hangerőt, nem kell a hangszínszabályozóhoz nyúlni, elég ha zárjuk a K_3 kapcsolót és megjönnek a mélyhangok. A hangerő függvényében létrejövő frekvencia korrekciót a **30. ábra** szemlélteti.

A hangfrekvenciás jel a C_{10} csatoló-kondenzátoron át a T_1 bázisára jut. A T_1 és T_2 tranzisztorok differenciálerősítő kapcsolásban üzemelnek. Ennek a kapcsolásnak előnyei a következők. A szilícium alapú bipoláris tranzisztorok feszültségdriftje $-2...3$ mV/ $^\circ$ C. A (részben csöves) erősítőben keletkező hő megváltoztatja a tranzisztorok munkapontját, ezzel a kivezérelhetőséget csökkenti. A differenciálerősítő alkalmazásával ez a hiba megszűnik, mert a kimeneten a két tranzisztor driftjének különbsége jelenik meg. Amennyiben a T_1 és T_2 tranzisztort párba válogatjuk, ez a hibafeszültség tovább csökken.

A T_1 és T_2 tranzisztor végzi a fázisfordítást. A T_2 tranzisztort az emitterén keresztül vezéreljük. A T_1 és a T_2 kollektorán azonos amplitúdójú jel jön létre. Az amplitúdó-szimmetria az emitterellenállás nagyságától függ. Ezt azonban csak egy bizonyos határig növelhetjük. A megoldás az „aktív” munkaellenállás, azaz az áramgenerátor alkalmazása. A szakirodalom „long tailed” (hosszú farkú) kapcsolásként tartja számon ezt a felépítést. Az áramgenerátort a T_3 tranzisztorral valósítjuk meg. Az áramgenerátor referenciafe-

6. táblázat

Tekeracs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	885	$\varnothing 0,5$ mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer tekercsen 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön a $\varnothing 0,2$ mm Mz huzalból tekercselt árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,1 mm-es prespán szigetelést helyezünk el. Következik az n_2 tekercs. Az n_2 és n_3 között 2 réteg 0,1 mm-es prespán. Az n_3 és n_4 között szintén 2 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. A többi tekercs között 1 sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag EI 106/45, bővített ablaknyílású. Pakettvastagság 45 mm, $A=13$ cm ²
Szekunder	n_2	2040, leágazás az 1020. menetnél	$\varnothing 0,28$ mm Mz	
	n_3	26, leágazás a 20. menetnél	$\varnothing 1$ mm Mz	
	n_4	115	$\varnothing 0,2$ mm Mz	
	n_5	26	$\varnothing 1$ mm Mz	
	n_6			

7. táblázat

Tekeracs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	884	$\varnothing 0,5$ mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer tekercsen 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön a $\varnothing 0,2$ mm Mz huzalból tekercselt árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,1 mm-es prespán szigetelést helyezünk el. Következik az n_2 tekercs. Az n_2 és n_3 között 2 réteg 0,1 mm-es prespán. Az n_3 és n_4 között szintén 2 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. A többi tekercs között 1 sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag M 102/35 Pakettvastagság 35 mm, $A=12$ cm ²
Szekunder	n_2	2034, leágazás az 1017. menetnél	$\varnothing 0,28$ mm Mz	
	n_3	24, leágazás a 20. menetnél	$\varnothing 1$ mm Mz	
	n_4	110	$\varnothing 0,2$ mm Mz	
	n_5	24	$\varnothing 1$ mm Mz	
	n_6			

8. táblázat

Tekeracs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	780	$\varnothing 0,45$ mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer tekercsen 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön a $\varnothing 0,2$ mm Mz huzalból tekercselt árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,1 mm-es prespán szigetelést helyezünk el. Következik az n_2 tekercs. Az n_2 és az n_3 között 2 réteg 0,1 mm-es prespán. Az n_3 és az n_4 között szintén 2 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. A többi tekercs között 1 sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag SM 85/a hiperszil szalagmag
Szekunder	n_2	1794, leágazás a 897. menetnél	$\varnothing 0,28$ mm Mz	
	n_3	23, leágazás a 18. menetnél	$\varnothing 1$ mm Mz	
	n_4	100	$\varnothing 0,2$ mm Mz	
	n_5	23	$\varnothing 1$ mm Mz	
	n_6			

szültségét a D_3 és D_4 szilíciumdióda állítja elő. A diódák előfeszítését az R_{23} ellenállás végzi. Az áramgenerátor kimeneti árama az emitterkörében levő P_6 potenciométerrel szabályozható. A T_1 és a T_2 tranzisztorok emitterkörében levő R_{19} és R_{22} ellenállások sarkain áramvisszacsatolás jön létre. A negatív visszacsatolás csökkenti az erősítést, javítja a fokozat linearitását, a termikus

stabilitását. A differenciálerősítő szimmetrizálását a T_1 tranzisztor báziskörében levő P_5 potenciométerrel végezzük el.

A T_2 tranzisztor bázisában negatív visszacsatolást valósítunk meg a Tr_1 kimenő transzformátor szekunder tekercsről az R_{25} ellenálláson át. Hasonlóan a „normál” műveleti erősítőkhöz, az erősítést az R_{25} – R_{24} ellenállás aránya

Csőves és tranzisztoros hangerősítők

JOHN LINSLEY HOOD

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

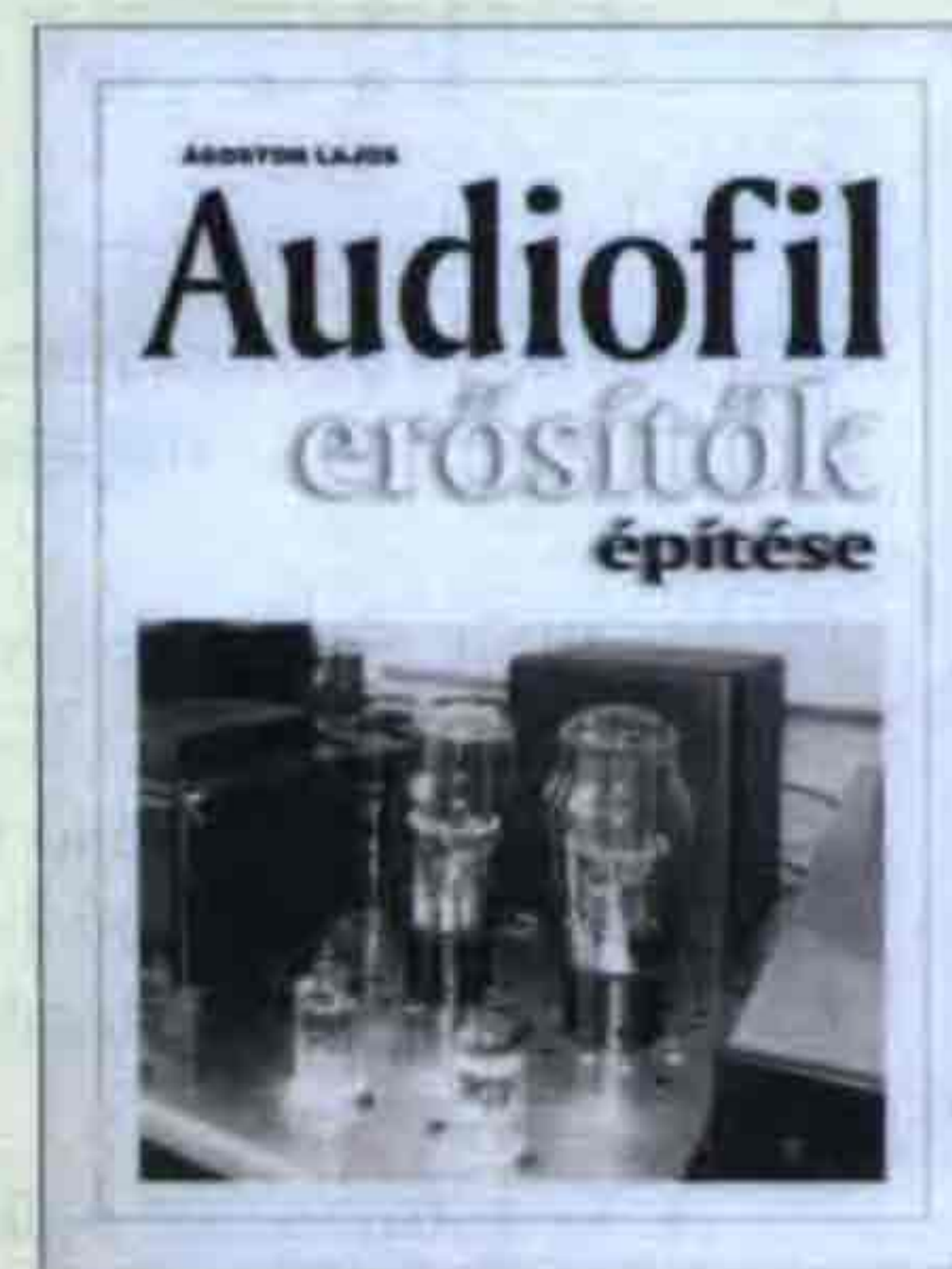
Ára: 3950 Ft (+ postaköltség).

Audiofil erősítők építése

ÁGOSTON LAJOS

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

Ára: 4490 Ft (+ postaköltség).



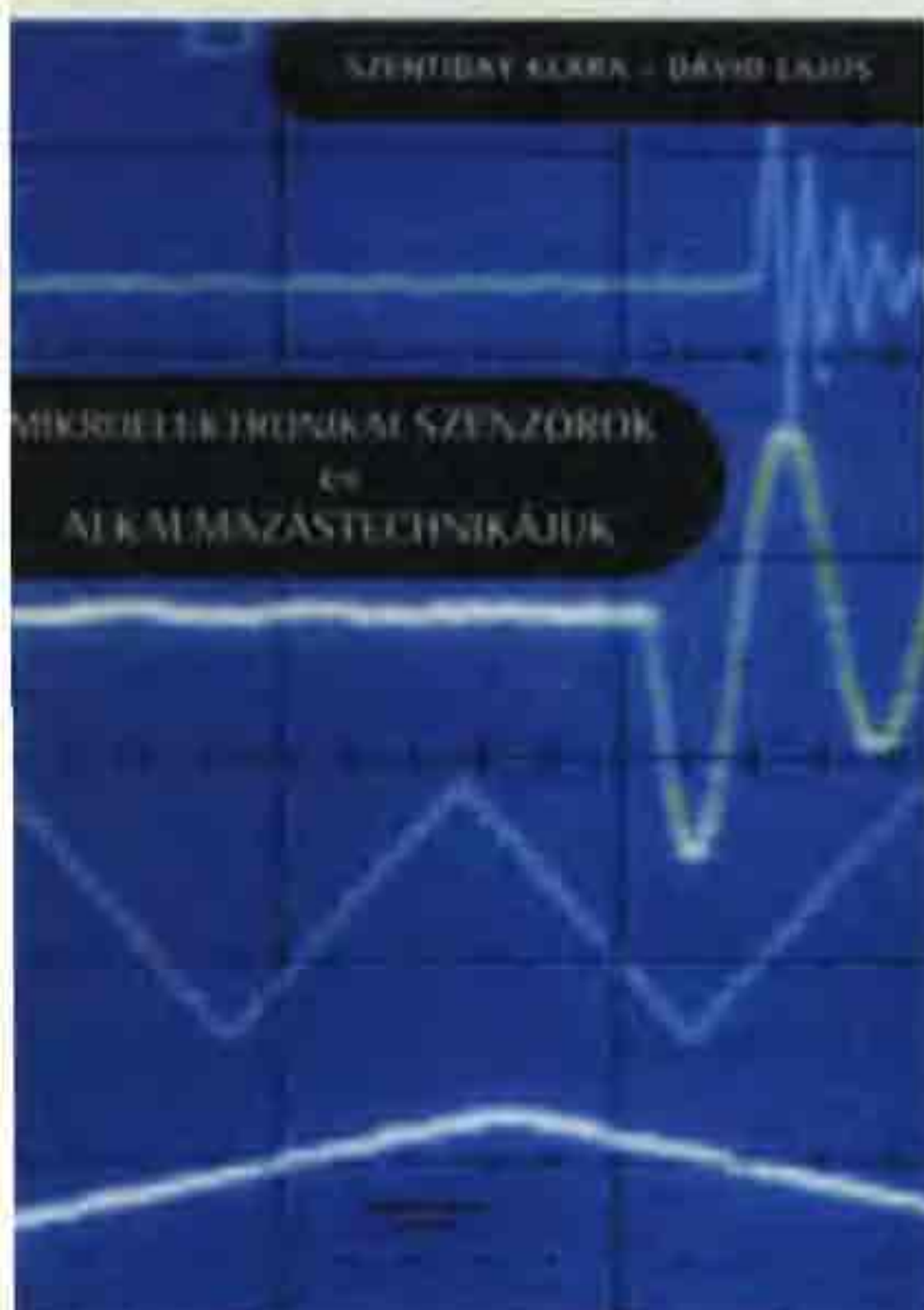
Mikroelektronikai szenzorok és alkalmazástechnikájuk

SZENTIDAY KLÁRA – DÁVID LAJOS

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

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

Ára: 2950 Ft (+ postaköltség)



Információ- és képmegjelenítő eszközök

SZENTIDAY KLÁRA – MÉSZÁROS SÁNDOR

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

Ára: 2950 Ft (+ postaköltség)



Mikrohullámú technika

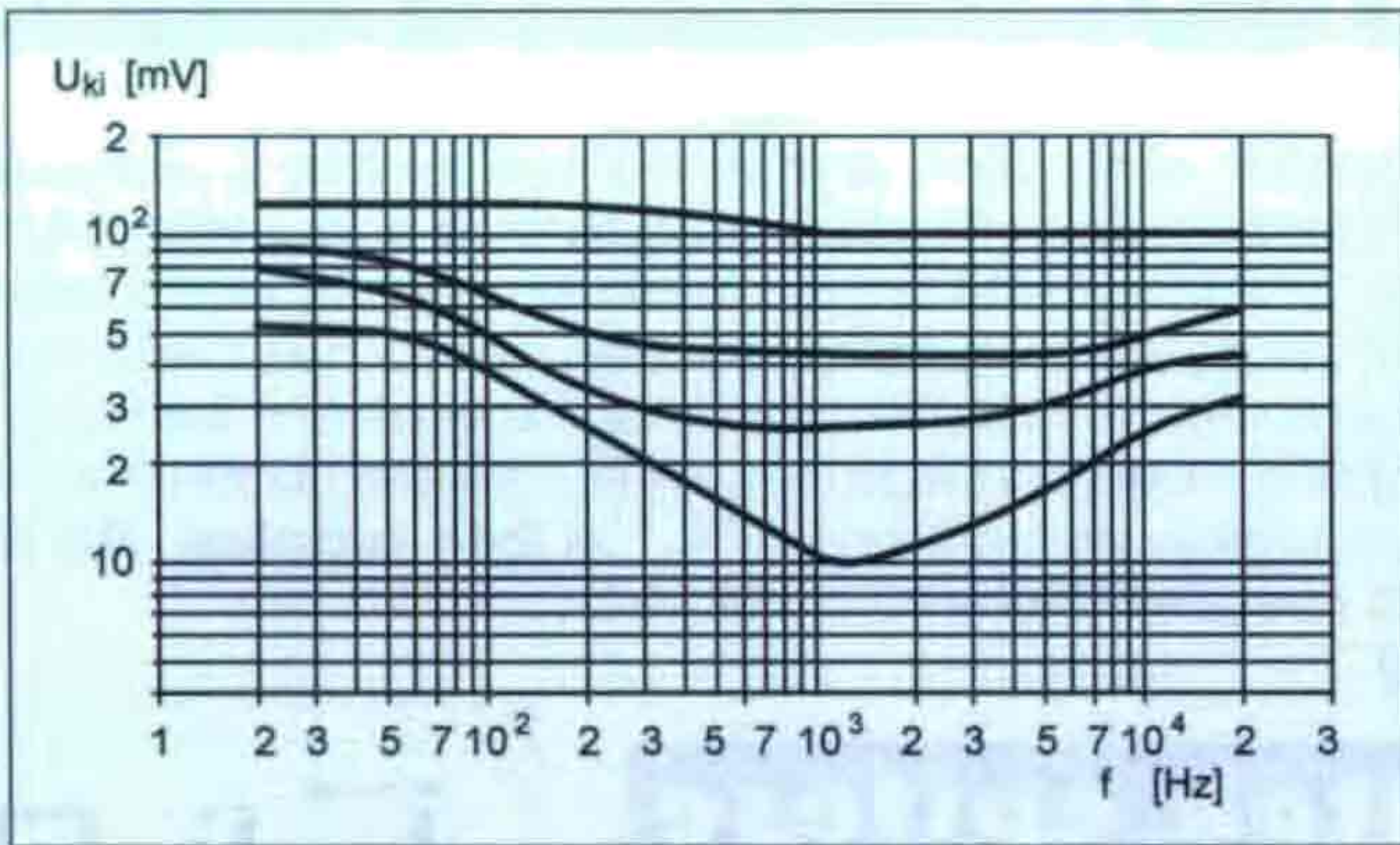
S. R. PENNOCK – P. R. SHEPHERD

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 utánvétellel is megrendelhető a **HAM-bazártól**.

Ára: 4250 Ft (+ postaköltség)





30. ábra. Frekvenciamenet a K_3 bekapcsolt állásában, a hangerő függvényében

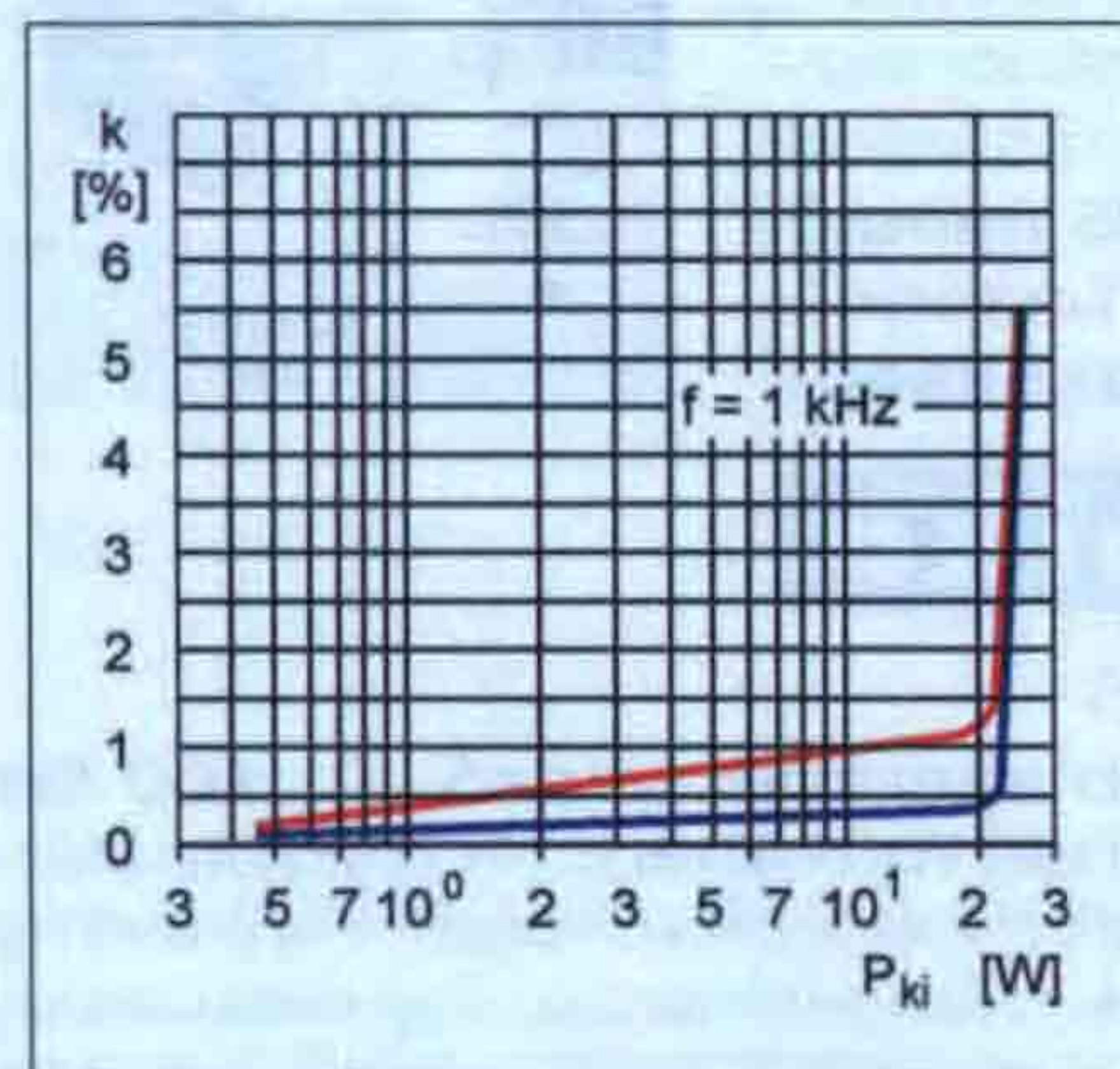
szabja meg. Az R_{25} ellenállással párhuzamosan kapcsolt R_{26} , C_{15} soros RC-tag az erősítő felső határfrekvenciáját állítja be. Az alsó határfrekvenciát a C_{12} és a C_{13} kapacitásértéke határozza meg.

A T_1 tranzisztor kollektoráról a jel direkt (egyenáramú) csatolással a V_1 trióda rácsára jut az R_{27} ellenálláson keresztül. Az R_{27} „stop” ellenállás a vadrezgések kialakulását akadályozza meg. A kettős trióda másik felének rácsa az R_{30} ellenálláson át kapcsolódik a T_2 kollektorához. A V_1 kettős trióda katódjában található R_{31} és R_{32} ellenállások sarkain negatív áramvisszacsatolás jön létre. A V_1 elektroncső rácsfeszültségét az R_{33} ellenállással állítjuk elő. Ez az átblokkolatlan közös katódellenállás tovább javítja az anódokon megjelenő hangfrekvenciás jel szimmetriáját.

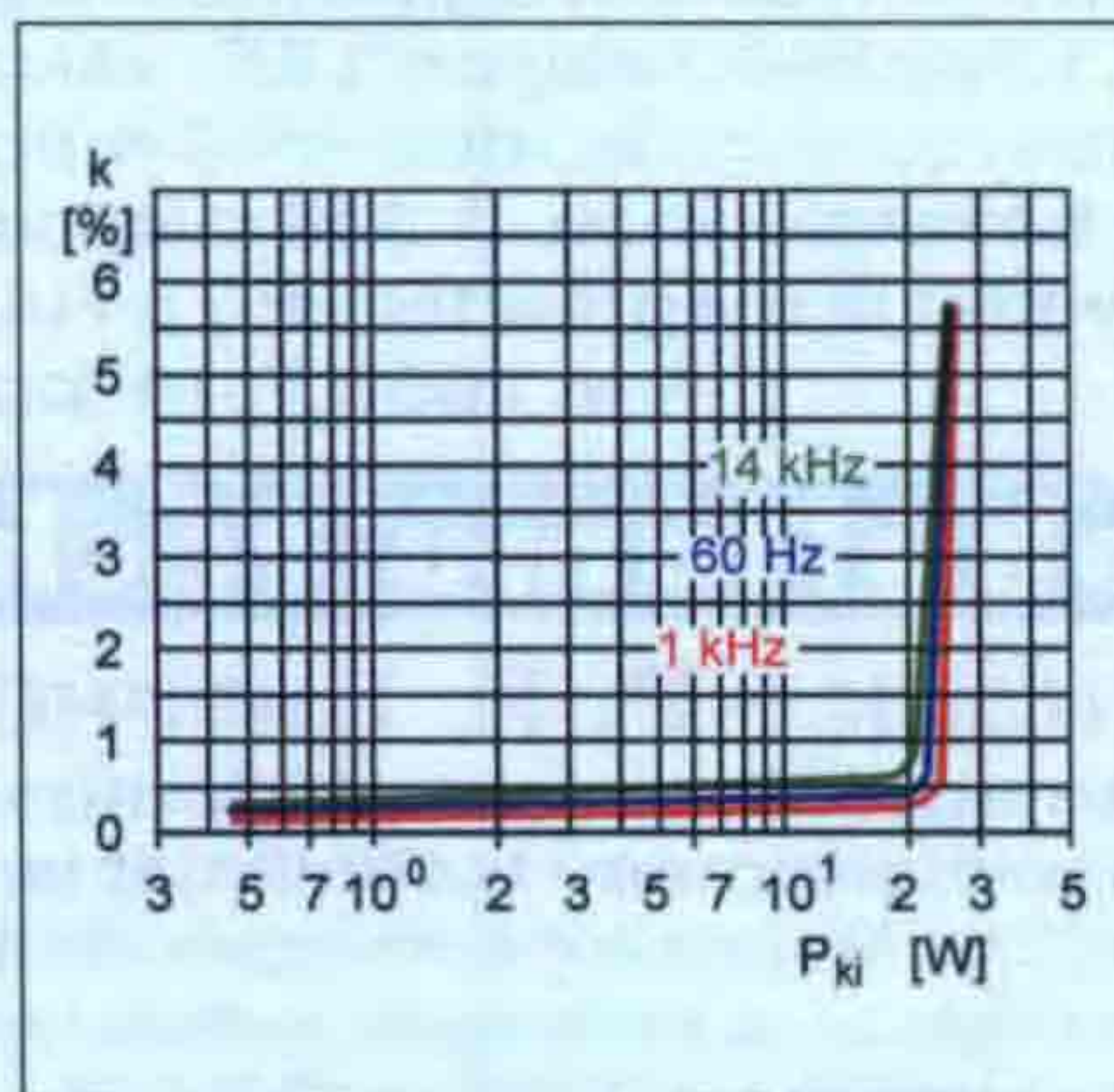
A kettős trióda elektroncső feladata a további feszültségerősítés. Ez a szekció 350 V-os tápfeszültségről üzemel. Az azonos amplitúdójú ellenfázisú jel a C_{17} és a C_{18} csatolókapacitáson ke-

resztül jut a V_2 , illetve a V_3 végerősítőcsövek rácsára. A két sugártetróda ellenütemű (push-pull) kapcsolásban üzemel, „AB” osztályú beállításban, állandó rácselőfeszültséggel. (A negatív rácselőfeszültséget csövenként lehet állítani a tápegységben levő potenciométerekkel.) A végerősítőcsövek vezérlőrácsaival soros R_{35} és R_{36} ellenállások a nagyfrekvenciás vadrezgések létrejöttét akadályozzák meg. Hasonló célt szolgál a segédrácsok körében levő R_{40} és R_{41} ellenállás is. A katódkörben levő R_{38} és R_{39} ellenállások sarkain mérhetjük a végerősítő csöveken átfolyó áramot. Ez az áram az anód- és a segédrácsáram összege.

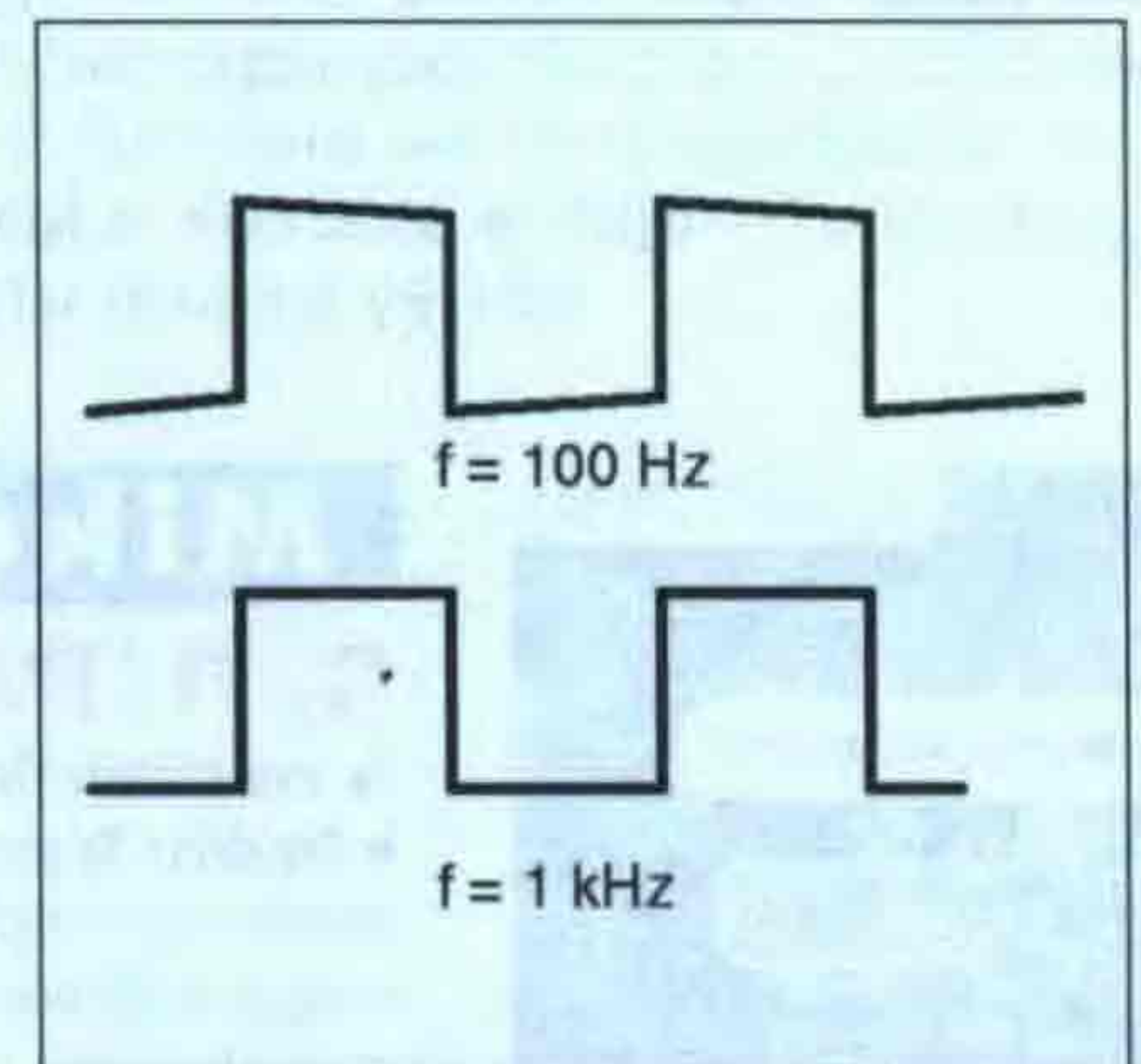
A végerősítőcsövek 360 V-os anód-, és 250 V-os segédrácsfeszültséggel működnek. A csövek nyugalmi anódárama 36 mA, ez 36 mV-os feszültséget kelt az R_{38} vagy az R_{39} ellenállás sarkain. Ebben benne van a segédrács árama is, de az mindössze 1 mA. Teljes kivezrlésnél ($P_{ki} = 22$ W) a katódáram 64 mA-re megy fel, amiből a segédrács árama 4 mA lesz.



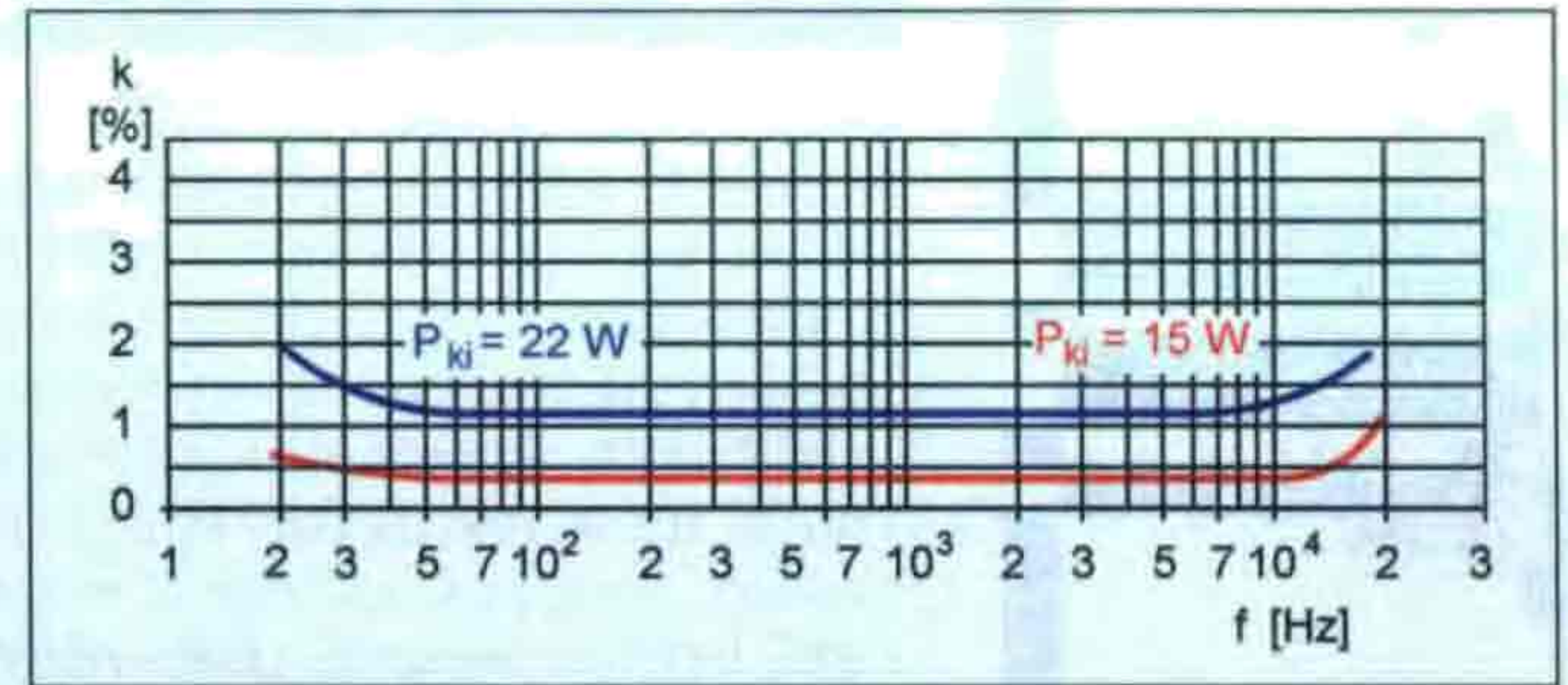
31. ábra. A hibrid erősítő torzitása negatív visszacsatolás nélkül és negatív visszacsatolással



32. ábra. A hibrid erősítő torzitása különböző frekvenciákon, a teljesítmény függvényében



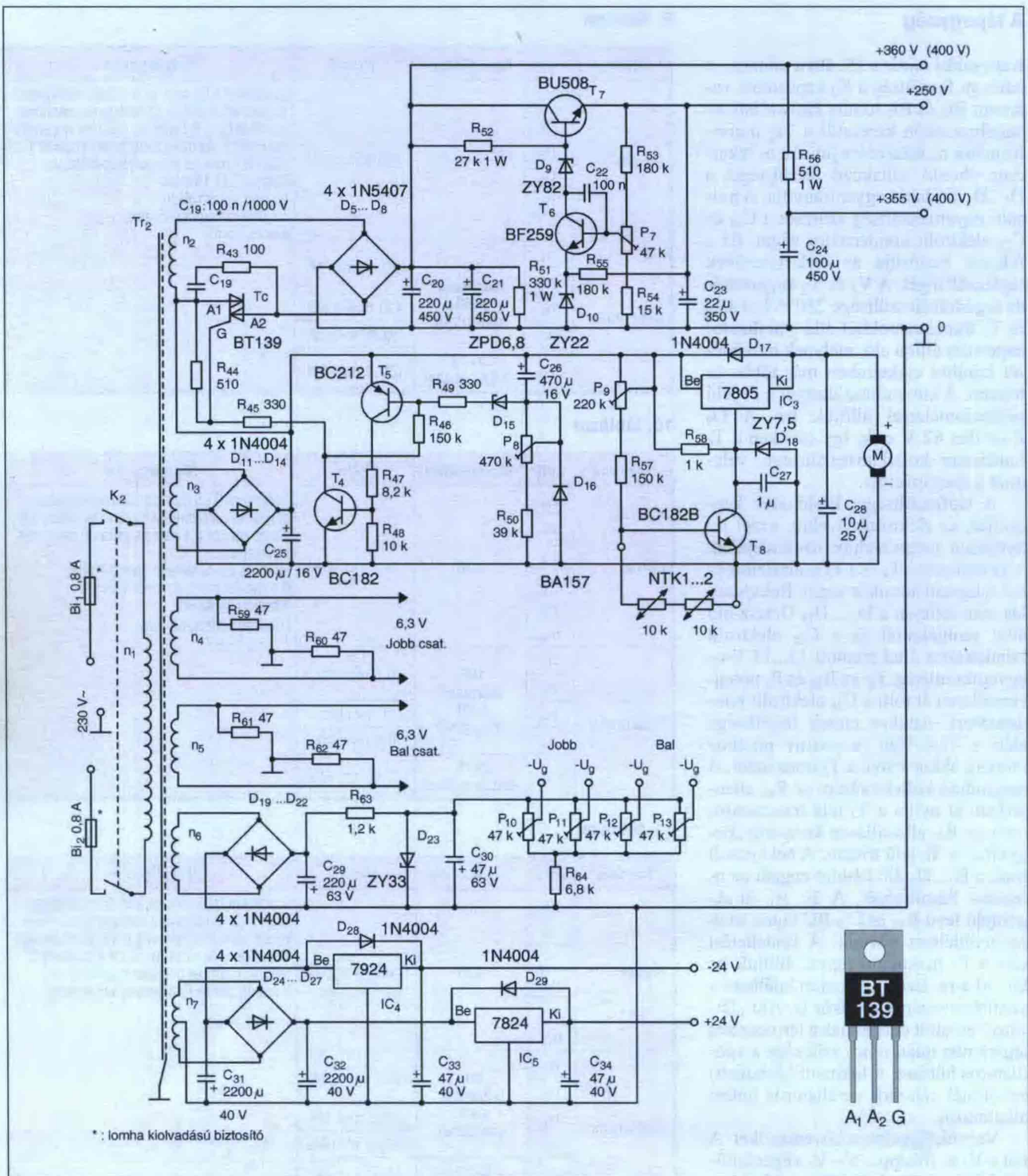
34. ábra. A hibrid erősítő négy-szögjelátvittele 100 Hz és 1 kHz frekvencián



33. ábra. A hibrid erősítő torzitása a frekvencia függvényében, 15 W és 22 W kimenő teljesítménynél

A végerősítőben egy, több fokozatot is átölő, negatív visszacsatolást alkalmazok, a Tr_1 kimenő transzformátor szekunder tekercséről az R_{25} ellenálláson át a T_2 bázisába. A visszacsatolás mindössze -9 dB mértékű. Megmértem a végerősítő torzitását 1 kHz-es frekvencián visszacsatolás nélkül és visszacsatolással. A megrajzolt görbék a 31. ábrán láthatók. Visszacsatolás nélkül 22 W kimenő teljesítménynél a jelalaktorzitás mindössze 1,9%. Ezt a jó eredményt a T_1 és T_2 differenciálerősítő emitterében levő R_{19} , R_{22} ellenállásoknak, valamint a T_3 tranzisztorral realizált áramgenerátornak köszönhetjük. Hasonló, torzitást csökkentő hatása van a V_1 elektroncső R_{31} , R_{32} és R_{33} katódkomplexumának. Ezek lényegében fokozatonként működő ellencsatolások. A Tr_1 kimenő transzformátort is belevonva a negatív visszacsatolásba a torzitás tovább csökken, 22 W kimenő teljesítménynél 1,4%-ra.

A 32. ábra szemlélteti a végerősítő jelalaktorzitását különböző frekvenciákon, a teljesítmény függvényében. Az osztott kimenő transzformátornak, valamint a negatív visszacsatolásnak köszönhetően a három görbe (60 Hz,



35. ábra. A hibrid erősítő tápegységének kapcsolási rajza

1 kHz és 14 kHz) gyakorlatilag együtt fut. A 33. ábra a végerősítő torzítását mutatja be 15 W és 22 W kimenő teljesítménynél. Jól látható, hogy 22 W-nál 20 Hz-nél, illetve 20 kHz-nél éri el az erősítő a 2%-os torzítást.

Az alacsony jelalak- (harmonikus) torzítás még nem jelent alacsony intermodulációs torzítást. Az intermodulációs torzítás mérése egyszerű házi eszközökkel lehetetlen. A néyszögjeles vizsgálat további tájékozta-

tást nyújt az erősítő átviteli tulajdonságairól.

Amint látható, 100 Hz-es frekvencián mindössze 7,5% a tetőesés. Az 1 kHz néyszögjel teljesen alakhű, belengés, túllövés nem látható (34. ábra).

A tápegység

Kapcsolási rajzát a 35. ábra mutatja. A hálózati feszültség a K_2 kapcsolón, valamint Bi_1 és Bi_2 lomha kioldású olvadóbiztosítón keresztül a Tr_2 transzformátor n_1 tekercsére jut. Az n_2 tekercsen ébredő váltakozó feszültséget a $D_5...D_8$ diódahíd egyenirányítja. A pulzáló egyenfeszültség szűrését a C_{20} és C_{21} elektrolit kondenzátor végzi. Ez a fokozat biztosítja az elektroncsövek tápfeszültségét. A V_2 és V_3 sugártetróda segédrendszerfeszültsége 250 V. Ezt a T_6 és T_7 tranzistorokból álló stabilizátor kapcsolás állítja elő, melynek működését korábbi cikkeimben már többször leírtam. A kimenőfeszültséget a P_7 jelű potenciométerrel állítjuk be. A D_9 Z-diódán 82 V esik, így csökken a T_6 tranzistor kollektorfeszültsége, valamint a disszipációja.

A tápfeszültséget késleltetve kapcsoljuk az elektroncsövekre, ezzel lényegesen megnöveljük üzemidejüket. A késleltetést a T_4 és a T_5 tranzistorokból felépített áramkör végzi. Bekapcsolás után létrejön a $D_{11}...D_{14}$ Graetz-híd által szolgáltatott és a C_{25} elektrolit kondenzátor által simított 13...14 V-os egyenfeszültség. Ez az R_{50} és P_8 potenciométeren át tölti a C_{26} elektrolit kondenzátort. Amikor ennek feszültsége eléri a $-7,4$ V-ot (a pozitív ponthoz mérve); akkor kinyit a T_5 tranzistor. A meginduló kollektoráram az R_{47} ellenálláson át nyitja a T_4 jelű tranzisztort, mely az R_{45} ellenálláson keresztül „begyűjtja” a Tc jelű triakot. A bekapcsolt triak a $D_5...D_8$ diódahídra engedi az n_2 tekercs feszültségét. A Tc A_1 és A_2 pontján levő R_{43} és C_{19} RC tagok triak zavarvédelmét növelik. A késleltetési időt a P_8 potenciométerrel állítjuk be kb. 30 s-ra. Ezen a panelon található a ventilátorvezérlő áramkör is. Aki „látvány” erősítőt épít, annak a természetes légáramlat miatt nincs szüksége a ventilátoros hűtésre. A tokozott (dobozolt) erősítőnél célszerű ventilátoros hűtést alkalmazni.

Vegyük figyelembe a következőket! A hőt a V_1 és főképp a V_2-V_3 végerősítőcsövek termelik. A ventilátort tehát úgy kell beépíteni, hogy a hőt ezekről a csövekről kifelé fújja és ne a félvezető áramkörök felé. Az áramkör kimenete jól terhelhető, így az akár két ventilátort is meghajthat. Ebben az esetben az NTK_1 termisztort a jobb, míg az NTK_2 -t a bal csatorna végerősítő csövei közé szereljük, az alaplaptól 30...40 mm magasságban egy szigetelőlapra.

9. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_5	410	$\varnothing 0,3$ 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 az n_9 tekercs között 1 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. Vasmag: EI 106/45, bővített ablaknyílású, a pakettvastagság 45 mm, $A=15,8$ cm ²
	n_6			
	n_7			
	n_8			
	n_9			
	n_{10}			
Szekunder	n_1	94, leágazás a 68. menetnél	$\varnothing 0,45$ mm Mz	
	n_2		$\varnothing 0,8$ mm Mz	
	n_3		$\varnothing 0,45$ mm Mz	
	n_4		$\varnothing 0,45$ mm Mz	
	n_{11}	2x75 dupla szállal	$\varnothing 0,3$ mm Mz	

10. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_5	436	0,3 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 az n_9 tekercs között 1 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. Vasmag M102/52 Pakettvastagság 52 mm $A=18,2$ cm ²
	n_6			
	n_7			
	n_8			
	n_9			
	n_{10}			
Szekunder	n_1	100, leágazás a 70. menetnél	0,5 mm Mz	
	n_2		1 mm Mz	
	n_3		0,5 mm Mz	
	n_4		0,5 mm Mz	
	n_{11}	2x75, dupla szállal	0,35 mm Mz	

11. táblázat

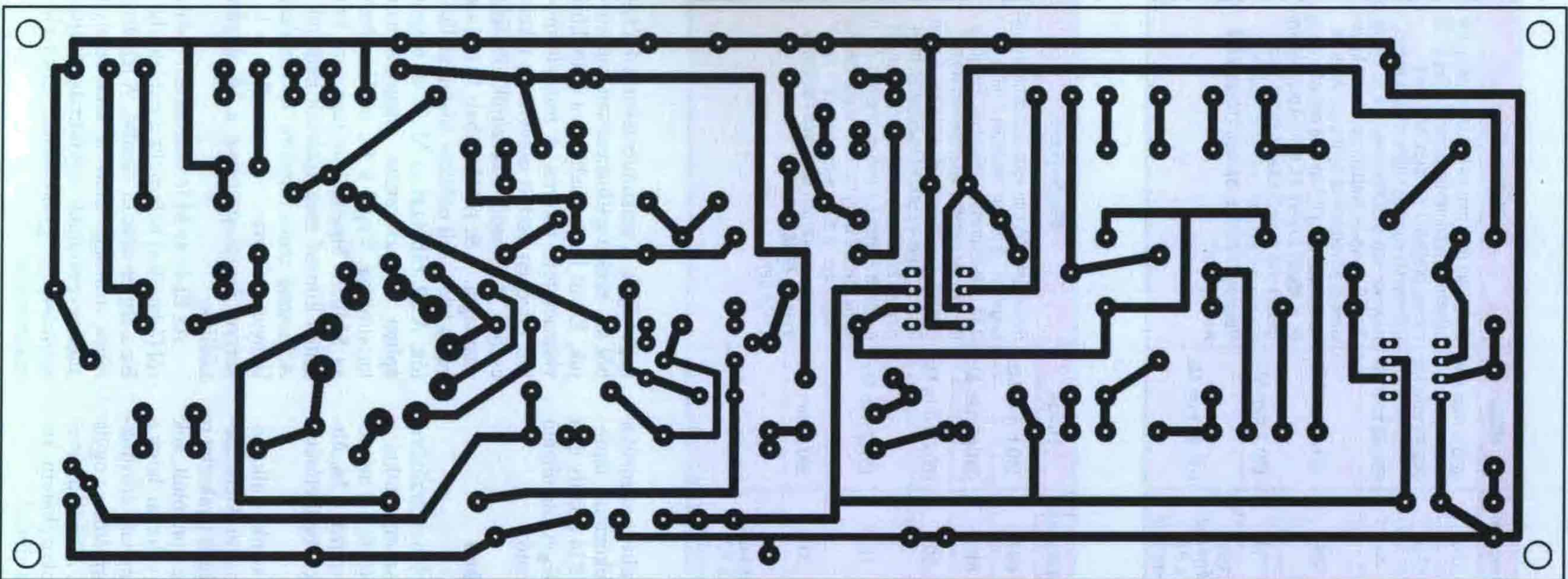
Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_5	435	$\varnothing 0,25$ mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között két sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Az n_4 és az n_9 tekercs között 1 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. Vasmag SM 85/b hiperszil szalagmag
	n_6			
	n_7			
	n_8			
	n_9			
	n_{10}			
Szekunder	n_1	99, leágazás a 70. menetnél	$\varnothing 0,45$ mm Mz	
	n_2		$\varnothing 0,8$ mm Mz	
	n_3		$\varnothing 0,45$ mm Mz	
	n_4		$\varnothing 0,45$ mm Mz	
	n_{11}	2x80, dupla szállal	$\varnothing 0,3$ mm Mz	

A negatív rácseleőfeszültséget az n_6 tekercs és a hozzá kapcsolódó egyenirányító és szűrőegység állítja elő. Az így létrejött egyenfeszültséget a D_{23} Z-dióda stabilizálja. Ezzel biztosítjuk, hogy a hálózati feszültség ingadozása ne változtassa meg a végső csövek mun-

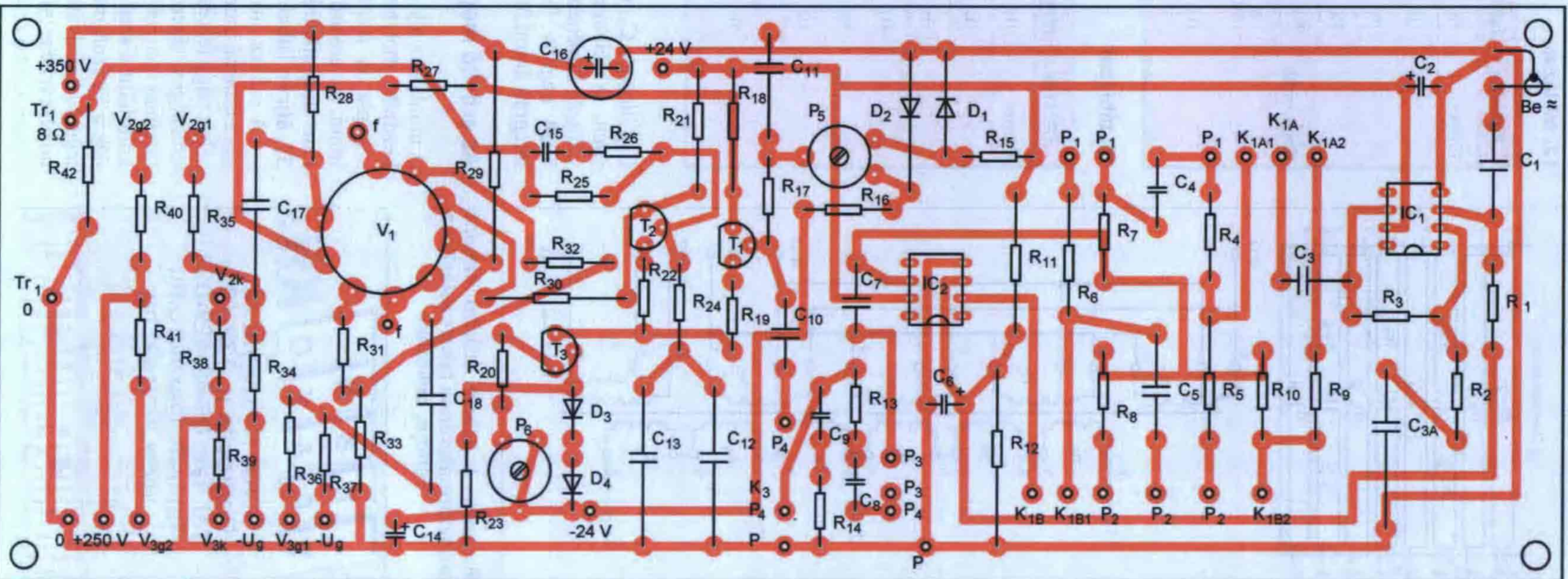
kapontját. A $P_{10}...P_{13}$ potenciométerekkel állítjuk be a V_2 és a V_3 végerősítők nyugalmi áramát.

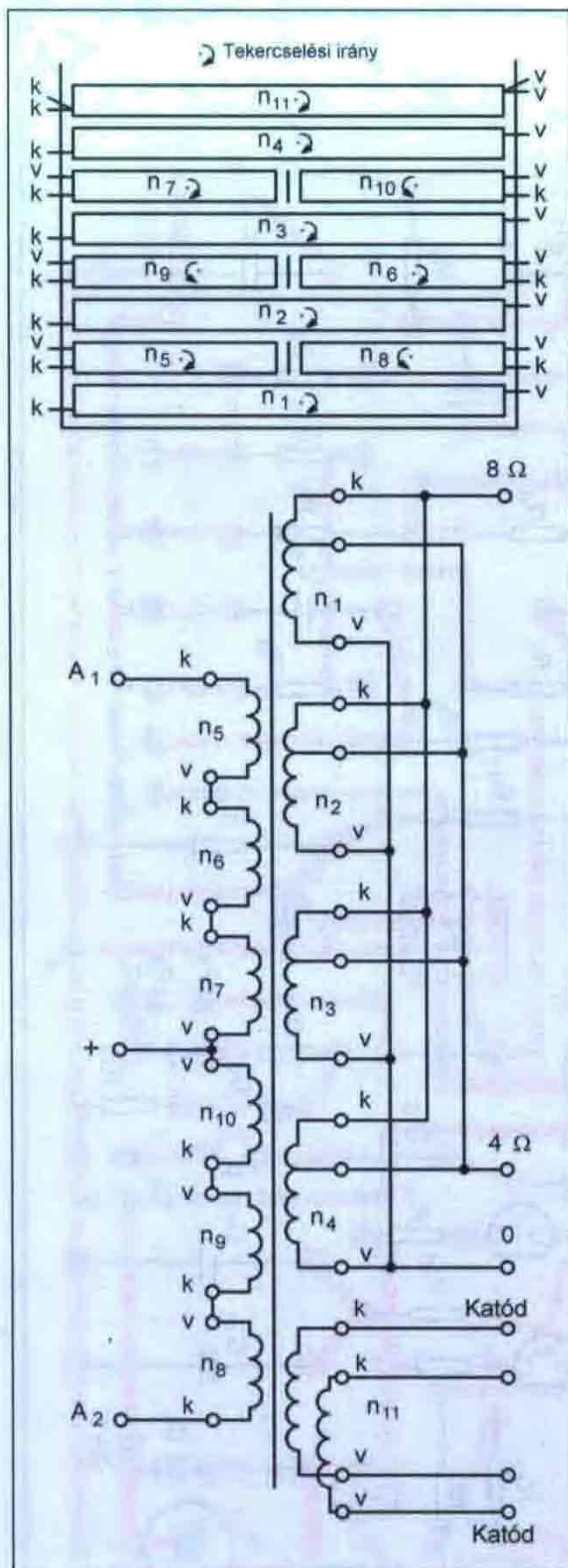
Az n_7 jelű középleágazásos tekercs a $D_{24}...D_{27}$ Graetz-hídhoz kapcsolódik. Az középleágazáshoz képest pozitív és negatív feszültség jön létre, melyet a

36. ábra. A hibrid erősítő nyomtatási rajza



37. ábra. A hibrid erősítő alkatrész-beültetési rajza





38. ábra. A hibrid erősítő kimenő transzformátorának tekercselési sorrendje, bekötése

H & M
T R A F O Kft.

4400 Nyíregyháza,
Derkovits u. 132-136.
Tel./fax: 06-42-422-024
hmtrafo@axelero.hu
www.hmtrafo.hu

Híradásipari
TRANSZFORMÁTOROK

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

12. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	920	$\varnothing 0,6$ mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer tekercsen 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön a 0,2 mm Mz huzalból tekercselt árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,1 mm-es prespán szigetelést helyezünk el. Következik az n_2 tekercs. Az n_2 és n_3 között 2 réteg 0,1 mm-es prespán. Az n_3 és n_4 között 2 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. A többi tekercs között 1 sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag EI 130/35, bővített ablaknyílású $A = 12,3 \text{ cm}^2$
Szekunder	n_2	1240	$\varnothing 0,45$ mm Mz	
	n_3	44	$\varnothing 0,35$ mm Mz	
	n_4	26	$\varnothing 1,2$ mm Mz	
	n_5			
	n_6	134	$\varnothing 0,2$ mm Mz	
	n_7	184, leágazás a 92. menetnél	$\varnothing 0,35$ mm Mz	

13. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n_1	637	$\varnothing 0,6$ mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer tekercsen 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön a 0,2 mm Mz huzalból tekercselt árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,1 mm-es prespán szigetelést helyezünk el. Következik az n_2 tekercs. Az n_2 és n_3 között 2 réteg 0,1 mm-es prespán. Az n_3 és n_4 között 2 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. A többi tekercs között 1 sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag M 102/52 $A = 18 \text{ cm}^2$
Szekunder	n_2	860	$\varnothing 0,45$ mm Mz	
	n_3	30	$\varnothing 0,35$ mm Mz	
	n_4	18	$\varnothing 1,2$ mm Mz	
	n_5			
	n_6	93	$\varnothing 0,2$ mm Mz	
	n_7	124, leágazás a 62. menetnél	$\varnothing 0,35$ mm Mz	

C_{32} , illetve a C_{31} elektrolit kondenzátor simít. A félvezető fokozatok tápfeszültség kimenetén a 7824 pozitív és a 7924 negatív feszültséget stabilizáló integrált áramkör található.

Az erősítő megépítése

A munkát az alkatrészek beszerzésével kezdjük, melyhez a szempontokat a szimpla „A” osztályú erősítőnél már leírtam. Az erősítő nyák-rajzát a 36. ábrán, míg alkatrészeinek beültetését a 37. ábrán láthatjuk.

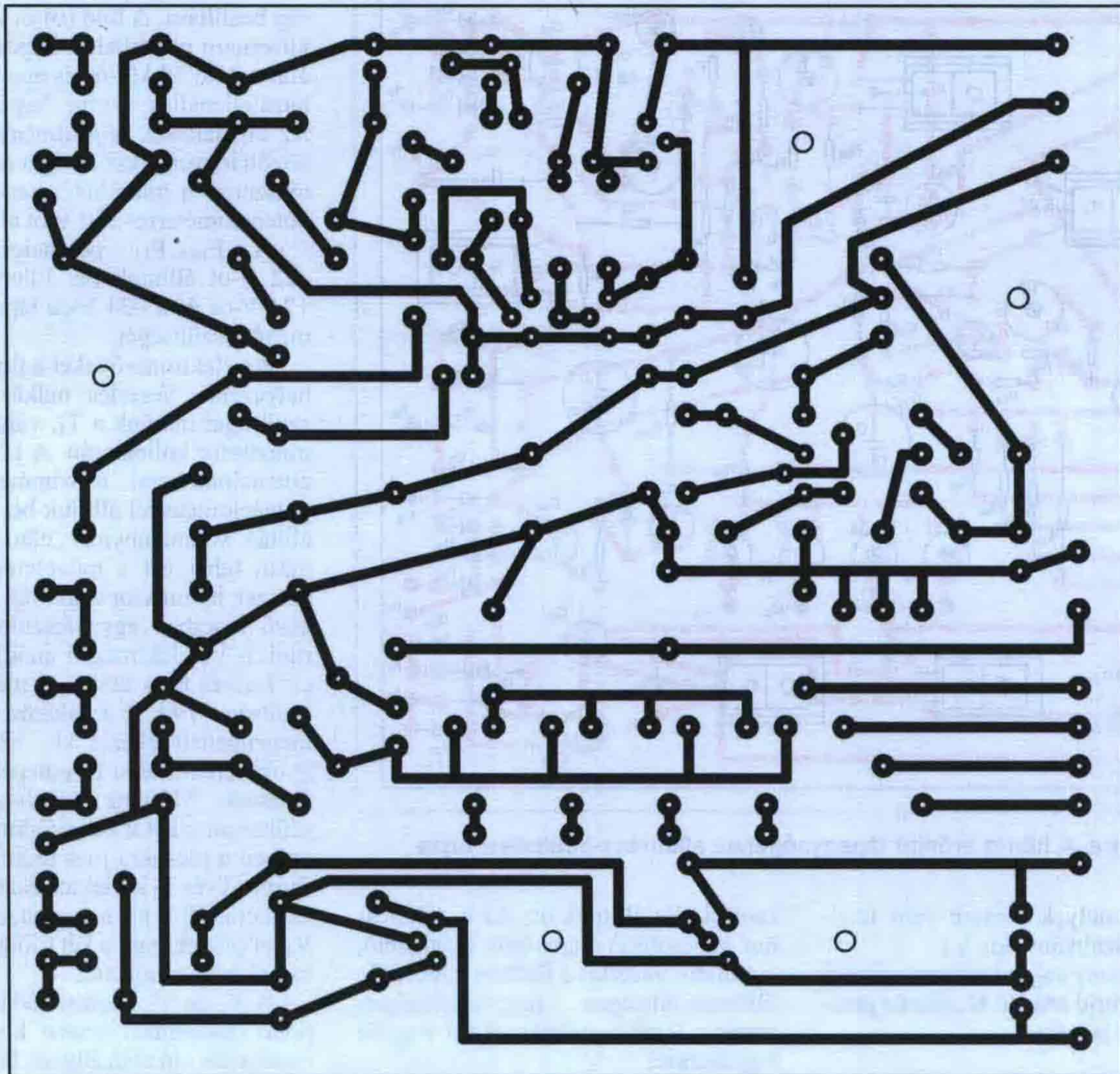
A csöves erősítők kritikus alkatrésze a kimenő transzformátor. Méretezéséhez nagy felkészültség és gyakorlat is szükséges, tekercselése bonyolult, sok türelmet igényel. Nem véletlen, hogy a külföldön a szettben kapható erősítőknek a kimenő-transzformátor az egyik legdrágább alkateleme. Akinek a kimenő elkészítése gondot okoz, kérem, keressen a fenti drótposta címen!

A végerősítőcsövek optimális illesztő ellenállását $R_{aa} = 6,8 \text{ k}\Omega$ -ra vettem fel. A primer tekercs anódtól anódig hat részre van osztva, ezeket sorba

kapcsoljuk. A szekunder tekercs 4 részből áll, ezeket párhuzamosan kapcsoljuk. Kívül helyezkedik el a katódköri visszacsatoló tekercs. A transzformátort középen osztott csévetestre tekercseljük. A kimenőt elkészítjük többféle vasmagra. A 9. táblázatban EI106-os vasra tekercselt példány adatai találhatóak. A 10. táblázat az M102-es magra épített transzformátor menetszámait tartalmazza. Végül a 11. táblázatban az SM85/b hiperszil szalagmagra készített kimenő menetszámait láthatjuk. A kimenő transzformátor tekercselési irányait, tekercselési sorrendjét, a tekercset összekapcsolását a 38. ábrán találjuk.

Az EI és az M lemezeket két oldalról (átlapolva) helyezük a csévetestbe. Ez a légrés nélküli vasalás. A légrésre nincs szükség, mert a szembefolyó anódegyenáramok egyformák, kiejtik egymást, így gyakorlatilag nincs előmágnesezés.

A tápegység nyomtatott áramköri lapjának fóliarajza a 39. ábrán, az alkatrészeinek beültetési rajza a 40. ábrán található. A panelon levő néhány



39. ábra. A hibrid erősítő tápegységének nyák-rajza

félvezetőt hűteni kell. Az egyszerűség kedvéért az összes hűtendő félvezetőt egyforma méretű bordára helyezjük. A Tc triak, az IC₃, IC₄, IC₅ és a T₇ hűtőfelülete a 41. ábrán látható.

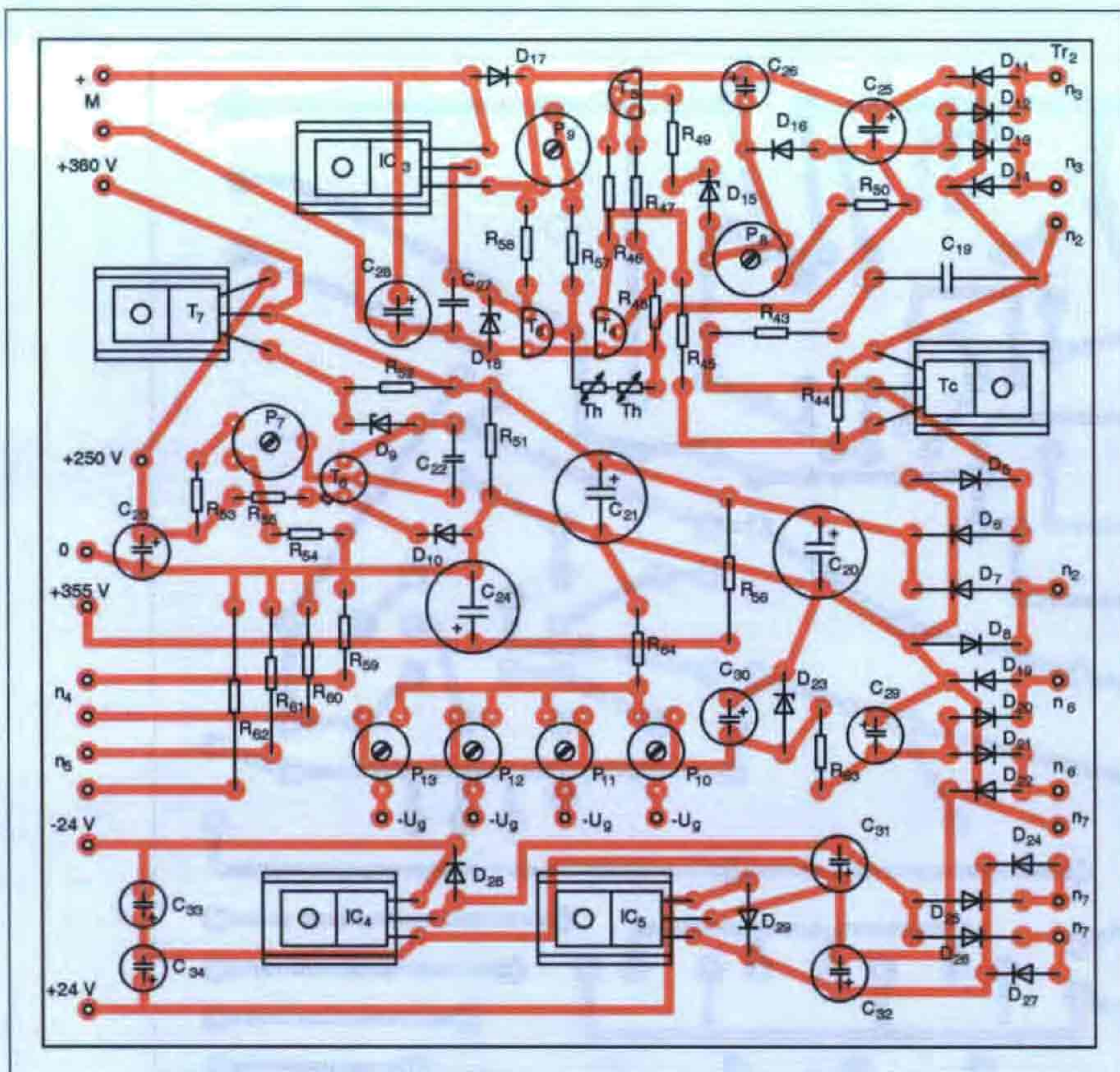
A hálózati transzformátort is több verzióban kiszámoltam. A 12. táblázatban az EI130-as vasmagra készült, a 13. táblázatban az M102 vasmaghoz tartozó tekercselési adatok találhatóak. Az SM102-es hiperszil szalagmaghoz tartozó adatokat a 14. táblázatban közlöm. Mindhárom esetben a hálózati transzformátor primer és szekunder tekercsei közé árnyékolást helyeztem el. Ezáltal a primer és szekunder tekercsek között csak mágneses csatolás van, így megakadályozzuk a hálózaton levő zaj bejutását a szekunder tekercsekbe. (A kínai gyártású számítógép-tápegység-

14. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n ₁	550	Ø0,55 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer tekercsen 3 réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. Erre jön a 0,2 mm Mz huzalból tekercselt árnyékolás, melynek csak a kezdetét vezetjük ki. Ezután 2 sor 0,1 mm-es prespán szigetelést helyezünk el. Következik az n ₂ tekercs. Az n ₂ és n ₃ között 2 réteg 0,1 mm-es prespán. Az n ₃ és n ₄ között 2 réteg 0,1 mm-es prespán szigetelés van. A többi tekercs között 1 sor 0,1 mm-es prespán szigetelés szükséges. Vasmag SM 85/b hiperszil szalagmag
Szekunder	n ₂	745	Ø0,4 mm Mz	
	n ₃	26	Ø0,35 mm Mz	
	n ₄	16	Ø1 mm Mz	
	n ₅			
	n ₆	80	Ø0,2 mm Mz	
	n ₇	110, leágazás az 55. menetnél	Ø0,3 mm Mz	

gek legtöbbször, gazdasági okokból, egyszerűen kihagyták a hálózati ágba levő kettős π-szűrőt. A szitarajz ott van a panelon, amelyet aztán huzallal áthi-

daltak. Az ilyen kapcsolóüzemű tápegységek tekintélyes zajt „nyomnak” a hálózatra. Én csak azt nem értem, hogy az ilyen tápegységeket hogyan lehet



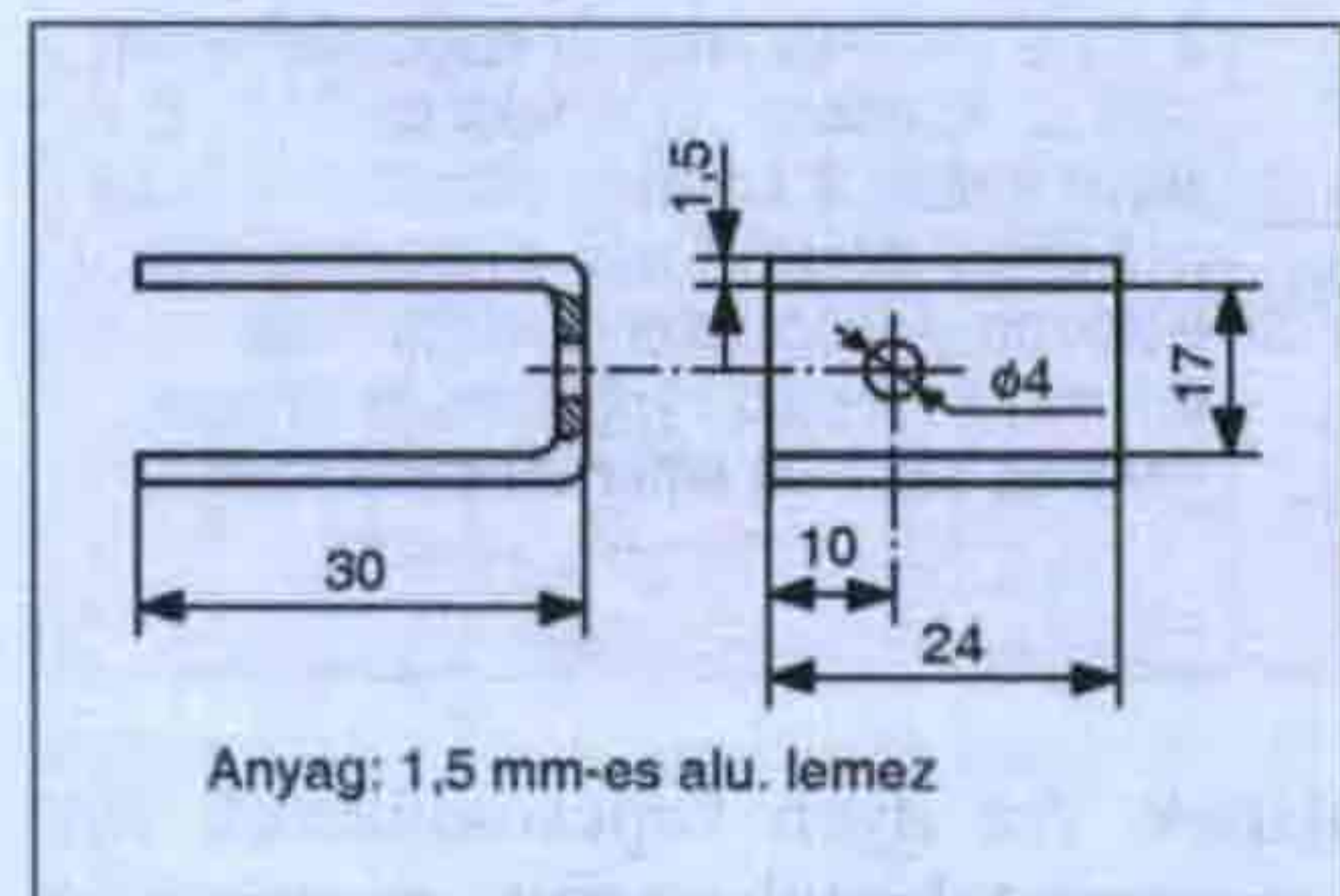
40. ábra. A hibrid erősítő tápegységének alkatrész-beültetési rajza

árusítani, amelyek messze nem felelnek meg a szabványoknak.)

Az alacsony zaj érdekében célszerű követni a hibrid erősítő 42. ábrán javasolt huzalozási rajzát.

Élesztés, bemérés

A V_1 , V_2 és V_3 elektroncsövek nincsenek bedugva. Zárjuk a K_2 hálózati kapcsolót és DC voltmérővel (analóg műszer, digit. multiméter, csővoltmérő stb.) feszültséget mérünk a 360 V-os kimeneten, a C_{20} , C_{21} elektrolit-kondenzátoron. Terheletlenül ez a feszültség akár 400 V-os is lehet. A P_8 potenciométerrel kb. 30 s késleltetési bekap-



41- ábra. A T_c , IC_3 , IC_4 , IC_5 és T_7 hűtőfelülete

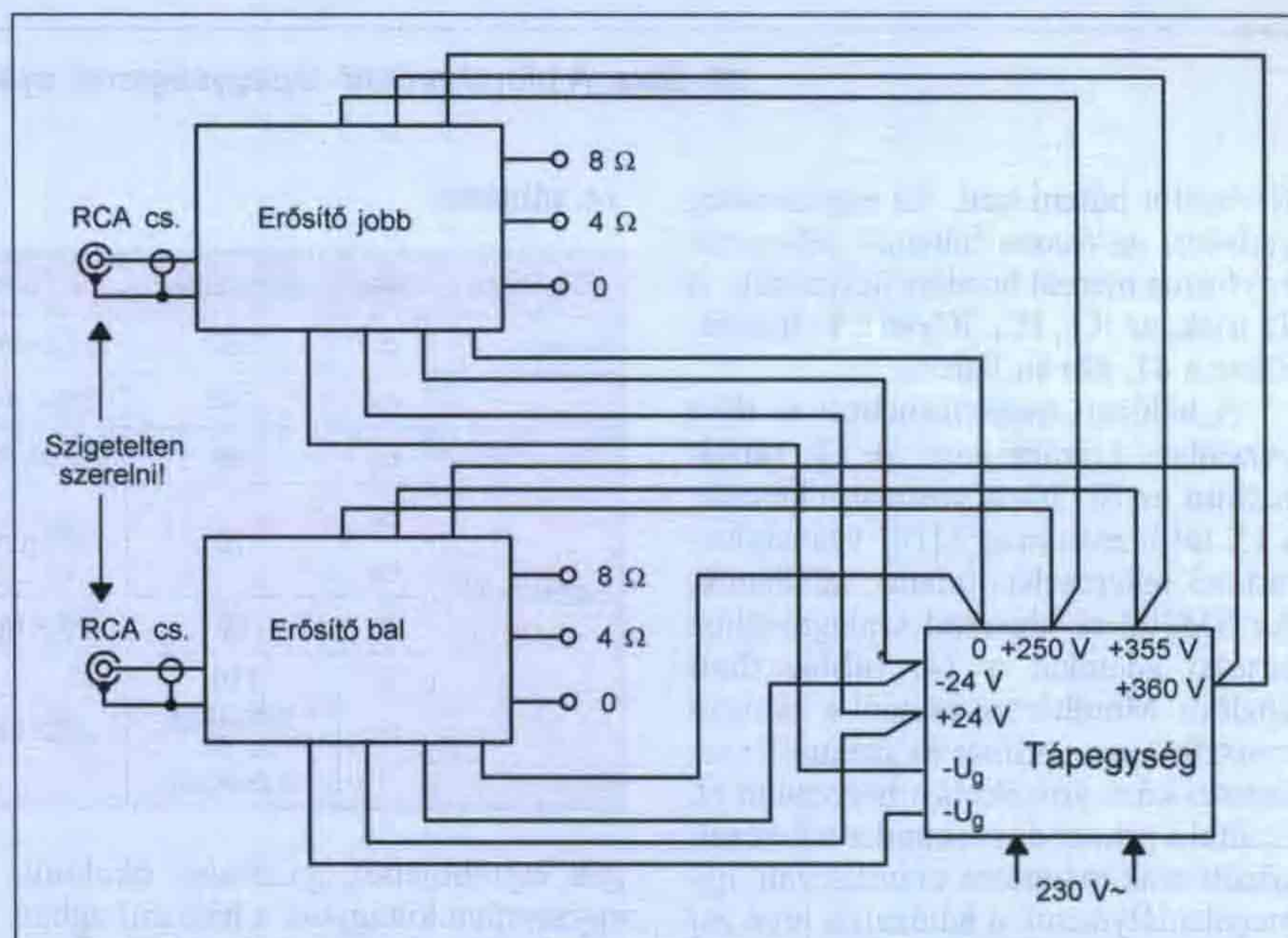
csolási időt állítunk be. Az n_3 tekercshez kapcsolódó áramkörök (késleltető, ventilátor vezérlő) a földhöz képest kb. féltápfeszültségen, nagyfeszültségen vannak. Ezek bemérésénél ezt vegyük figyelembe!

Következő lépés a 250 V-os feszültség beállítása. A föld (0) és a 250 V-os kimenetre műterhelést kapcsolunk. Ez állhat 2 db 10 k Ω -os és egy 4,7 k Ω -os huzalellenállás sorba kapcsolásából. Az ellenállások teljesítménye 2...6 W között legyen. Feszültséget mérünk DC műszerrel a műterhelés sarkain. A P_7 potenciométerrel 250 V-ot állítunk be.

A P_{10} ... P_{13} potenciométerekkel -22 V-ot állítunk be. Ellenőrizzük a +24 V-os és a -24 V-os tápegység kimenő feszültségét.

Az elektroncsöveket a foglalatukba helyezjük. Vezérlés nélkül egyenfeszültséget mérünk a T_1 , valamint a T_2 tranzisztor kollektorán. A 12 V-ot a P_6 potenciométerrel, a szimmetriát a P_5 potenciométerrel állítjuk be. A két beállítás valamennyire „elhúzza” egymást, tehát ezt a műveletet legalább kétszer, háromszor végezzük el. Következő lépésben egyenfeszültséget mérünk a V_1 elektroncső anódjain. Ezek az 1-es és 6-os lábak. A mérendő feszültség +190 V, a földhöz képest. A megengedett eltérés kb. ± 20 V. Nagyobb eltérésnél a P_6 potenciométeren állítunk. Mérjük felváltva DC feszültséget a két triódaanódon. Amennyiben a rácsukra jutó feszültség egyforma (T_1 és T_2 kollektorfeszültsége) és az eltérés 20 V-nál nagyobb, cseréljük a V_1 -es csövet, mert a két trióda lényegesen eltérő paraméterű.

A V_2 és V_3 sugártetrdák munkaponti (nyugalmi) áramát kb. 10 perc melegezés idő után állítunk be. Feszült-

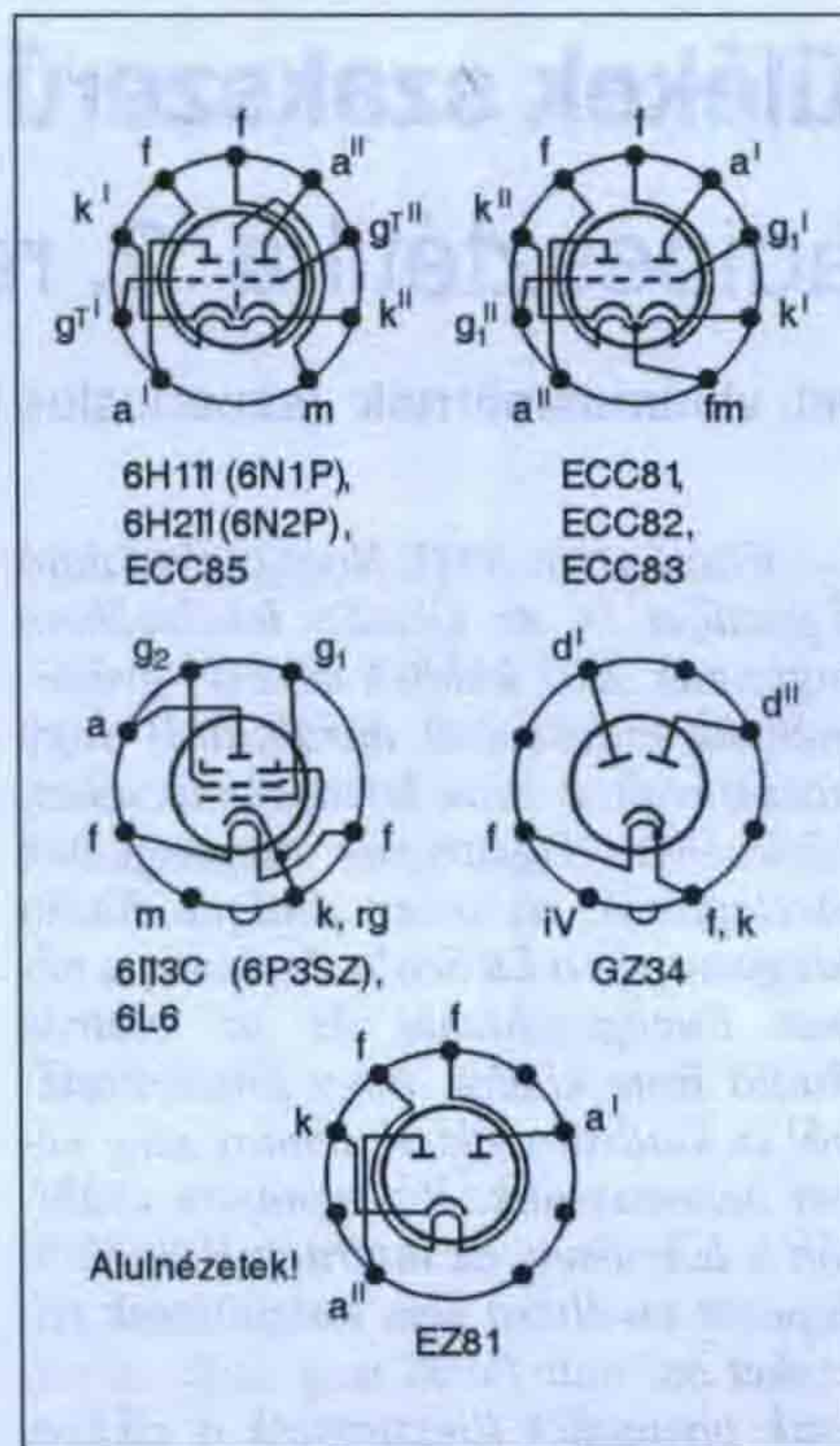


42. ábra. Sztereó hibrid erősítő huzalozási rajza

ségesést mérünk az R_{38} , majd az R_{39} ellenállás sarkain, vezérlés nélkül (a P_4 hangerő-szabályozó csúszkája a földön van). A tápegységben levő, előfeszültséget állító P_{10} , P_{11} , P_{12} , P_{13} potenciometerekkel 36 mV-ot állítunk be a vég-erősítő csövek katódkörében levő mérőellenálláson. A párba válogatást úgy ellenőrizhetjük, hogy DC feszültséget mérünk az előfeszültséget állító potenciometerek csúszkáin. Az egy párba tartozó végerősítőcsövek rácsfeszültsége $\pm 10\%$ -ra egyezik, ez még elfogadható. A nagyobb eltérésnél nő a torzió. Hiába azonos a nyugalmi áram, a $-U_g/I_A$ karakterisztikát nézve (3. ábra), látható, hogy a két görbe szétcsúszik.

Az ipari, valamint a katonai (speciális) célra gyártott elektroncsöveket válogatták, szigorított ellenőrzésen mentek keresztül. Az elmúlt rendszerben ezeken az alkatrészekon (delta) jelzés vagy a KÜM (katonai üzemi MEO) felirat díszelgett. Ezek az alkatrészek lényegesen jobb minőségűek voltak, az áruk is lényegesen magasabb volt. A kommersz, polgári célra gyártott elektroncsöveket célszerű 50...100 üzemóra után ellenőrizni. Tehát a V_1 elektroncső 1-es és 6-os lábánál vezérlés nélkül DC feszültséget mérni, amennyiben szükséges korigálni a P_5 és P_6 potenciometerekkel. Ellenőrző mérést végzünk az R_{38} és R_{39} ellenállások sarkain is. Itt is beállítjuk az előírt feszültséget az ellenállások sarkain, amennyiben az megváltozott.

Előfordulhat, hogy bekapcsolás után, a kimeneten műterhelés van(!), a



43. ábra. Az elektroncsövek csőfejbekötése

kimenő transzformátorból kattogó vagy berregő hangot hallunk. Ebben az esetben rossz a fázishelyzet, a kimenő transzformátor szekunder tekercséről a visszacsatolás pozitív. Cseréljük meg a V_2 és V_3 elektroncsövek anódjaira menő vezetőket!

A 43. ábrán a jelen közleményben szereplő elektroncsövek bekötései rajzait foglaltam össze.

Végezetül néhány jó tanács:

Aki még nem épített elektroncsöves erősítőt, annak feltétlenül javaslom, hogy olvasson el minél több cikket, melyek az ilyen erősítőkről szólnak. A folyóiratban is és a korábbi Rádiótechnika Évkönyvekben több elektroncsöves hangerősítő kapcsolásom jelent meg. (Régebbi évkönyvek és lappeldányok a Rádiótechnika szerkesztőségében megvásárolhatók. – A szerk.)

A csöves erősítők 300...400 V-os tápfeszültséggel működnek. Nagyon figyeljünk a bemérésnél, az élesztésnél, mert *halálos áramütést okozhat egy rossz mozdulat!*

Ha „látvány” erősítőt készítünk, a nagyfeszültségű részeket jól szigeteljük (forrcsúcsok, ellenállások lábai stb.), nehogy avatatlanok, gyerekek hozzáérjenek!

Az erősítővel kapcsolatos problémákkal nyugodtan keressenek meg a kedves Olvasók, amennyiben tudok, segítek. Sok sikert kívánok az áramkörök megépítéshez!

Irodalom:

- Kádár Géza: Rádióvételek technika ismeretek, Műszaki Könyvkiadó, 1963, Budapest
- Dr. Barta István: Rádiókészülékek és erősítők, Tankönyv Kiadó, 1963, Budapest
- Tarnay Kálmán: Elektroncsövek alkalmazása, BME Villamosmérnöki Kar, 1957, Budapest
- Scultéty László: Elektroncsöves és tranzistoros áramkörök, K.G.M, 1961, Budapest
- U. Tietze – Ch. Schenk: Analóg és digitális áramkörök, Műszaki Könyvkiadó, 1973, Budapest

Nagy Évkönyv-akció!

A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE

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

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

'91, '92, '93, '94, '95, '96, '97, '98, '99, '00, '01, '02, '03, '04, '05, '06, '07, '08 kötetek közül

1 db csak 990 Ft-ért,

2 db most összesen

1900 Ft-ért kapható.

A fenti 18 darab együtt csak 13 333 Ft! Tel./fax: 239-4932

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

Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása (11.)

Rádióesztétika 2. rész

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

A Rádiótechnika Évkönyve 2008-ban kezdett cikk folytatást találja itt az olvasó, amelyben kibővítettük az esztétika fogalmát és azt a híradástechnikai berendezések, ezen belül a rádióvevők külső kialakítására alkalmaztuk. Ez magyarázható azzal, hogy egyetlen háztartási elektronikus eszköz sem került olyan közel az emberhez, simult bele ebben az időben környezetünkbe, mint a rádiókészülék. Együtt éltük át történelmünk viharait, háborút, forradalmat. Figyeltünk a rádió hangszórójából hallható beszédre és zenére, hogy kapjunk biztató híreket a világból vagy halljuk kedvenc zeneszámainkat, még ha azok nem is zavarmentesen, a legjobb minőségben érkeztek.

Továbbra sem a készülékek belső felépítésével, hanem a „dizájnnal” foglalkozunk. Az első részből – helyhiány miatt – sok fontos készülék ismertetése kimaradt, ezeket igyekszünk most pótolni. Abban főleg az adott korra jellemző kivitelű vevőket mutattuk be, hogy az olvasó a külalakra ránézve a készüléket lehetőleg időben el tudja helyezni, a tapasztalt gyűjtők ennek alapján még a gyártót is meg tudják nevezni. A folytatásban néhány különleges esetet, a szokványostól eltérő küllemű készüléket is igyekszünk bemutatni. Amennyiben lehetőségünk van, a gyűjtők segítségével ugyanannak a típusnak a különböző külalakú változatait is ismertetjük.



1. kép. Orion AT 302 televízió rádióvevővel (Selyem Tóth Sándor gyűjtése)

Köszönet az RMK Nosztalgia Rádió Egyesület és az Oradio levelezőlista tagjainak, akik küldtek képeket gyűjteményük érdekesebb darabjairól vagy hozzájárultak azok lefényképezéséhez, közléséhez. Ugyancsak megengedték társlapjaink, az olasz *Antique Radio Magazine* és a *La Scala Parlante*, a német *Funkgeschichte* és az osztrák *Radio Bote* kiadói, hogy folyóirataikból és kiadványaikból néhány szép képet bemutassunk. Bármennyire csábított a lehetőség, az internetről letöltött képeket továbbra sem használtunk fel, ezeket ma már bárki meg tudja nézni, csak olyanokat illesztettünk a cikkbe, amelyeknek forrása vagy gyűjtője ismert. Mivel még sok bemutatásra váró készülék maradt, a cikksorozat folytatását tervezzük a következő Évkönyvben.

Bevezetés

Nem kell bizonygatnunk, hogy 1920 és 1960 között, a televíziózás elterjedéséig, a rádió életünkben milyen fontos szerepet játszott. Ezt bizonyítja, hogy az egyik első hazai tv-vevőkészülék még rádióval volt egybeépítve (Orion AT 302, 1. kép), mintha a tervezők nem lettek volna meggyőződve, hogy a tévé magában, a rádió nélkül is minden műsorigényt kielégíthet [1]. Igaz, hogy akkor még nagyon rövid volt az egyetlen tévé-adó által sugárzott műsoridő.

Ezalatt a négy évtized alatt a vevőkészülékek kialakítása, a „dizajn” retentő sokat változott, ebben próbáljuk a tendenciákat, az általánosságokat és a különlegeset bemutatni. Kitérünk a különleges detektoros rádiók és a különálló hangszórók egy részének ismertetésére, mert egy adott időszakban ezek fontos szerepet játszottak.

A vevőkészülékek külső formájában földrészenként is voltak eltérések, akárcsak az elektroncsőgyártásban. Az Egyesült Államok volt a fejlődés élvonalában, de az amerikai készülékek az európai ízlésnek sokszor túl „csicsásak” voltak. Anglia megint más utat követett, míg az európai szárazföld fontosabb gyárai hasonló kivitelű rádiócsö-

veket és hasonló kinézetű vevőkészülékeket állítottak elő. A nagyobb gyárak (Philips, Siemens, Telefunken, Orion) több országban létesítettek rádiógyárakat, ez hatott az egységesebb kialakításra is. Az angol készülékekről viszonylag kevés információ volt, ezért örültem, hogy sikerült szereznem egy könyvet, amely a kezdetektől a II. világháború végéig bemutatja az angol készülékek jellegzetes formáit [2]. Ebből is tudunk idézni néhány képet.

Detektoros vevők (1924–1945)

Nem is hinné az ember, hogy ezt az alig néhány alkatrész tartalmazó és egyszerű készüléket hányféle formában gyártották. A [3] kiadvány bemutat 240 db, nagyobb gyárak által előállított „márkás” készüléket, 40 db ismeretlen márkájú, kisebb műhelyek által gyártott, de kivitelben semmivel sem elhanyagolhatóbb detektoros vevőt. Valószínűleg ez a szám csak töredéke a világon fellelhető sok ezer különféle kialakítású detektoros rádióknak.



2. kép. „Uncle Tom” detektoros [5]



3. kép. „Hálózati” detektoros vevő [6]

Érdekesek a könyvben található, az amerikai hadsereg által az első világháborúban használt detektoros készülékek. Ennek ismeretében már nem meglepő, hogy az 1914-ben Csepelen felállított első magyar szikratávíró állomás Telefunken gyártmányú, E 5 típusú első vevőkészüléke is kristálydetektoros volt. (A bizonytalan galenitkristály helyett karborundum (SiC) detektort alkalmaztak [4]).

Ebben a sorozatban már bemutattuk a hazai „márkás” detektoros vevőket, ezért most csak néhány érdekesebb külföldi példányt említünk. Segítségünkre van az osztrák rádiógyűjtők lapja, amely rendszeresen közli detektoros vevők leírását.

A 2. képen egy 1924-es angol gyártmányú porcelánfigurába épített detektoros vevőt láthatunk. Ez, műkö-



4. kép. Matador tolókás detektoros [7]

dését tekintve, ún. tolókás detektoros, amelynek a tekercse a „Tamás nagybácsi” (Uncle Tom) cilinderén, a detektor kristály az inggombján helyezkedik el, a rugó az állába épített banánhüvelyhez csatlakozik. A többi csatlakozó a talapzat szorító csavarjaihoz köthető [5]. Mint minden porcelánfiguránál, a talapzatra alulról itt is rá van nyomtatva a gyártó neve: Grafton China Works.

A másik érdekesség 1924-ből egy osztrák variométeres hangolású, „világítási hálózathoz csatlakozó” (Lichtanschluß-Empfänger) vevő (3. kép). Természetesen nem hálózati táplálásról volt szó, a hálózati csatlakozás csak egy kondenzátoron keresztül a „vilányantennát” biztosította. A keménygumi házban helyezkedett el a tekercs, azon belül annak elfordítható, a hangolást szolgáló része, a tetején a detektor, a fejhallgató és a földvezeték csatlakozása. Alul a villásdugó, amellyel a készülékkel adott, de bármelyik más konnektoraljzatba lehetett dugni. A gyártó a készülék eladhatóságának érdekében nagy reklámkampányt indított, nem sok sikerrel. Az oldalán lévő tábla szerint a „Vocaphon Baby” nevet viselte és a Telephonfabrik H. Jacoby & Co. gyártotta [6].

A „Matador” építőjáték a maga idejében legalább olyan népszerű volt, mint a Lego, csak ez nem műanyagból, hanem fából készült. Az idősebbeknek még volt szerencsájük gyerekkorukban ezzel játszani. A feltalálója Korbuly János volt, aki 1860-ban Bécsben, kereskedőcsaládban született, 1901-ben szabadalmaztatta faépítőszekrényét és adta neki a Matador nevet. A Legohoz hasonlóan a Matador is különböző korosztályoknak készült építőszekrény sorozatból állt. Lehetett belőle repülőgép, helikoptert, emelődarut és mindenféle járművet összerakni [7]. A 153. számú doboz tolókás detektor rádió építésére is alkalmas volt (4. kép). Később a német Märklin fémépítő (magyar változata az „Antenna”), amelyik sokkal strapabíróbb volt, mint a Matador, kiszorította a fából készült építőjátékokat.

Az 5. képen egy szokatlan, hajó formájú „nem márka” detektoros vevőt mutatunk be az említett [3] irodalomból. A tekercs alkotja a hajó vitorláját.

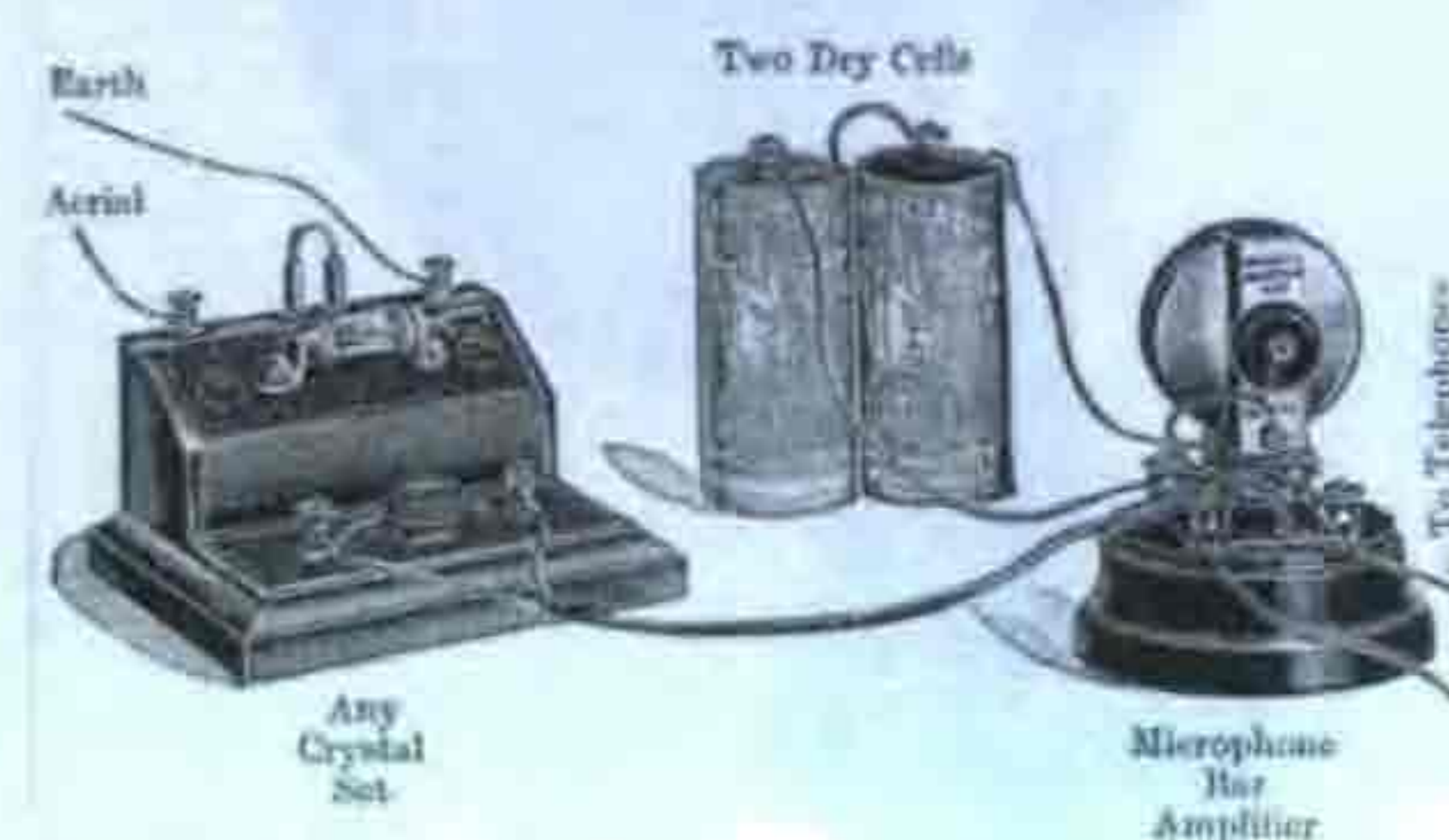
A [2] könyv is külön fejezetet szentel az angol detektoros vevők bemutatásának. Ha hihetünk a reklámnak, a húszas évek közepén Angliában sokan hallgatták a detektoros vevőjüket hang-



5. kép. Vitorlás detektoros [3]

szóróval, még a Daventryben felállított adótól 75–100 mérföld távolságban is. Ehhez a vevő és a hangszóró közé az ún. Brown-féle mikrofonerősítőt kapcsolták, amely elektroncső nélkül működő mechanikus erősítő volt és csak két szárazelem cella kellett a tápláláshoz. Ez a megoldás a húszas években, a tölcséres hangszórók, a wolfram- és a tóriumos wolframkatódos elektroncsövek korában versenyképes volt, de ötlet szinten elöbukkant még 1939-ben is, amikor a hazai tanyák rádiókészülékkel történő ellátásáról volt szó [8]. A 6. képen látható egy ilyen összeállítás reklámja.

A detektoros rádiókhoz tartozó érdekesség: a hangszórót közvetlenül működtető vevő. Ez a téma a szakirodalomban időről-időre megjelent és mindig felkeltette az amatőrök érdeklődését. A tapasztalatokból levonható következtetés általában az volt, hogy megfelelő térerő, jó magasantenna, alacsony veszteségű tekercs és jó hatásfokú hangszóró szükséges az élvezhető hangszórós vételhez. Legutóbb a német rádiógyűjtők lapja foglalkozott a témával és ismertetett két márka, egy Sachsenwerk és egy Blaupunkt vevőt [9]. Ez utóbbit mutatjuk be 1945-ből a 7. képen. A fadobozba épített hangszóró a DKE 38-ban is használt lengőnyelves típus. A folytatásban még bemutatunk néhány érdekesebb detektoros vevőt.



6. kép. Detektoros vevő Brown-féle erősítővel [2]



7. kép. Blaupunkt vevő hangszóróval [9]

Hangszórók (1924–1930)

Az előző részben nem sok szót ejtettünk a különálló hangszórókról, pedig társszervezetünk Loud Speaker (Hangszórók) címen külön könyvet jelentetett meg, amelyben találunk néhány különlegességet [10]. Történetileg érdekes, hogy amikor a harmincas évek elején a különálló hangszórók bekerültek a készülékdobozokba, a külső hangszórók egy csapásra eladhatatlanná váltak. Az ötvenes évek elején a jobb hangvisszaadás iránti igény hozta újra divatba a külső hangszórókat a műsorvevők-nél. (A terem- és térhangosításnál természetesen mindig is különálló hangszórókat alkalmaztak.). Először a monó sarokhangszórók, majd a sztereó HI-FI-tornyok mellett a többutas hangdobozok formájában. No, de ne ugorjunk ennyire előre!

A rádiózás őskorában a tipikus, általánosan alkalmazott a tölcséres (8. kép) és az ún. „kónusz” (9. kép) hangszóró volt. A bemutatott olcsóbb gyártmánynál a papírkónuszt (másik néven membránt) nem védte semmi, ezért nagyon sérülékeny volt. A drágább változatokat dobozba építették. Ilyen volt a



8. kép. Ö.T.A.G. tölcséres hangszóró (Körömi Imre gyűjtése)



9. kép. Western – Tungram kónusz hangszóró (a szerző gyűjtése)



10. kép. Telefunken Arcophon 5 hangszóró (a szerző gyűjtése)

10. képen látható ívmembrános hangszóró, amelyben a papírmembrán nem kúp alakú, hanem egy könyv két lapjának visszahajtott formájához hasonlított. A hangszórók meghajtó szerkezete, mágneses, kiegyenlített négy pólusú vagy lengőnyelves volt, a húszas évek



11. kép. Philips 2011-es dinamikus hangszóró a 2511 típusú vevővel [11]



12. kép. Baker-Smith modell: Enchanter G hangszóró [12]

végén gerjesztett dinamikus hangszórókat is építettek külön dobozba kimenőtrafóval és a gerjesztést biztosító tápegységgel együtt [11]. A hangszóró mellett látható rádió nálunk „Luxus” néven szerepelt a reklámokban (11. kép).

Különlegességeket a hangszórók kivitelében is találunk. Ezek közül mutatunk kettőt laptársunknak A húszas évek művészi hangszórói című cikke nyomán [12]. Az első az európai ízlésnek kissé túlcifrázott amerikai kónuszhangszóró (12. kép), de innen származik az angolok papagájos hangszórója is (13. kép).

A selyemmembrános hangszórókat a francia Lumier készítette először. A puha selymet úgy tették hangadásra alkalmassá, hogy egy keretre rögzítették, megnyújtották, és a megfelelő forma kialakítása után belakkozták, majd különféle színűre festették, így egy ke-



13. kép. ARTANDIA modell: Parrot (Anglia 1927.) [12]



14. kép. Orion 9055 típusú hangszóró (Körömi Imre gyűjtése)

mény sugárzó felület jött létre [13]. Egy 1929-es kiadású Orion hangszórót láthatunk a 14. képen, a 9055-ös típusút. Még nagyon sok bemutatásra érdemes hangszóró maradt tartalékban.

Külsőcsöves készülékek (1922–25)

Vissza kell térnünk a külsőcsöves készülékekhez, mert ezek dobogtatják meg leginkább a gyűjtők szívét. Sajnos ezekből a hazai választék nagyon szűkös, mert nálunk későn indult meg a rádiózás, ezért a külföldi készülékek között kell keresgelnünk. A gyűjtők szaklapjai által közölt képekről sem lehet megállapítani, hogy mennyiben eredeti restaurált vagy a korabeli leírások, képek alapján készült utánépítésről van szó. Egy restaurált példányt mutat lap-társunk [14], a húszas évek elejéről a milánói Lorenz üzem 4 V típusú, „négylámpás”, telepes táplálású készü-



15. kép. Lorenz 4 V típusú „négylámpás” vevő [14]



16. kép. Az osztrák Zerdik vevője 1924-ből [15]



17. kép. A torinói „Sair” vevője 1924-ből [15]

lékét (15. kép). Feltűnő a készülékdoboz egyszerű kivitele, de megfigyelhető az elektroncsöveknek az izzólámpához hasonló, wolframkatódos kialakítása.

A pultformájú külsőcsöves készülékek közül, ez a kialakítás volt jellemző nálunk is a ládarádiók megjelenése előtt, az osztrák Zerdik 1924-es bakelitházaz vevőjét választottuk (16. kép), mert ebben az időben még ritkán volt elérhető az a sorozatnagyság, amely kifizetővé tette a prérsszerszám költségeit. Ausztriában a rádiózás valamivel a hazai kezdetek előtt indult. Ugyanebből az évből származik a torinói „Sair” ötcsöves vevője. A korabeli egyenes rendszerű telepes készülékek között ez már komoly vevőnek számított (17. kép). Mindkét fényképet a [15] könyvből vettük. Figyeljük meg az elektroncsövek modernebb változatát, ezek már tóriumos wolfram fűtőszállal és az



18. kép. G. E. Co. GEC o PHONE márkájú készüléke [2]



19. kép. Ducretet Piano 6 csöves 1925-ből (Balás B. Dénes képeslapjáról)

üvegburára belülről kicsapatott magnéziumoxid tükröző getterrel készültek.

Átmenet a külsőcsöves és a ládakészülékek között a General Electric Co. „GEC o Phone” márkájú, telepes táplálású, háromcsöves készüléke, amelynél a lámpákat a felső három nyíláson lehetett figyelni. Az 1923-ból származó vevőnél az akkumulátorokat az alsó fiókban helyezték el, a kezelőszerveket ajtó mögé lehetett csukni. A fekete-re lakkozott Sterling Baby tölcseres hangszóró a készülék tetején helyezkedik el (18. kép).

Utoljára hagytam az egyik legérdekesebb külsőcsöves készüléket. Balás B. Dénes barátom és szerzőtársam küldte a következő képet (19. kép) és szöveget: Ducretet – Piano „A készülék Nyugat-Európában közismert, nálunk kevésbé. Jellemzője, mint minden Ducretet készüléknek, a rendkívül igényes mechanikai munka, ugyanakkor látzatra ijesztően bonyolultnak tűnik, ami nehézkes kezelésre, de nagy elektromos teljesítményre utal. Ez még a húszas évek készüléke, kis erősítésű trió-



20. kép. Standard „Rex” (1930, Háder József gyűjtése)



21. kép. RCA Radiola 28 vevő keret-antennával (Háder József gyűjtése)

dákkal, külön hangszóróval, cserélhető tekercsekkel.

A képeslapot az azóta megszűnt kis múzeumból, a franciaországi Lanobre-ből kaptam. Hasonló készülékek egyébként a Radio France múzeuma is rendelkezik.”

Hozzá kell tennem, a készüléket az előző részben említett, főleg a külső-csőves vevőket bemutató francia könyv is ismerteti [16]. Eugène Ducretet (1844–1915) társával Ernest Roger-val hozzájárult a francia rádiózás kezdetének sikereihez. Ebben az időben Ducretet & Roger márkával kerültek forgalomba főleg az ipar és a kutatás számára gyártott termékeik. Eugène fia, Fernand Ducretet 1909-től vette át a cég irányítását. Nem tudjuk, hogy mi volt az előnye ennek a „zongoraszerű” kialakításnak, de ezeket a piano készülékeket különböző csőszámmal 1923 és 1925 között gyártották, mindegyik na-



22. kép. Stuart Warner 300 vevő hangszóróval (Háder József gyűjtése)

gyon sok kapcsolóval és forgatógombbal volt ellátva, kezelésük nagy szakértelmet igényelhetett. A készülék mellett látható egy Amplion „Sárkány koncert” hangszóró tölgyfából készült tölcsérrel. Ezt mutattuk az előző részben is a Vox Rádió kirakatában.

Ládakészülékek (1925–30)

Már említettük előzőleg, hogy a ládaformának milyen előnyei voltak a külső hangszórók alkalmazásának korában. Ebben az időben a gyárak már növelték választékukat, és a „szivarosdoboz” kivitel meglehetősen egyhangúvá tette a készülékek külső formáját. Gondoljunk csak a Telefongyár Triodontól Octadonig terjedő sorozatára. A tervezők törekedtek ennek az egyhangúságnak a megtörésére. A Standard cég elhagyta a korábbi fekete mintás keménygumi előlapot a Rex nevű készülékénél (20. kép). Ez az 5 + 1 csöves váltóáramú készülék még „ládarádió”, mert felülről nyitható, de a frontoldala a többi oldallal azonos színezésű fa.

Gyűjtőtársunk jóvoltából még két amerikai készüléket tudunk bemutatni ebből az időből: az RCA Radiola 28 (21. kép) és a Stuart Warner 300 típusút (22. kép). Az előbbinél a formatervezett keretantenna, az utóbbinál a ráhelyezett hangszóródoboz oldja fel az egyhangúságot. A tervezők sokszor éltek ezzel a lehetőséggel.

Keretantennák (1923–30)

A kezdeti időben a szuperkészülékeket, az oszcillátor sugárzása miatt, csak keretantennával volt szabad használni. Mivel a keret síkját az adó irányába kellett beállítani, az antennát legtöbbször forgathatóra képezték ki. Az egyszerűbb keretantenna csak egy falécekre kifeszített nagytérű tekercs volt. A formatervezők nem elégedtek meg ezzel, és változatos formákat alakítottak ki. A francia S. F. R. (Société Française Radio-Electrique) egy érdekes keretantennás, külsőcsöves vevőjét láthatjuk a 23. képen. A készülék a keretantennán belül van elhelyezve. A keret alatt lévő lenyitható ajtajú dobozban a fűtő és az anódkumulátorokat tárolták.

Tagtársunk gyűjteményében is található érdekes keretantenna (24. kép). A tekercsek két, egymásra merőleges síkban vannak elkészítve az iránythatás csökkentése céljából, és a keretek közepén díszítésként egy aktszobor látható.



23. kép. S. F. R. 4 csöves „Radiola” típusú készüléke [16]

Rádiók az otthonok részére (1930–1940)

A húszas években a készülékek inkább műszaki érdekességek voltak, Az emberek megcsodálták, vicceltek vele, de kialakításuk, a telepes táplálás és bonyolult kezelésük miatt nem szívesen áldozták rájuk az igen magas árat. A tömeges elterjedés érdekében, amelyhez főleg a hálózati táplálás járult, olyan külalakban kellett gyártani, amely illeszkedett a korabeli lakások berendezéséhez, bútoraihoz. Az említett angol könyv [2] (Wireless for the Home fejezetében) 1927–1938 közé becsüli, ná-



24. kép. Keretantenna szoborral (Körömi Imre gyűjtése)



25. kép. Philips 2515 (Körömi Imre gyűjtése)

lunk a gazdasági világválságból is adódó szegénység miatt inkább 1930 utánra lehet tenni ezt az időszakot.

A Telefongyár mellett az Orion ekkor indította meg gyártását, a Philips és a Telefunken 1932 után az importkorlátozás miatt kénytelen volt Budapesten az addigi kereskedelmi tevékenység mellett gyártóbázist létesíteni [17], de a Standardnek is 1930-tól bővült - az addig elég szegényes - választéka.

A Philips 1930-as kiadású fémdobozos, 2 + 1 csöves, hálózati táplálású készülékére még nem lehet azt mondani, hogy illeszkedik a lakás berendezéséhez (25. kép), mert inkább hasonlít egy anódpótlóhoz, mint rádióvevőhöz. De az Orion első vevői, amelyeket ezen Évkönyv egy másik cikke mutat be, már ebben a felfogásban készültek.

Ezt a periódust is kétfelé oszthatjuk: az európai csapos csövek (1935-ig) és az egységes körmös csövek (1936 után) felhasználásának idő-



27. kép. Standard 2A változat (Apsitos Endre gyűjtése)

szakára. A hazai gyűjtők számára az első időszakból származó készülékek az igazán értékesek, ezért ezekből mutatunk be néhány Standard vevőt azok közül, amelyek az előző részben nem szerepeltek.

Kezdjük mindjárt az 1931-32. év Standard 2A változataival [18]. A szerző cikkében négy változatot említ, ebből barátaink jóvoltából hármat tudunk bemutatni. Ez volt a Standard első hangszóróval egybeépített vevője. Minden változat szerkezete azonosan egyszerű: 2 + 1 csöves váltóáramú táplálású, középhullámú vevő a helyi adó vételére, a hangszóró négy pólusú kiegyenlített mágneses. Az alaptípus fadobozának kivágása virág vagy legyezőmintás (26. kép), a ritkább változat függőleges, egyenes vonalú kivágással készült (27. kép). Az állomásválasztást



29. kép. Standard Szuper 33 (Körömi Imre gyűjtése)

csak egy nagyméretű számskálával ellátott forgatógomb segíti. A luxuskiültelt 2 AV típusjelzéssel, kicsit díszesebb dobozban, fémmaszkos mikrodiállal és hátulról megvilágított számskálával gyártották (28. kép).

Egy évvel későbbi a Standard Szuper 33, amely egy 6 + 1 csöves, két hullámsávú, hangszínszabályzó luxuskivitelű állomásával és elektrodinamikus hangszóróval (29. kép). Mi változott a készülék külalakján a kisebb hangszóró és az egygombos hangolásból adódóan? +

A hangszóró- és a skálakivágást díszes bakelit keretezi, a kezelőszerveket és a skálát szimmetrikusan lehetett elhelyezni. A hangszóró kerete mellett elhelyezett két sötét, függőleges lécz határozza meg a doboz összképét. Az eredeti hangszóróselyem a Standard ké-



26. kép. Standard 2A alapváltozat (Körömi Imre Gyűjtése)



28. kép. Standard 2AV luxusváltozat (Apsitos Endre gyűjtése)



30. kép. Standard Szuper 34 (Roszoly Pál gyűjtése)



31. kép. Standard 2X (Háder József gyűjtése)

szülékekre ebben az évben jellemző madármintás (lásd később).

Hasonló küllemű a korszerűbb, 4 + 1 csöves Szuper 34 is (30. kép). A hangszóróselyem festése megváltozott, függőleges mintázatú lett.

Nagyon modern készülék benyomását kelti a következő évben kibocsátott Standard 2X, amely már kétpentódás, két hullámsávós, 2 + 1 csöves készülék [19]. Az állomásnév skála már vízszintes.

A függőleges elrendezésű készülék elég magas, ez az olcsóbb mágneses hangszóró használatából adódott. Ennek hatását igyekszik ellensúlyozni a hangszóró előtti terület vízszintes léce-



32. kép. Philips Luxus Szuper 1936. (Kóger László gyűjtése)

zése (31. kép). Érdekes összehasonlítani az előző Évkönyvben közölt Telefunken Rekord képével, ahol a függőleges bakelitlécek és a hangszóróváson függőleges csíkozása pont az ellentétes hatást éri el.

Az időszak második feléből Philips készülékeket mutatunk be. A hazai rádiógyártás egyik legkülönlegesebb készüléke a Philips Luxusszuper. Az 1936-os vevő már az „A” sorozatú, kosaras foglalatú csövekkel készült. A különlegessége, hogy a gerjesztett dinamikus hangszóró a készülék felső lapjára van szerelve, felfelé néz [20]. A hangszórót a dobozzal azonos színű felnyitható fedél takarja.

A 32. képen látható, hogy a hangszóró fölött a szokásos Philips minta van fából kivágva. A megoldás előnye, hogy az akkor divatba jött nagyméretű állomásnévskála a készülék közepén volt elhelyezhető, a készülék előlről nézve teljesen szimmetrikus elrendezésű. Akusztikai szempontból viszont nem volt optimális ez az elrendezés.



33. kép. Philips Ultra Szuper 1937. (a szerző gyűjtése)

A következő évben az előző készülék nagyobb testvérét hozta ki a Philips, az Ultra Szupert. Szintén „A” sorozatú csövekkel, de már előcsövel és a nagyobb teljesítményű AL4-es végerősítő csövel. A formatervezők szimmetrikus-aszimmetrikus elrendezésben oldották meg a feladatot. A hangszóró előtti terület nagyobb, mint a skálaüveg, ezért a középső borda jobbra el van tolva. Ezt az aszimmetriát ellensúlyozandó, a hangszóró előtti függőleges lécekből csak három van, mintha a negyedik hiányozna. A hangszórószövet mintázata ugyancsak függőleges csíkozású. A forgatógombok elhelyezése szimmetrikus (33. kép).

Hogy a Philis formatervezői számára milyen fontos volt a szimmetria kér-



34. kép. Philips Windsor 1938. (Kóger László gyűjtése)

dése, mutatja az 1938-as Windsor készülék, amelyik egy 3 + 1 csöves kisszuper [21]. Felépítéséből adódóan elfért volna egy jóval kisebb dobozban, de a közepre helyezett skála miatt, a jobb oldalon a hangszóró tükörképével megnagyobbították a dobozt, mintha ott is lenne egy hangszóró, persze nincs (34. kép). Ez teljesen szimmetrikus („sztereó” látszatú) elrendezést eredményezett, ami ritka volt abban az időben. A Telefunken 538 típusjelzésű készülék hasonló kivitelű, de abban ténylegesen két párhuzamosan kapcsolt hangszóró található. Az ismertetett három Philips készüléknél a ködfénylám-pás hangolászjelzőt alkalmazták, amely működés közben rendkívül látványos volt, de a készülék formai kialakítását nem befolyásolta úgy, mint a későbbi varázsszem.

Másként oldották meg a szimmetria kérdését a Philips York készüléknél. Ez egy 1938-as kiadású, 2 + 1 csöves, egyenes rendszerű vevő, amelynek volt váltóáramú (W) és univerzális (U) változata. Mivel a skálaüveg sokkal kisebb, mint a hangszóró, az előlap kapott egy fekete színezésű keretet. A keret belső nyílása azonos a skálaüveg méretével, de ugyanez a keret került a hangszóró elé is, ez biztosítja a szimmetrikus elrendezést (35. kép). A folytatásban még több érdekes kialakítású Philips készüléket mutatunk be.



35. kép. Philips York W (a szerző gyűjtése)



36. kép. Siemens 543 V (a szerző gyűjtése)

Háborús készülékek (1940–45)

A gazdasági válságból való kilábalás és a háborús készülődésből adódó konjunktúra hatással volt a rádiógyártásra is. Átalakultak a rádiózással kapcsolatos szokások. Azokban az országokban, amelyek közvetlenül a háború kitörése után hadműveleti területek voltak, szigorú intézkedéseket hoztak arra, hogy a lakosság lehetőleg csak a hivatalos közleményeket hallgassa. Ez eredményezte az egyszerű, olcsó népszerűvők elterjedését. Fellendült a detektoros vevők és a majdnem elfelejtett telepese készülékek forgalma, ezeket áramszünet esetén is lehetett hallgatni. A hordozható vevőket lehetett az óvóhelyekre is vinni. Nálunk a háború első éveiben a hazai gyárak még ontották a luxuskészülékeket, amíg fel nem lépett az alkatrész- és szakemberhiány. A nagy német gyáraknak 1940-től csak exportra volt szabad fejleszteniük, mert a hadiiparnak szüksége volt az exportkészülékekből befolyó bevételre. Ez a kettősség jellemzi a háborús időszakból megmaradt készülékeket: egyrészt a lakosság egy részének volt anyagi fedezete a nagyszupererek vásárlására. Olyan kényelmi megoldásokat alkalmaztak, mint a nyomógombos állomásváltás, az „automatikus élelhangozás” stb. De a lényeg a kényelmes és



37. kép. Telefunken 2 T 85 V (a szerző gyűjtése)

stabil rövidhullámú vétel volt. A sávnyújtás a rövidhullámú műsorszóró adók könnyű beállítását tette lehetővé. Ebben az időben alkalmazta a Standard gyárunk a polgári vevőknél a kétszeres transzponálást, ami rövidhullámon nagyobb érzékenységet és kiváló vételt eredményezett. Óriási volt a választék „nagy-”, „csúcs-”, „luxusszupererekből” és zeneszekrényekből. Ezt még növelte, hogy a Siemens 1942-től – az előbb ismerttetett okok miatt – megkezdte itthoni gyártását.

Két olyan, 1942–43-as készüléket mutatunk be, amelyeknél a hosszú, vízszintes skálaüveg a hangszóróvászon előtt helyezkedik el, a formatervezők így nagyobb szabadsághoz jutottak. Ezt a megoldást a Telefunken 1939-től alkalmazta nagyobb készülékeinél, később a többi gyár is átvette. Hogy az álmásneveket világosban is lehessen olvasni, a teljes hangszórószövet vagy csak a skála mögötti része sötét volt.

Az 543 V típusjelzésű az egyik legnagyobb méretű Siemens gép (36. kép). A konstrukció hangsúlyozottan a kényelmes rövidhullámú vételt szolgálta. A hosszú- és középhullámú sávok mellett egy kapcsolóállásnál a teljes, 16–50 méterig terjedő rövidhullámú tartományt, majd nyújtott sávként a legjobban fogható négy műsorszóró sávot a 19, 25, 31, és 49 métert lehetett kapcsolni. Természetesen a kényelmi szolgáltatások közül a varázsszemet, a hangszínszabályzóval mechanikus kapcsolatban lévő, folyamatos sáv szélesség szabályzást, a fiziológiai hangerőszabályzást és a beszéd-zene kapcsolót is tartalmazza. A középső gomb feletti kis bakelitablakban hátulról megvilágítva megjelenik a választott hullámsáv rövidített neve vagy száma.

A hangszóró előtt korabeli Siemens készülékek szokásos kávébarna mintás szövetét látjuk, amelyet egy világos fakeret határol. A világosabbra pácolt előlap és a sötétbarna doboz között egy ezüstsínűre festett csíkot találunk. A teljes szimmetriát csak a skálaüveg mögött baloldalt látható varázsszem és a jobb felső sarokban elhelyezett Siemens embléma töri meg. Az előlapon három forgatógombot találunk, a hullámváltó oldalt, egy bemélyedésben helyezkedik el.

Teljesen szimmetrikus kialakítást látunk a másik készülék, a Telefunken 2 T 85 V típusjelzésűnél. A belső felépítése teljesen azonos a Standard Nagyszuperével, mert a Standard a hadiipari megrendelések miatt kénytelen



38. kép. Orion 122 (a szerző gyűjtése)

volt termékeinek egy részét gyártásra más cégeknek átadni [22]. Így került a Telefunkenhez a kétszeres transzponálású Standard vevő gyártása, természetesen más külalakkal. A 37. képen az előbbihez hasonló nagy készüléket látunk. A doboz és az előlap színezése azonos, a két részt egy sárgaréz díszítésű keret választja el. A hangszórószövet kávébarna mintázatú, amelyet sötétre festett keret határol. A hullámváltást végző két kapcsoló beállítását a kapcsolók mögötti színes szegecsfejek könnyítik meg, ezek színezése meg egyezik a skálaüvegen látható színes pöttyel. A szimmetriát az biztosítja, hogy a varázsszemet a skálaüveg fölött, a Telefunken feliratot az előlap tetején, mindkettőt középen helyezték el. Az előlapon alul, mint a Standard változatnál, öt gombot találunk, ott a skálaüveg alatt, oldalt, itt középen.

Nézzük meg az előzővel ellentétes irányzatot! A kispénzű, takarékos emberek részére az olcsó, egyenes rendszerű vevőket vagy - az akkor újak számító - bakelit házias, egyszerű felépítésű törpeszuperereket gyártották. A bemutatott vevőknek részletes ismertetését megtalálhatja az olvasó a sorozat korábbi részeiben, de hogy mennyire esztétikusak, azt jobban megítélhetjük a színes képekről, mint a korábbi fekete-fehér képekről.



39. kép. Orion 411 (a szerző gyűjtése)



40. kép. Standard 4433 T (Kóger László gyűjtése)

Feltétlenül szólnunk kell az Orion 122 típusszámú egyenes rendszerű vevőről. A hálózati táplálású egyenes készülék 1941–42-ben már eleve különlegesség volt, kivéve a Néprádiót, amelyet az előző részben mutattunk be. Nehézes kezelése, a szelektivitás hiánya és korlátozott vételképessége miatt nem volt népszerű. 1940 előtt az egyenes vevőket is hasonló díszes, nagyméretű dobozba helyezték, nagy hangszóróval és azonos skálával szerelték a gyárak, mint a szupereket. Rengeteg kezelőszervvel látták el azokat, ezzel a legfontosabb előnyüket, az egyszerűségüket veszítették el. Az Orion 1940-ben szakított ezzel az elvvel, és a lehető legegyszerűbb 2 + 1 csöves vevőt hozta ki 022 típuszámmal, ennek kissé módosított változata a 122-es (38. kép). A politúrozott fadobozra elől két szimmetrikusan elhelyezett nyílás került. A hangszórót az egyik oldalon fedő vászon mintázata azonos az Orionnak ebben az időszakban alkalmazott többi készülékén találhatóval. Ami érdekes, az a skálamegoldás. A szürkére festett fémlap előtt szokatlan formájú, fehér műanyag skálamutató forog 360°-os körben. A forgatás közben a két hullámsáv (közép, hosszú) között az átkapcsolás automatikus. A középhullá-



41. kép. A Standard törpeszuper fadobozban (a szerző gyűjtése)

mú adók felirata zöld, a hosszuhullámúké piros. Akinek fontos volt, hogy a vevő jól illeszkedjék a lakás egyéb bútoraihoz, a bakelitházás törpeszuper helyett inkább ezt a készüléket választotta.

A törpeszupereknél a legfontosabb a kis méret, az egyszerű felépítés és az alacsony előállítási költség volt. Az U21-es sorozatú színüvegcsövek (a Németeknél az U11-es sorozatú acélcsövek) fejlesztése és az a tény, hogy a negyvenes évek elejére közismertté váltak az egyenes vevők hátrányai, elősegítette a törpeszuperek elterjedését. Ezek közül az 1944-es kiadású Philips 37 U típust az előző számban már bemutatottuk, a törpekészülékek gyűjtői kedvéért most folytatjuk az ismertetést.

Valamivel nagyobb méretű az Orion „törpéje”, a 411-es típusszámú, amely a másik hazai gyártású készülék volt az említett színüveg csövekkel. A legkisebb készüléken is három kezelőszervnek kellett lennie, a hangolás, hangerő és a hullámváltás céljából. A Philipsnél ezt a feladatot készülék oldalán elhelyezett három gombbal oldották meg, az Orion vevőnél a jobboldali hangológomb kihúzásával lehet a hullámsávot váltani (39. kép). A bakelitdobozon az egyetlen „díszítés” az oldalfalakat is erősítő bordázat, amely előrejön a hangszóró és a skálaüveg nyílásáig és folytatódik a középső, a hangszórót és a skálaüveget elválasztó oszlopon. A kis méretek ellenére a skálaüveg látványos, közepén az Orion embléma látható. A fogaskerekekre emlékeztető forgatógombok jól illenek az összképhez.

Ez a dobozkonstrukció annyira bevált, hogy az Orion a középső oszlopot eltávolítva, egy fehér előlapot betoldva, ugyanebben gyártotta 1956 után Pajti nevű készülékét, majd a VT is felhasználta egyszerűbb vevőikhez.

A Standard 4433 T törpeszuper mellett annak két változatát tudjuk bemutatni. Ezt a készüléket nem a Standard gyártotta, hanem a háború vége felé mutatkozó készülékhiány enyhítésére importálta. A német készülék a Lorenz 10 A típus volt [23]. A 40. képen az „eredeti” Standard, ill. Lorenz vevő látható. A hangszórót védő sűrű bakelittrács miatt nem látszik a barnás-szürke hangszóróvászon. Vajszínűre festett celluloid lemezre vannak az állomásnevek nyomtatva, amely előtt kétágú fekete mutató forog. A skála felső része a közép- az alsó a hosszuhullámú állomásokat tartalmazza. Érdekes,



42. kép. Tefag KLM 50 A (a szerző gyűjtése)

hogy Budapest II. még hosszuhullámon van feltüntetve, pedig 1943-tól már középhullámon adott [24].

A 41. képen látható készülék a 4433 T fadobozos változata. Az izléselesen kidolgozott fadobozba (valószínűleg kisipari munka) azért teheték a készüléket, mert a bakelitdoboz könnyen eltört és ebben az időben nem volt utánpótlás. Azért mutatjuk a két készüléket egymás után, hogy megfigyelhessük, miként befolyásolja a fadoboz az azonos hangszóróvászonnal és skálával ellátott két készülékről kapott benyomásunkat.

A 42. képen a német Tefag KLM 50A készüléke látható, a Lorenz 10 A típus három hullámsávú változata. A hangszóró előtt lévő bakelittrács ritkább, látszik a hangszórószövet. A három hullámsáv állomásnevei különféle színnel vannak nyomtatva. A hullámváltó gombon felülre kerülő színes pont mutatja, hogy melyik hullámsáv van bekapcsolva.

A Wega Radio Stuttgart 642 GW típusú törpeszuprének érdekessége, hogy négygombos, az előbbi funkciókon kívül még hangszínszabályzója is van (43. kép), azon kívül tiszta fekete. Nem tudjuk, hogy mit akartak a tervezők kifejezni ezzel, de fekete a doboz, a



43. kép. Wega 642 GW (a szerző gyűjtése)



44. kép. Orion 115 A (a szerző gyűjtése)

hangszóróselyem, a skála, a forgatógombok és a hátlap. Az egyetlen díszítés a doboz elülső oldalán végigfutó, a bakelitból kiemelkedő három csík.

Készülékek '45 után

Ebből az időszakból olyan nagy a választék, hogy csak kiragadnunk lehet egyes vevőket. Az előző részben a fémdobozos Néprádiót mutattuk meg, ezt főleg Philips (Ráva), Orion 313, ritkábban Siemens jelzéssel találjuk. A fémdobozos Néprádiót az Orion gyártotta 115 A és a telespes változatot 115 B jelzéssel, persze előfordultak átfedések főleg olyan formában, hogy fémdobozos 313-ast találunk, mert csak ez volt használható 110V egyenáramú hálózat esetén. A fémdobozos Néprádióknak volt háromgombos és kétgombos verziója. Ez utóbbit mutatjuk meg a **44. képen**. Nagyon egyszerű lakkozott kivitel, egyetlen díszítése a hangszóró előtt keresztben fekvő lécen látható két (néhány készüléknél egy) fehér csík. Sokkal érdekesebbek az átalakított változatok, amelyek készültek alsó (**45. kép**) és felső skálával (**46. kép**). Ha nem lát-nánk a jellegzetes forgatógombokat,



46. kép. Felsőskálás átalakított néprádió (a szerző gyűjtése)

meg sem ismernénk, hogy a Néprádióról van szó. Ezeknél a baloldali gomb vette át a hullámváltó (rövid-közép), a középső a skálameghajtás szerepét, a jobboldali maradt a hangerőszabályzó és a hálózati kapcsoló. Ma már kuriózumnak számítanak ezek a készülékek.

Kevésbé ismert, hogy a Néprádió előtt volt egy Népszuper, amelyet az Orion gyártott 309 és a Philips 309 A jelzéssel. Egyszerű fémdobozos készülék volt csak a középhullámú adók vételére. Az Orion változat látható a **47. képen**.

Nézzünk érdekesebb formatervezéseket! A Philips 1947-es készülékei közül mutatjuk meg a 648 A típusjelzésűt, amely az előző részben látható bakelitkagylós „Jóbarát” elődje (**48. kép**). Fémdoboz mellett ez a fordított trapéz formájú kivágás még meglehetősen. A skála jó láthatósága miatt az eredeti hangszóróselyem színe egészen sötét. Ellentétben a „Jóbaráttal”, ezen a forgatógombok fehérek.

Az 1949. évben gyártott Orion nagyszupereknél érdekes formai megoldás volt, hogy a két-két forgatógombot a skálaüveg mellett egymás fölött helyezték el. Ez és a sötét műanyag



48. kép. Philips 648 A (Kóger László gyűjtése)

hangszóróselyem érdekes kinézetet kölcsönzött a készülékeknek. A **49. képen** látható 779 típusjelzésű vevő előcsöves, kéthangszórós nagyszuper.

Túlzott díszítések az ötvenes években

A színes műanyagok és a tartósan fényes lakkozású fémek lehetővé tették, hogy a készülékekre a tervezők annak „agyondíszítésével” hívják fel a figyelmet. Említettük hogy az európai ízlésnek az amerikai készülékek sokszor túl giccsesnek tunktek. A hazai gyártású készülékekre nem volt jellemző a túldíszítés, de a szovjet időszakban a hazánkba különféle csatornákon bekerült és megmaradt rádiókra igen.

Tipikus példája ennek az 1954-es gyártású a Zvezda 54-es (**50. kép**). A doboza fényesre dukkózott fémlemezekből van összezsavarozva. A felül, közepesen lévő vörös csillag a bekapcsolás után világít. A készülékben a fémrácsok mögött két hangszóró van elhelyezve, a skálán cirill betűkkel csak a volt szovjet adók nevei láthatók [25].

De ne higgyük, hogy csak tőlünk keletre voltak található ilyen készülékek. Balás B. Dénesnek, a francia készülékek gyűjtőjének jóvoltából a



45. kép. Alsóskálás átalakított néprádió (a szerző gyűjtése)



47. kép. Orion 309 „Népszuper” (a szerző gyűjtése)



49. kép. Orion 779 (a szerző gyűjtése)



50. kép. Zvezda 54 (Kóger László gyűjtése)

noválcsőves, Sonorton márkájú kieszupert mutatjuk be, amelynél a díszes keret fémből sajtolt (51. kép).

A hazai készülékek közül, a már említett Orion törpeszuper dobozba épített, VT gyártmányú „Badacsony” vevőt láthatjuk az 52. képen. Az eltávolított középső oszlop helyére beillesztett vajszerű előlap és forgatógombok szolgálnak a figyelem felkeltésére. A készülék a külföldi gyűjtők között nagyobb népszerűségnek örvend, mint a hazaiaknál. Laptársainkban több ismertetés jelent meg erről a vevőről [26].

Érdekes rádióskálák

Említettük, hogy a skálaüveg vagy az üveg mögött elhelyezett skála elhelyezése, színezése milyen mértékben volt része a „dízájnnak”. A továbbiakban olyan képeket közlünk, amelyeknél nem a készülék kialakítása, hanem a skála megoldás érdekes.

A hordozható készülékeknél alkalmazott körskáláknál gondot okozott, hogy a középhullámú állomások száma lényegesen nagyobb volt, mint a hosszuhullámúaké, ezért nehéz volt az állomásneveket egyenletesen elhelyezni. Az 53. képen látható a Nora K 41 típusú készülék skálája. Maga a



52. kép. Videoton R 926 (a szerző gyűjtése)

„D11-es” acélcsővel felépített készülék nem túl esztétikus, ami abból adódott, hogy a telepek tárolására nagy helyet hagytak és az egész fadóbozt zöld műbőrrel vonták be. A skála és a hangszóró előtt az ajtó nyitható. Az említett problémát úgy oldották meg, hogy a forgókondenzátor tengelyére szerelt tárcsán lévő skálamutató közép-pontja a skála hosszuhullámú része felé van eltolva, ezáltal a mutató a középhullámú skálarészen hosszabb utat tesz meg.

A hagyományos felépítésű rádiókhoz szokott szakemberek elborzadnak, ha belenéznek a következő 5 + 1 csöves szuperkészülékbe, mert abban a csövek és alkatrészek nem fémpanelre, hanem a hangszóró köré a bakelitra és alul egy falpra vannak szerelve. A légmagos tekercsű KF trafók nincsenek árnyékolva, mert olyan messze helyezték el azokat egymástól, hogy nem lehet csatolás közöttük. Ez a kialakítása a holland Philips 1936-os V4 „Pionier”, 1937-os V6 „Junior” és az olaszországi Philips 751 M „Legionario” nevű készülékeknek. Nem különösen szép a bakelitház, de a skálája érdekes, mert a ház bemélyedésére szerelt hangszóró alatt körívben helyezkedik el. Hogy ezt az ívet a mutató követni tudja, arról egy belső mechanika gondoskodik (54. kép).



54. kép. Philips V6 U „Junior” (a szerző gyűjtése)

Forgódobskálát többnyire műszerekben és katonai vevőkben alkalmaztak. A Standard szuper 35 és Szuper 36 készülékénél találkozhattunk függőleges tengely mentén elforduló, „rotációs” állomásnévskálával. Az 1947-ben készült bakelitházás Ducretet-Thomson készülék külsőleg is megnyerő. Érdekessége, hogy tárcsás a hullámváltója van, de a skálája vízszintes, félkörívben elfordul, és mindig az aktuális hullámsávhoz tartozó adókat mutatja (55. kép).

A legkülönösebbek a térképes állomásnévskálák, amelyeknél az éppen vett adó földrajzi helyénél kis fény jelzi, hogy a térképen hol helyezkedik el az állomás. Nem tartozik a cikk témakörébe a működés ismertetése, elég legyen annyi, hogy a forgókondenzátorhoz kapcsolt bonyolult mechanikai és optikai eszközt kellett a készülékbe beépíteni. A bemutatott Ingelen „Geographic” vevőnél gondos mechanikai tervezéssel és hangolással elérték, hogy legalább a készülék vásárlásának időpontjában megjelent a fénypont a térkép megfelelő helyén, amikor a készülékkel a kívánt adót vették (56. kép). Az ilyen megoldás a háború alatt a német propaganda eszköze volt, mert látható, hogy a térképen az annektált te-



51. kép. Sonorton kisszuper (Balás Dénes gyűjtése)



53. kép. Nora K 41 készülék skálája (a szerző gyűjtése)



55. kép. Ducretet-Thomson kisszuper (kép: Balás B. Dénes)



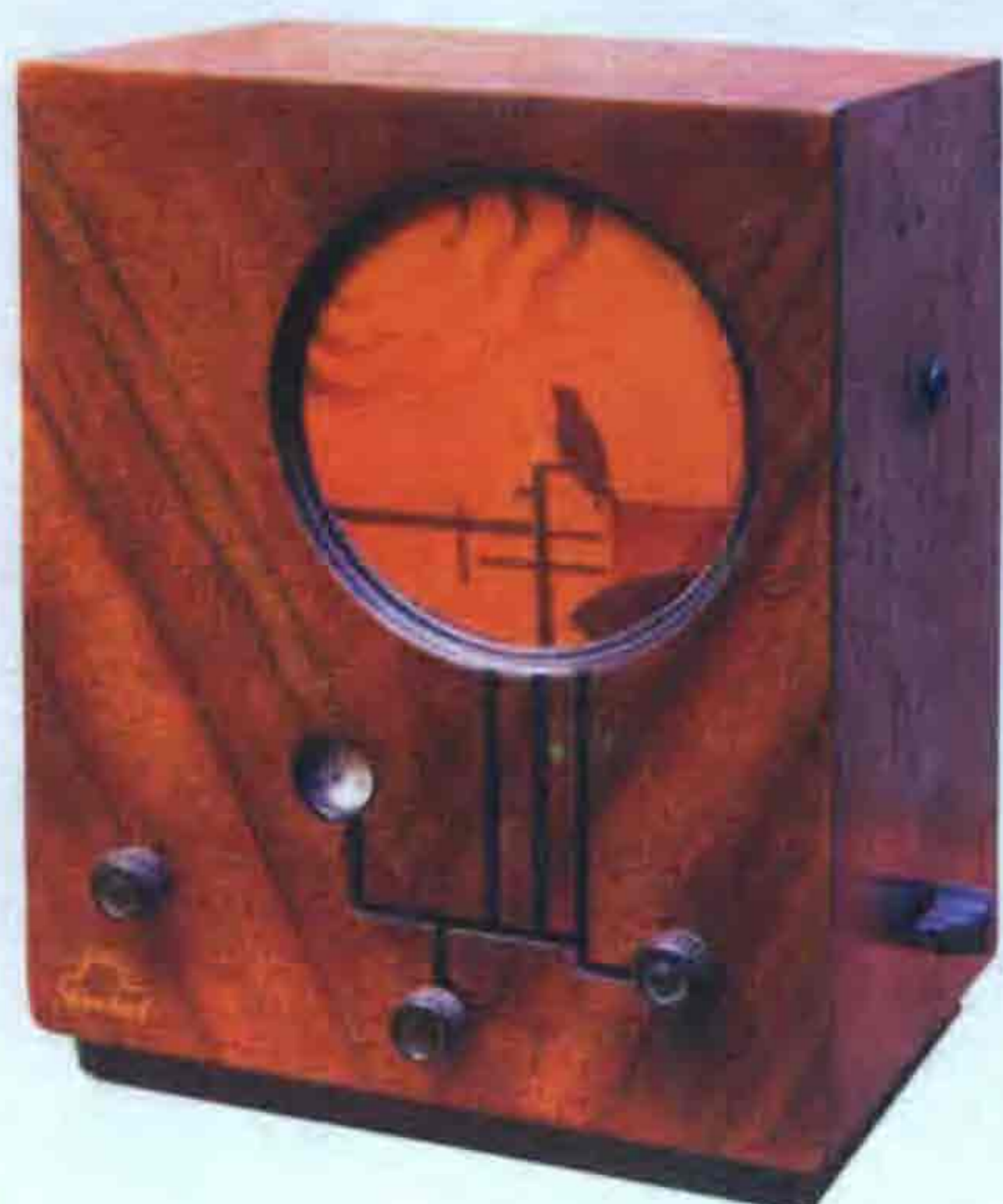
56. kép. Ingelen „Geographic” 39 W (Körömi Imre gyűjtése)

rületek DEUTSCHES REICH néven szerepeltek. Elég sűrűn kellett a térképet cserélni.

Hangszóróselyem

Ha a 29. képen látható Standard Szuper 33 hangszóróselymét összehasonlítjuk a szintén 1933-ban gyártott Standard Lord készülékével (57. kép), akkor belátjuk az eredeti hangszóróselyem vagy szövet meglétének vagy pótlásának fontosságát. Persze ez az anyag csak az első időben volt selyem, és ilyen mintákat is csak akkor alkalmaztak hangszórók és vevőkészülékek díszítésére. Sok esetben a hangszórót takaró kép egészítette ki a lakásban a falon elhelyezett fényképeket, festményeket. Az eltelt hetven év alatt a színek kifakultak és a képek csak nagyon védett körülmények között maradtak meg épségben (58. kép).

Amennyiben nem márkás hangszóróról van szó, helyettesíthetjük háború utáni gépi mintás selyemmel az eredeti



57. kép. Standard Lord (Roszoly Pál gyűjtése)

tit, ennek érdekében sok idős hölgyet kell megkönyékeznünk (59. kép).

Biliczky István írt cikksorozatot a rádiógyűjtők lapjában a hangszóróselymekről és a későbbi vásznak tisztításáról, pótlásáról [27]. A cikk terjedelme nem engedi meg az ott leírtak ismétlését, csak azt a részt emelnénk ki, hogy léteznek számítógépes eljárások az eredeti mintázat és színek előállítására. Reméljük, ahogy tagjaink az elektroncsövek fémezésének egyedi technológiáját kikísérletezték, ahogy a skálaüvegek, forgatógombok és bakelit alkatrészek kisipari előállítását megoldották, ahogy az „Oradio” levelezőlistán küldött tanácsokkal segítik egymást a dobozok rendbetételében, hamarosan a hangszóróselymek és szövetek pótlására is rááll az Egyesületen belül egy vállalkozó személy. A rádiókészülékek szerelmesei hajlandók áldozni annak érdekében, hogy készülékük külalakja minél jobban megközelítse az eredeti állapotot. Remélem, hogy cikksorozatom hozzásegítette az érdeklődőket ehhez a törekvésükhöz!

Irodalom:

1. Beszélő dobozok és képek – Kíspeszt (Szerkesztő: Varga László, 2007)
2. Jonathan Hill: The Cat's Whisker (Oresko Books Ltd., 1978)
3. Fabio Courmoz, Alessandro Battocchio: La Radio a Galena (Mosé Edizioni, 2002)
4. Sugár Gusztáv: Megszólal a rádió (Ajtósi Dürer Kiadó, 1993)
5. Erwin Macho: A. B. Jones & Son LTD. „Uncle Tom” (Radiobote, 2007/4.)
6. Erwin Macho: JACOBI Vocaphon Baby (Radiobote, 2006/2.)
7. Peter Braunstein: Schiebepulen- Radio-Empfänger (Museums Bote, 2005/1.)
8. Nemoda Sándor: A falu rádiója áramellátásának problémái (RT 1939/3.)
9. Werner Bösterling: Detektor-Lautsprecherempfang (Funkgeschichte, 2008. február – március)
10. Alessandro Battocchio: Loud Speaker (Mosé Edizioni, 2002)
11. Címlapkép (La Scala Parlante, 2006. szeptember)
12. GALERY: Anni '20... Altoparlante artistici (Antique Radio Magazine No 82)
13. Kóger László: Az Orion gyár selyemmembrános hangszórói I. – V. rész (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2001. október – 2002. június)
14. La Scala Parlante (2002. november)
15. Luciano Marcellini: Radio fra Storia e Collezione I. (Mosé Edizioni, 1999)
16. Camel Belhacéne: TSF Antique (Mosé Edizioni, 2001)
17. Koroknai Ákos: A Vatea és a Magyar Philips művek... (A Magyar Történelmi Társulat kiadása, 1969)
18. Kóger László: Szép is, régi is a Standard 2A (Nosztalgia Rádió Hírújság, 1998. október)



58. kép. Figaró hangszóró (Körömi Imre gyűjtése)

19. Kóger László: Standard 2X, 2E (EKA 2 + 1) (Nosztalgia Rádió Hírújság, 1998. december)
20. Kóger László: Philips LUXUS-SZUPER Tip. 1770 (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2005. október)
21. Kóger László: Philips Windsor (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2001. június)
22. Dr. Vajda Endre szerk. A magyar híradástechnika évszázada (Híradástechnikai Tudományos Egyesület kiadása, 1979)
23. Kóger László: Standard 4433 T (Lorenz 10 A) (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2004. február)
24. Simoncsics László: A „hányatott sorsú” Budapest II. (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2000. június)
25. Kóger László: Zvezda 54 (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2000. augusztus)
26. Pierangelo Manfredini: L'ultima „popolare” ungarese (La Scala Parlante, 2007. szeptember)
27. Biliczky István: Restaurálás, tippek – trükkök I – II. (Nosztalgia Rádió Hírújság, 2004. június–július)



59. kép. Hangszóróselyem pótlása (a szerző gyűjtése)

A RÁDIÓTECHNIKA *Software Service ajánlata!*

EXOR

EXOR V 1.0 digitális áramkör-szimulátor program

Az áramkört a szimulátor kapcsolási rajz szerkesztőjével rajzolhatjuk meg. Kipróbált kapcsolásokat könnyen beültethetünk újakra. A rajz Epson mátrix-nyomtatón kirajzolható. Az interaktív szimuláció megjeleníti a logikai jelek időbeli lefolyását és kijelzi a zárlatokat, valamint az összetett logikai elemek hazárdjait. A program egyedülálló módon a felhasználó által is továbbfejleszhető, módosítható. Ezt a programhoz mellékelte, szabadon felhasználható.

32-bites objektum-orientált programfejlesztő környezet biztosítja. A szimulátor használatát kinyomtatható magyar nyelvű dokumentáció és angol nyelvű On Screen Help segíti. A használati utasítás a CD-n HTM formátumban megtalálható. Legalább 486-os processzort, 16 MB RAM-ot, SVGA kártyát, egeret és Windows 3.x-et vagy újabbat igényel. Fogyasztói ára: 7500 Ft (1 db CD-n).

RTC ELEKTRONIKAI MÉRETEZŐ PROGRAMCSOMAG

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

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

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



NightPic V 8.1 basic fordító PIC mikrokontrollerekhez



A nagyszerű NightPic szoftvercsomag továbbfejlesztéseként elérhető az újabb verzió, a V 8.1! A basic nyelv adta előnyöket felhasználva igen gyors fejlődés érhető el a PIC programkészítésben, amelyet még a magyarnyelvűség is támogat. A V 8.1-ben megújult a grafikus programszerkesztő-felület, és már nemcsak a soros EEPROM-okat, hanem a teljes I2C busz kommunikációját is kezelni tudja master eszközként. A fejlesztőrendszert praktikus módon Win2K vagy XP alá telepíthető, szerény, PII-es hardverkonfigurációval is megelégszik. Teljes rendszerre a PicProg V 2.5-ös

égetőszoftverrel és a külön megvásárolható NEWSB1 USB-re csatlakoztatható kiegészítőmodullal tehető, bár az egyes egységek önmagukban, egymástól függetlenül is működnek.

A NightPic V 8.1-ről a Rádiótechnika 2008/2. számában, a NEWSB1 USB-modulról a Rádiótechnika 2007/6. számában található részletes leírás.

A V 8.1 program ára: 11 990 Ft (1 db CD-n).

PicProg V 2.5 INTELLIGENS MIKROKONTROLLER PROGRAMOZÓ

A PIC mikrovezérlők programjának betöltéséhez ideális választás a PicProg V 2.5. Az intelligens mikrokontroller programozó szoftver képes felismerni a csatlakoztatott PIC típust, kijelezni adatait, letölteni és feltölteni a kívánt programot. A NightPic V 8.1 párjaként kiegészíti azt, így a két szoftver együttes telepítésével és használatával a legtöbb PIC-es feladat megoldható.

A PicProg V 2.5 a 16F62x, a 16F87x és a 16F8x családokat és a 16F648-at támogatja. A PicProg V 2.5-ről további, részletes információk a Rádiótechnika 2007/4. és 5. számában olvashatók.

Az égetőprogram ára: 5990 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, a Hobby Elektronika Füzetek idáig megjelent számain, kiadásain kívül egyéb műszaki folyóiratok és 200-nál több szakkönyv adatait vittük be az adatbázisba. Intelligens – akár többszintű – keresés logikai függvény alapján! Saját,

letszöveges (műszaki) tárgyú adatbázisok is létrehozhatók! Rövid ismertetése a Rádiótechnika 2001/7. számában, ill. a www.radiovilag.hu honlapon megtalálható.

F. ára: 4990 Ft (2 db 3,5"-os lemezen, öninstalláló). Upgrade: 2000 Ft. A csomagban egy díjmentes, 32 bites FreeDOS rendszerlemez is található, amelyen a programrendszer részletes leírását tartalmazó szövegfájlokat is elhelyeztük.



TTL, CMOS, MEMÓRIA, TRANZISZTOR, DIÓDA katalógusprogramok

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

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

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

Assembly_1 program

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

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

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

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

E-mail: hambazar@radiovilag.hu

www.radiovilag.hu

A világ rádiómúzeumai: Bologna

Balás B. Dénes távközlési technikus

Még 1995-ben, az interneten műszaki múzeumok után kutatva feltűnt, hogy Olaszországban egyedül Milánóban, az egyébként iparosodott észak-olasz régió központjában található a „Leonardo da Vinci” Technikai Múzeum. Azóta már hírt kaptunk Torinóból, egy ottani kisebb rádiókiállításról és rendkívül örövendetesnek tartjuk, hogy Bolognában – Magyarországtól egynapi autóútra – *Giullio Pelagalli*, egykori rádióműszerész, olyan technikai kiállítást hozott létre, mely 2007-ben elnyerte az UNESCO-tól „A világörökség része” megtisztelő címet. Méltó tehát a figyelmünkre! A Pelagalli-múzeumról az olasz rádiógyűjtők folyóirata először 1997-ben adott hírt, azóta fokozatosan bővült és Európa-hírűvé vált.

A 2000 tárgyat tartalmazó gyűjtemény nem csak a rádióról szól, hanem felöleli az otthoni szórakoztató eszközök teljes skáláját, a tüskés-lemezes zenegépektől, utcai verkliktől a televízióig. „Mille Voci... Mille Suoni” hirdeti a kiállítás címe –, szabadon fordítva: „Ezer hang... Ezer tárgy”. Ebben az ezerben helyet kaptak fonográfok, gramfonok, vetítőgépek és rádiókészülékek, de belefért néhány telefontechnikai emlék és szikratávíró is. Az „ezer hang” között megszólaltatható a sokféle zenemechanizmus, gépzongorák, házi orgonák és zenélődobozok, melyek zömmel az előző századok szórakoztató eszközei voltak; mindegyik egy kis műremek. A következő hangok már a fonográfokból jönnek ki, ebből is van néhány különleges – Edison-féle – eredeti darab.



A rádiózás kezdeti eszközei

Az igazán színes, vidám látványosságot és korhű hangot a lemezjátszók adják. A XX. század elejéről megmaradt üveg- és zománcozott réztölcsérek messziről vonzzák a tekintetet, az alattuk levő óraszerkezetet rejtő fadobozok már-már háttérbe szorulnak. Az ifjabb látogatók kedvence a lemezjátszógyűjtemény egyik érdekessége, egy porcelán foxi, párba állítva gramfonkészülékkel. Plasztikusan jeleníti meg, amit csak képekről ismerünk, a „His Master’s Voice” cég híres emblémáját.

Hangot és látványt adnak a telefontelefonkészülékek is. A zömmel XX. századi készülékek mellett akad néhány nagyon érdekes darab a telefontechnika kezdeti idejéből. Működő automata telefonközpont kapcsol össze már modern (számítástechnika, CB) készülékeket –, lehet rajtuk beszélgetni.

Ahogy egy rádióműszerésztől elvárható (?), a kiállítás legbőségesebb és legnagyobb teret elfoglaló anyaga mégiscsak a *rádió*. Történeti-időrendi sorrendben következnek egymás után a kiállított tárgyak, időben átívelve a teljes XX. századot. Reprodukcióként állították ki *Guglielmo Marconi* első sikeres szikratávíró adóját, amivel az angliai bemutatókat tartotta 1896-ban. Ugyancsak rendkívüli figyelmet érdemel egy komplett szikratávíró állomás 1897-ből, a La Spezia-i arzenálból. Akik ismerik Marconi munkásságát, nyilván felfigyelnek a névre és az időpontra: ez a darab Marconi első működő készülékei közül való. Alatta érdeklődésre tarthat számot egy komplett rádiótelefon adó-vevő, az I. világháború egyik repülőgéperől. Továbbhaladva bő választék látható a '20-as évek keretantennás és különhangszórós készülékeiből, valamint a külsőlámpás rádiókból.



A „Marconi-kiállítás”



Az 1920-as évek rádiói



„Kápolna” rádiók kiállítása

A rádiótechnika történetében kiemelkedő szerepet játszó Marconi Bologna környékének szülötte és a város neveltje volt. Mielőtt történelmi kísérletei sorra kerültek, *Righi* professzor előadásait és demonstrációit látogatta a Bolognai Egyetemen. Érdekes módon szülővárosában nem volt nyilvános Marconi-kiállítás, így 1996-ban, amikor a szikratáviró nyilvánosságra hozásának 100 éves évfordulóját ünnepelték, a bolognai Marconi Alapítvány csak egy fényképekből álló vándorkiállítással járt körbe Európában, melyet egyébként Magyarországra is elhoztak. Bolognában csak a Villa Griffone területén lévő Marconi Mauzóleum volt látogatható.

A korai Marconi-gyártmányok és egyéb emléktárgyak bemutatására külön Marconi-szobát alakítottak ki: elsősorban vevőkészülékek, hangerősítők, rádiólampák és az adóoldalról szikrainduktorok láthatók. Egy érdekesség áll a középpontban: szikrainduktorhoz kapcsolva *Righi*-féle szikraköz olajjal töltött üveggömbben! A Marconi-készülékek legtöbbje az 1920-as évekből

származik, jelentős részük a kanadai Marconi gyármánya.

Pelagalli úr kiállítási törekvését *Elettra Marconi* hercegnő, a feltaláló leánya, személyes megjelenéssel és ajánlásokkal segítette, ezért válhatott ez a kiállítás egy jelentős Marconi-emlékhellyé.

A húszas-harmincas évek rádióinak folytatásaként látható, hogy a készülékeknek kialakult egy állandó, (hangszóróval egybeépített, állomás-skálával ellátott) új formája. A rádiógyártók ezen a formán belül igyekeztek újdonságot nyújtani, manipuláltak a skálákkal és a dobozokkal. Néhány igazán szép, különleges furnérozású famunkát lehet megcsodálni, valamint hatalmas skálákat a készülékek tetején, lehajtható-felemelhető kivitelben.

A '30-as évek végétől jelentek meg a néprádiók, melyek gyártásából Olaszország sem maradt ki. Először a Siti Doglio cég Radiorurale (Falurádió) néven 1934-ben dobott piacra egy készüléket, majd utána a CGE cég Radio Balilla nevű készüléke jelent meg, amely méretre szinte egyezik a német

DKE 38-cal. Mindkét készüléken a hangszóró-kivágást úgy alakították ki, hogy az olasz fasiszták jelvényét, a bárdot formázza. Magyar exponátum is található ebben a néprádió-részlegben; egy háború utáni Orion 115A fadobozos néprádió.

A bolognai Ducati-család gyárából hazánkban főleg az elektrolit- és egyéb kondenzátorokat ismerjük, rádiógyártásukról keveset tudunk. A kiállításon a Ducati cég néhány katonai vevőkészüléke és pár merész formájú asztali vevőkészüléke látható. Pelagalli úr személyes kapcsolatban állt a három Ducati fivérel, néhány gyártmányt így sikerült megszereznie.

Jelentős számban gyűjtöttek össze a negyvenes-ötvenes évekből származó, műanyag dobozos vevőkészülékeket. Látványukban feltűnő, hogy a gyártók milyen bátran alkalmazták a színeket. A nálunk megszokott fekete és krémszínű készülékek mellett piros, zöld, sárga színű vevőkészülékeket láthatunk. Ezek azonban nem mind olaszok, például a zöld színűt az Emerson cég gyártotta az USA-ban.



A tévé-kiállítás részlete



A „Ducati-kiállítás”



Műanyag dobozos rádiók



Holland Philips kísérleti színes-tévé, 1960–62.

A televízió képélményének előzetese természetesen a házimozsi volt: a múzeum a nagyközönség által egykor ott-hon használt vetítőgépekből, dia- és mozgókép-vetítőkből gyűjtött össze

egy bemutatásra érdemes mennyiséget. A 9,5 mm-es Pathé-vetítőtől a 35 mm-es normál vetítőig a teljes méretskála képviselve van. És, ha valaki kérdezné, hogy mi van az „ezer hang”-gal, megnyugtathatjuk, a legtöbb vetítőgép hangadapterrel van ellátva. Mivel az amatőr filmezés ma már videokamerával történik, az egykori vágóasztalok, ilyen-olyan segédkészülékek múzeumi látványossággá lettek. A televízió-kiállításán szintén a korai példányokat tartjuk érdekesnek –, némelyik még csak tenyérynyi képcsöves, ám igényes fadobozokban. (Ez a fadoboz-stílus mára teljesen eltűnt, ezért gondoljuk, hogy a fiatalabb korosztályoknak érdekes.) Két kísérleti készülék keltheti fel a figyelmünket: *Baird* első sorozatából, 1925–27-ből származó Nipkow-tárcsás, nyitott képviisszaadó szerkezet és közelében egy hasonló, bedobozolva, Baird második, 1927–30-as sorozatából. Mindkettőt Londonban gyártották és mindkettőt működőképes. Nem tudni, hogyan keveredett Olaszországba a Philips első, 1960-ban Hollandiában készült színes-televízió készülékének teljesen nyitott, kísérleti példánya, de itt van, működik, egy színes monoszóppal látható.

Nem soroljuk tovább, hiszen a 2000 tárgy mindegyikéről egy-egy oldalt lehetne írni.

A múzeum jelenleg Bolognában, a Via Col di Lana, 7/N szám alatt található. A kiállítás neve „Mille Voci... Mille Suoni”, a múzeumot Museo della Comunicazione G. Pelagalli néven kell keresni. Interneten felvilágosítást nyerni az info@museopelagalli.com, illetve a www.museopelagalli.com címen lehet.

Bologna város vezetésének szándékában áll a múzeumot méltóbb helyre, a város egyik híres kiállító-épületébe, a Baraccano-ba költöztetni. Ez várhatóan egy-két éven belül megtörténik –, látogatás előtt érdemes érdeklődni. Telefon: 0516491008 vagy 3388609111.

Mivel az információk mind csoportos látogatásra vonatkoznak, valószínű, hogy az egyéni turistáknak egy látogatócsoporthoz kell csatlakozniuk (a belépő 5 euró/fő). A minimális csoportlétszám 15 fő. A (rövid) tárlatvezetés kb. másfél órát vesz igénybe. A múzeum jelenlegi helye azon főútvonal közepén található, amely nyugatról kelet felé végighalad a történelmi városrészen és a két ferdetoronynál ér véget.

Mi már felkészültünk a digitális rádióra...



DPR-99 DAB+/FM kombó rádió



DPR-69 DAB+/FM kombó rádió

DAB+
Digital Audio Broadcasting

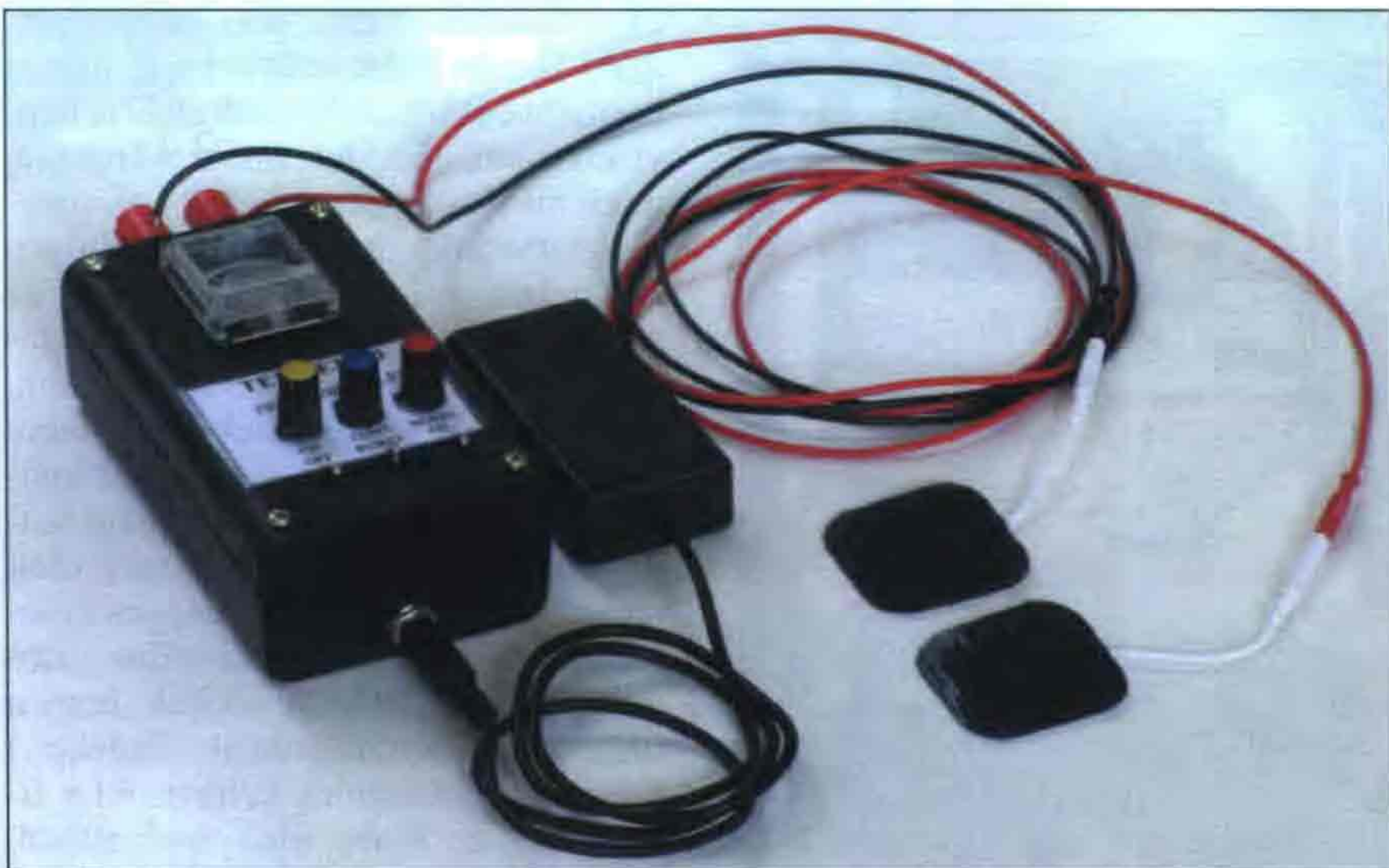
Magyarországi képviselő:

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

A TENS készülék és használata

Nagymáté Csaba
orvosi műszerész,
villamosmérnök



A TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) betűszó „bőrön át történő elektromos ideg ingerlés”-t jelent. Említik nem behatoló fájdalomcsillapító technikának is, melyet széles körben használhatnak fizioterápiások, nővérek, szülésznők. Hatásosságát egészségügyi dolgozók, otthoni páciensek egyaránt igazolják. Ez azt jelenti, hogy a TENS a gyógyászatban a leggyakrabban alkalmazott elektroterápiás fájdalomcsökkentő eljárás. Mivel nem áll fenn potenciális toxikus hatás vagy túladagolás veszélye, sem függőség kialakulása, a páciensek az arra alkalmas készüléket saját magukon otthon is alkalmazhatják. Fontos már előljáróban elmondanunk, hogy a TENS főleg az akut fájdalmak tüneti kezelésére használatos; gyógyulást nem képes előidézni!

Az a tény, hogy kapható, illetve készíthető otthoni kezelésekre használható TENS készülék, amelynek – mint majd látjuk – számos üzemi paraméterét kell megválasztani, illetve beállítani, az ismeretetés módját illetően alaposabb átgondolásra inspirálta a szerzőt.

Alapvető kérdés: kiket szólítson meg cikkünk? Mivel a témának szerkesztőségünkben sincsen semmilyen előzménye, így nem csak az utánépítőknél, hanem a csupán vásárlóknak a fejében is „rendet szeretnénk tenni”, tanácsainkkal segíteni a választást, az alkalmazást.

Bármelyik nézőpontból is közelítettünk a témához, úgy tűnt, hogy nem kerülhető meg a komplex bemutatás. Nem a bizonyítványt magyarázandó, de az alábbiakban papírra vetett gondolatok felfedik cikkünk felépítésének,

szerkezetének esetünkben választott okait.

Technikailag is globalizálódó világunkban minden a vásárló „kegyeinek” elnyerése körül forog anélkül, hogy – az esetleg ténylegesen magas műszaki színvonalú, tartalmú – termékek főbb jellemzőit bárki is bemutatná, illetve értené. Kiragadott példaként nézzük a Philips HTS-3357 típusú házimoziszett egyik reklámjának bevezetőjét (Electro World): „600 W RMS összteljesítmény, USB direkt lejátszás, 1080i felkonvertálás, DTS/Dolby Digital/ Dolby Pro Logic II dekóderek, DivX Ultra/ DivX/MP3/ WMA/ JPEG lejátszás, HDMI csatlakozó”. Lehet próbálkozni a „szakeladónál”, hogy melyik szakki-fejezésnek mi a műszaki lényege, de még a szakemberek többségénél is hiába próbálunk tartalmi magyarázatot kapni. Példaként csak az MP3-as kódolásról önálló könyvet lehetne írni...

De szüksége van-e ilyen ismeretekre – és ha igen, akkor egyáltalán milyen mélységű ismeretekre – a felhasználónak? Általános gyakorlatként azt látjuk, hogy nem, hiszen a felhasználót, a konkrét esetnél maradva, a jó kép és hangminőség érdekli, a mögötte levő hangzatos szakkifejezések, tartalmi ismeretek hiányában, csupán hivalkodásra alkalmasak. Pedig a veszély igen nagy: a tudatlanság veszélye, amikor az ismereteket alkalmazni, önálló alkotásokat létrehozni kellene. Sajnálatos módon ez utóbbi tevékenység az, ami egyre inkább háttérbe szorul. Gondoljunk csak pl. a GSM telefonra, ami az egyik legbonyolultabb működő rendszer. Dacára ennek már az óvodások is bátran kezelik, holott a rendszer működésének megismeréséhez használt be-

tűszavaknak csupán a felsorolása is oldalakat tenne ki! Az sem jellemző ezek után, hogy otthon GSM telefont építsenek.

A két dolog pedig – nevezetesen a berendezés építése és a hozzá tartozó fogalmi ismeretek – szorosan összefüggenek. Olyan készülékek esetében, amelyeket már nem építhetünk, nem javíthatunk, elvileg szükségtelen a „bűvös szavak” háttértartalmának nagy mélységű ismerete, de vannak olyan készülékfélések, amelyek esetén az össznépi tudatlanságnak messze ható következményei lehetnek. A szerző úgy véli, hogy abban az esetben, amikor készüléket építünk vagy javítunk, a hozzárendelt tudás kötelező!

Mivel TENS készüléket építünk, egyrészt az előző gondolatok alakították cikkünk szerkezetét. Másrészt – mivel az áramkörünk nem lesz érthetlenségig bonyolult – azt próbáljuk érzékeltetni, hogy egy egyszerűnek tűnő készülék és eljárás mögött is mennyi tudás, tapasztalat gyűlt össze. Arra gondoljunk aztán, hogy mennyit kell(ene) tudnia azoknak a mérnököknek, technikusoknak, akik a mai modern vizsgálati és terápiás eszközöket készítik; hogy csak példaképpen említsük a 4D ultrahang vagy a szomatológiai (hőtérképes) berendezéseket! A technológiák fejlődése pedig elkerülhetetlenné teszi a megszerzett tudás állandó megújítását. A TENS esetében is a valaha orvosi elektronikával hivatászerűen foglalkozó szerző rákényszerült tudós elmék tapasztalataira (ld. irodalomjegyzék).

Jelen sorok írója többször is feltette magának a kérdést: érdemes-e „néhány” magyarázó mondatért sűrű tudo-

mányos, nem egyszer értelmetlen (nehát) angol nyelvű orvosi szakszöveget közlésre alkalmassá fogalmazni, és tenni ezt állandó „orvosi felügyelet” (értsd: orvosi szaklektorok) mellett? Úgy véljük, ezt a kérdést – a cikk végigtanulmányozása után – az olvasónak kell eldöntenie. Szándékosan nem végigolvasást – és még inkább nem átlapozást – írtunk, mert pl. az élettani rész ismereteinek kihagyásával a TENS működési módjainak bemutatása „kínaiul” hangzik majd, bár a végső levonható következtetéseket igyekszünk minden fejezet végén általános ismeretekhez kötve megfogalmazni. Hangsúlyozzuk, nem egy orvoskongresszus egyik napirendi pontjának írásos anyagát adjuk közre! Az itt tárgyalt élettani ismeretek csak egy készüléktípus ismertetése kapcsán, és csak a szükséges mértékben merítenek a fiziológia tudományából; nem lehet célunk e széles spektrumú szakterület vázlatos bemutatása sem.

Egy ilyen témakör tárgyalására az a jellemző, hogy az anatómiai jelenségek leírása műszaki (elektronikai) fogalmak használatát is igényli és fordítva: a konstrukciós fejezetben is előfordulnak majd orvosi kifejezések. Módszerünket tekintve a szövegben először előforduló és nem általánosan ismert angol, latin, görög szakkifejezéseket magyar nyelvű magyarázatukkal együtt először dőlt betűvel szedjük, majd a továbbiakban már ismertnek tételezzük fel. Akik csak – a konstrukciós fejezet alapján – az utánépítésre szánják el magukat, az előző fejezetek kihagyásával is elektronikai értelemben jól működő berendezéshez jutnak. Alkalmazásuk hatásosságát viszont döntően a hatásmechanizmussal foglalkozó pontok a gyakorlatba történő átültetésétől függ.

A konstrukciós fejezetben egyik felhasznált irodalom [15] szövegrészét közel szó szerinti fordításban idézzük: „A TENS fájdalomcsillapító mikéntje ismeretlen. Néhányan azt mondják, hogy az idegek megállítják az agyba küldött információt, és így a fájdalom megszűnik. Mások szerint a stimuláció a szervezet saját természetes fájdalomcsillapító alkotóit hívja életre az endorfin (ld. később) anyagok segítségével.” Az alábbiakban azért ennél többet nyújtunk.

1. TENS történelem

Az eredeti elektrostimuláció (ma úgy hívnánk, hogy elektroterápia) története

egy igazi unikum. Az elektromosság terápiás hatását nem laboratóriumban, sem klinikákon fedezték fel és még csak nem is valakinek akaratlan „melléktermékeként” jött létre. Bizonyítékok vannak arra, hogy az ókori egyiptomiak „elektromos halakat” (ld. később) használtak betegségek kezelésére kb. ie. 2500-ban, habár a római orvos-filozófus Scribonius Largus munkásságának tulajdonítjuk az első dokumentált jelentést az elektromos halak gyógyászati hatásairól (i. sz. 46) [1]. Az elektromos halak segítségével elérhető *analgesiót* (a fájdalomérzés hiányát) már Hippokratész is felismerte és alkalmazta.

A római császárság idején Claudius császár uralkodása alatt (i. sz. 268–270) bénult gyerekeket kezeltek úgy, hogy a fürdőmedencébe melléjük torpedó halakat (*Torpedo marmorata Risso*), más néven márványos zsibbasztó ráját tettek. Ezek az ősidőktől ismert halak 100...150 V-os áramimpulzusaikkal jótékony hatást gyakoroltak a kis betegek bénulására, jóllehet a hatásmechanizmust természetesen nem ismerték.

Az elektromos halak 6–8 kisülésből álló elektromos ütest mérnek áldozatukra kb. 100 Hz-es frekvenciával. Az elektromos szervük a kisülés után kimerül, feltöltődéséhez 2–3 nap is szükséges. A „kezelésekhez” háromféle halat, elektromos harcsát, zsibbasztó ráját és elektromos angolnát használtak, mert villamos ütésük nem egyforma. Az elektromos angolna pl. 300...400 V feszültséget is elő tud állítani. A XVI.-tól a XVIII. századig különböző „elektromos” eszközöket használtak fejfájás és más fájdalmak „kezelésére”.

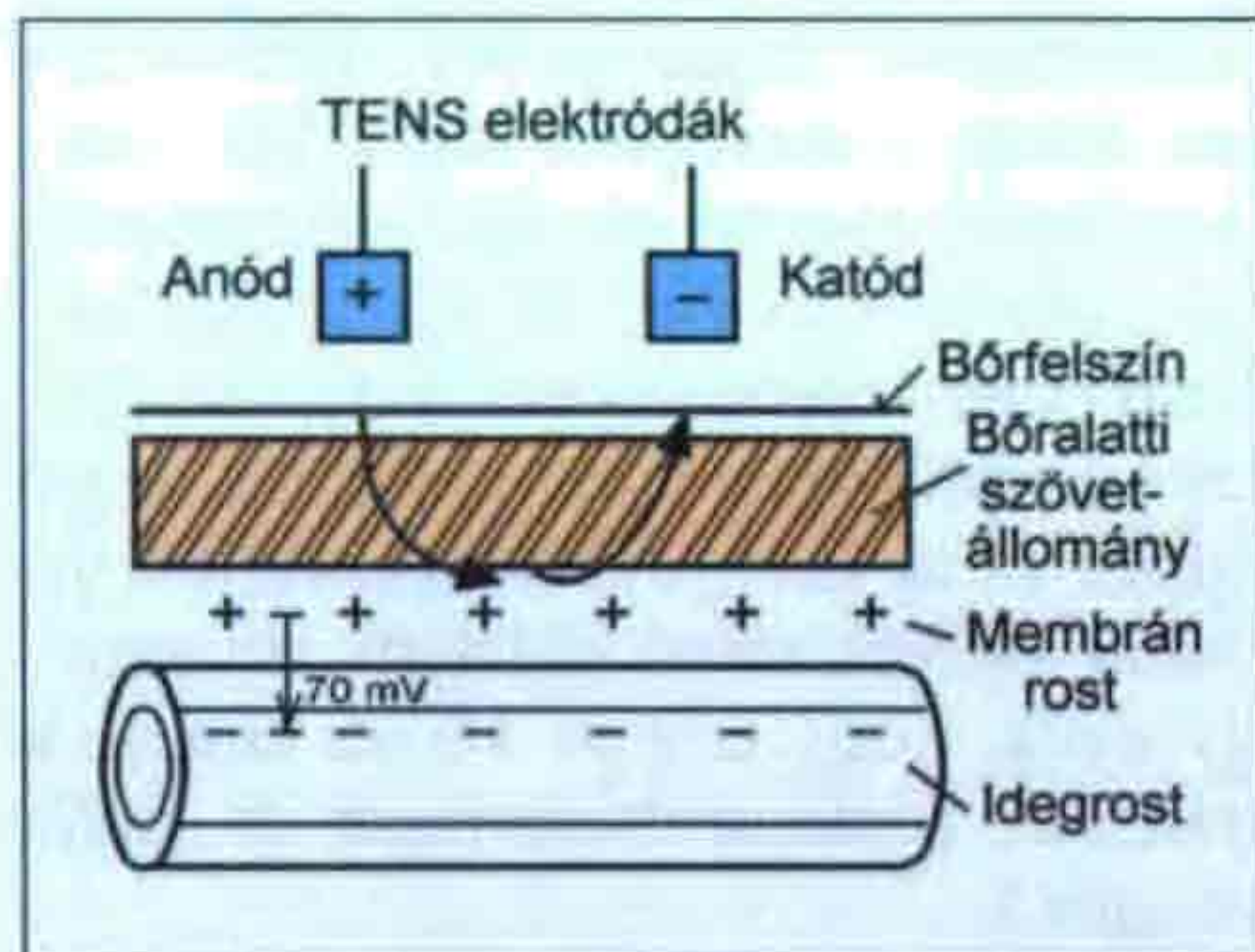
Az elektrosztatikus generátorok fejlődése a XVIII. században már megnövelte a gyógyászati elektromosság használatát, bár ennek népszerűsége erősen visszaesett a XIX. és a korai XX. században, elsősorban a hagyományos orvoslás gyors fejlődése miatt. Benjamin Franklin is az ilyen hatású fájdalomcsillapítás ajánlója volt. Az elektromos ingerlés fájdalomcsökkentő hatásmechanizmusa két angol orvos tudós R. Melzack és PD. Wall munkássága során tisztázódott, amikor is megalkották 1965-ben a „fájdalomkapu” elméletüket [2] (ennek részleteit lásd később).

A fenti két kutató megállapította, hogy a gerincvelő *dorsalis* (hátsó, háti) szarvában (ld. még az anatómiai fejezet) levő vastag idegrostok megfelelő

frekvenciájú ingerlésével fájdalominger továbbjutást gátló hatás jön létre. Elméletük szerint az ártó információk (pl. külső sérülés) átvitele letiltható ezen nagy átmérőjű periférikus ingerülettovábbító idegek aktiválásával, vagy éppen az agyból jövő fájdalomtiltó útvonal aktiválásával. (Már most megjegyezzük, hogy egy jó TENS készülék mindkét hatásmechanizmust ki tudja váltani.)

Kutatásuknak természetesen volt előzménye. Sir Andrew Fielding Huxley angol fiziológus professzor 1963-ban megosztott Nobel-díjat kapott az idegimpulzus és az impulzusvezetés elektrolitikus természetének feltárásáért, valamint az idegsejtmembrán perifériás és centrális területén izgatáskor és gátláskor működő ionmechanizmussal kapcsolatos felfedezéséért. Wall és bizonyos Sweet 1967-ben arról számoltak be, hogy az elektromos idegstimulálás sikeres volt a krónikus fájdalmak csökkentésében. Ők „nagyfrekvenciát” használtak és kezdetben az elektródákat műtétileg helyezték be (implantálták), bár hamar felfedezték, hogy az áram közvetlenül a bőrön keresztül is a testbe vezethető szükségtelemnélküli műtétet. Shealy, Mortimer és Reswick (1967) azt találták, hogy a gerincoszlop stimulációja, amely a nagy átmérőjű periférikus *afferens* (az ingerületeket az érzékelési központhoz továbbító ideg) központi átviteli útvonalát képezi, szintén fájdalomcsillapítást eredményez. Végül is az első „modern”, páciens által hordozható (viselhető) TENS készüléket az USA-ban szabadalmaztatták 1974. június 18-án. (Megjegyzésként említésre méltó, hogy a szerzőnek módja volt a szabadalmi leírást megnevezni, s talán nem is véletlenül az ott közölt kapcsolás TENS készülékként nem lehetett működőképes...)

Ezt követően a fejlődést – az orvostudomány más területeihez hasonlóan – a mikroelektronika és számítástechnika eredményeinek alkalmazása hajtotta előre. A századforduló tájékán ez utóbbi tényező már olyan szinten volt, hogy lehetővé vált házi használatra is alkalmas, telepes táplálású TENS készülék kifejlesztése. Napjainkban az ingeráramok új felhasználási területe a kombinált kezelés, amikor is az ingeráramokkal egy időben más fizioterápiás kezeléseket, pl. iontoforézist (melyet a magyar kutatóorvos, Deutsch Dezső fedezett fel), ultrahangkezelést, szonoforézist, termoterápiás beavatkozást stb. alkalmaznak.



1. ábra

2. A fájdalom jelensége és megszüntetése

A fájdalom egy többdimenziós jelenség és egyben szubjektív tapasztalat, amely magában foglalja a komplex fiziológiai és érzelmi egymásra hatásokat [3]. A TENS készülék megkísérli befolyásolni azokat a mechanizmusokat, amik által a fájdalom érződik. Számos olyan mechanizmus létezik, amelyeket a TENS különböző működési módjaival „megérinthetünk” a fájdalom tiltása vagy könnyítése érdekében. A készülék hatásmechanizmusának általános szemléltetéséhez tekintsük az **1. ábrát!** A műszer két elektródája között folyó áram akciós potenciált hoz létre a bőrszövet alatt levő idegrostokban. A különböző hatásmechanizmus azon alapszik, hogy az idegrostok mely specifikus típusát stimulálja.

A szervezetünkben különböző idegrostok futnak, ezek eltérő funkcióval rendelkeznek. A fájdalomingereket az idegvégződések az agyba az idegpályákon keresztül juttatják el. A külső ingerlés hatására ezek az idegrostok – elektronikai szóhasználattal élve – egyfajta „telítettségi állapotba” kerülnek, tehát nem tudják fogadni a perifériákról érkező fájdalomingereket. De nézzük a kérdést kicsit részletesebben és szakmailag precízebben!

2.1. Az idegrendszer tömörített „műszaki” élettana

2.1.1. Az ingerületvezetés

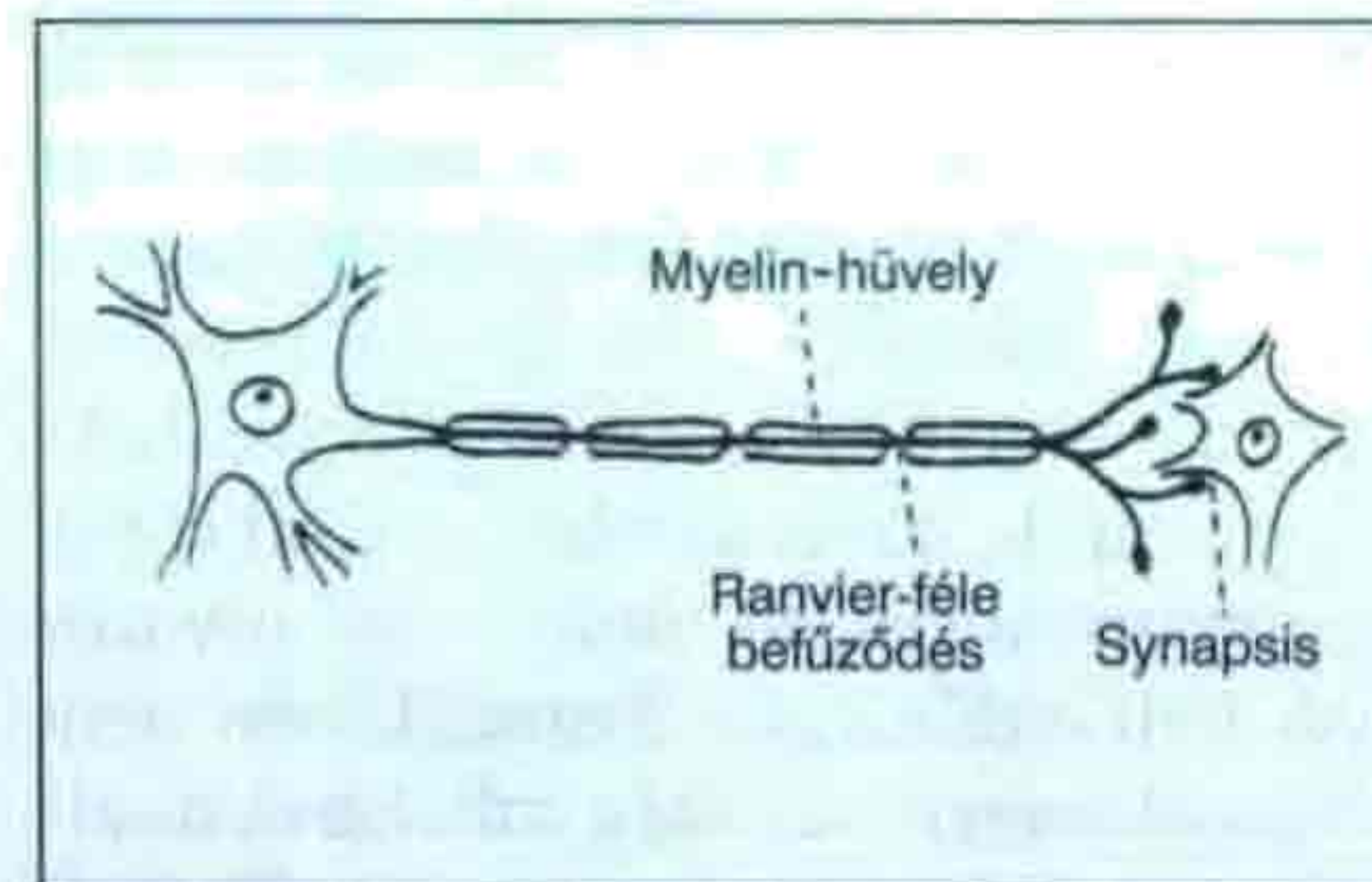
A szervezet szöveteiben a sejtek belseje (*intracelluláris tér, IC*) és azt körülvevő folyadék (*extracelluláris tér, EC*) között állandó potenciálkülönbség van. Megállapodás szerint ennek polaritását az EC-hez vonatkoztatva adjuk meg: ezek szerint a sejt belseje negatív töltésű a külsejéhez képest. Ez a feszültség-

érték -50 és -100 mV között változik, több tényezőtől függően. Ezt az értéket nevezzük a sejtek esetében nyugalmi potenciálnak. A sejtbe vezetett elektródon keresztül áramimpulzust közölhetünk a sejtrel, azaz ingereljük. A bevezetett áramimpulzus polaritásától függően különböző válaszreakciók lehetségesek. Negatív töltéssel tovább növeljük a sejt belsejének negativitását a külső felszínéhez képest, azaz a sejtet *hiperpolarizáljuk*. A hiperpolarizáció minden sejttypusnál azonos reakciót vált ki: növekszik a nyugalmi potenciál értéke. Amennyiben pozitív töltéssel ingereljük a sejtet, csökkenni fog a nyugalmi potenciál, és *depolarizáció* jön létre. Ebben az esetben viszont a válaszreakció az eltérő típusú szövetek esetében eltérő.

A nem ingerelhető szöveteknél a depolarizáció mértékét növelve a nyugalmi potenciál először 0-hoz közelít, majd előjelet válthat minden további következmény nélkül. Az ingerlékeny szövetek sejtjei esetében (pl. idegsejtnél, izomsejtnél, receptorsejteknel) a depolarizáció növekedése (azaz a sejtmembrán két oldala közötti potenciál csökkenés) esetén elérjük, a kb. -20 és -50 mV közötti *kritikus, vagy küszöbpotenciált*.

Ennél a feszültségértéknél ezen sejttypusok esetében különleges folyamatok indulnak be: a feszültségérzékeny membráncsatornák hirtelen kinyílnak és átjárhatóvá teszik a sejtet a nátrium- vagy más pozitív töltésű ionok számára. Ezt az ingerlékeny szövetekben kialakuló jelenséget akciós potenciálnak nevezzük. Az akciós potenciál csúcspontján a feszültség az eredeti -50 , -100 mV helyett a $+40$ mV-ot is elérheti. A sejt szempontjából a hiperpolarizáció és a depolarizáció passzív, míg az akciós potenciál aktív folyamat. Az ilyenkor lejátszódó igen bonyolult biokémiai folyamatokat természetesen nem tárgyaljuk, de az itt megismert fogalomrendszer a későbbiekben előkerül.

Az akciós potenciál a *neuronon*, illetve az *axonon* (az axon az idegsejteknek az ingereket továbbító fonal alakú nyúlványa, idegrost) a szomszédos területeket depolarizálja. Ez a tovaterjedés alapvető oka. Az akciós potenciál másképpen terjed a *velőhüvelyes* (myelin-hüvely) és csupasz axonokon. Ez utóbbi esetében a terjedés sebessége – bizonyos határig – az axon átmérőjének négyzetgyökével arányos. Velőhüvelyes axonokban akciós potenciál csak



2. ábra

azokban a szabad membránpontokban alakulhat ki, ahol a myelin hüvely nem fedi az axon extracelluláris felületét (**2. ábra**). Az orvostudomány ezeket a pontokat Ranvier-féle befűződéseknek nevezi. Az egyik befűződéstől a másikig valódi elektromos vezetőként működik a rost. A Ranvier befűződésekben a vezetés késleltetést szenved, mivel ott kialakul és lezajlik az akciós potenciál.

A fenti okok miatt a velőhüvelyes rostokban a vezetés sokkal gyorsabb, mint a csupasz rostok esetében (ld. később). A *synapsisokban* (az idegsejtek egymáshoz való csatlakozási helyeinél) történő ingerületvezetés az esetek döntő többségében kémiai úton megy végbe (kémiai synapsis), melynek tárgyalása nem feladata jelen közleményünknek.

2.1.2. A receptorok

Az érzőreceptorok ingerlékeny sejtek (pl. fájdalomérzés esetén csupasz idegnyúlványok), amelyek az ún. specifikus energiát (adekvát energia) képesek átalakítani egy, a szervezetben univerzálisan alkalmazott kóddá, az akciós potenciállá. Ebben a jelben kódolódik aztán az ingerhatás nagysága, tartalma, lokalizációja.

A receptorokat többféleképpen osztályozhatjuk: így pl. az energiatípus szerint, amire a receptor válaszolni képes, vannak mechanikai, hő-, foto- és kemoreceptorok. Fontos lehet még a kiváltott érzet szerint is megkülönböztetni is azokat. Így beszélhetünk tapintás, hideg-meleg-, fájdalom-, fény-, hang-, íz- és szagreceptorokról.

A receptorokról általában elmondható, hogy mint *transzducerek* (jelátalakítók) működnek. Minden receptor akkor is a rá jellemző érzetet váltja ki, ha nem a megfelelő típusú ingerület éri. (Pl. a csukott szemet megnyomva fényérzetet észlelünk, nem nyomásérzet keletkezik a retinán).

Mint említettük, a receptorok kódolják az inger erősségét. Az inger intenzitása és a kiváltott potenciál között logaritmikus az összefüggés:

$$É = k \lg I;$$

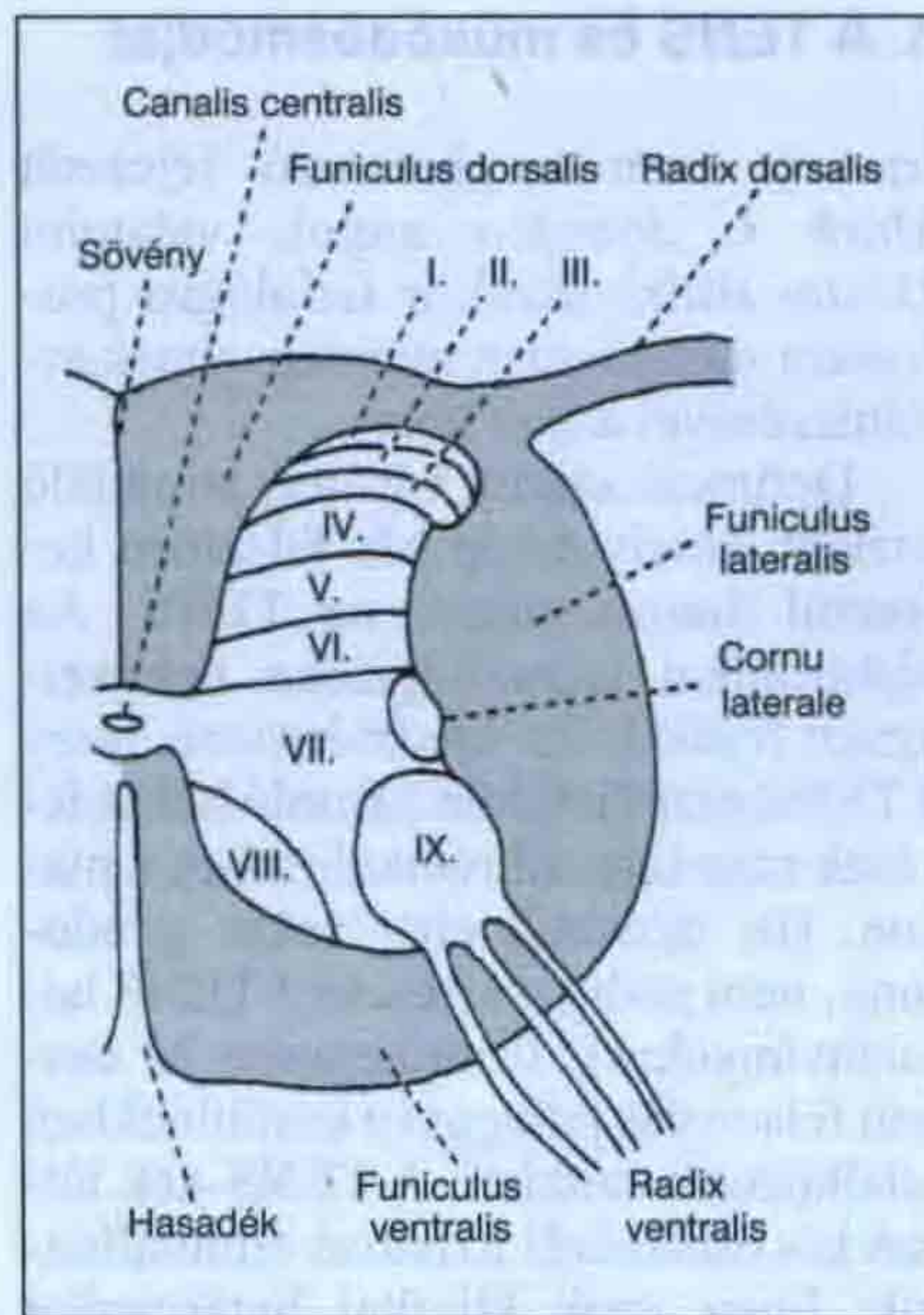
(É = az érzet intenzitása, I = az inger intenzitása, k = arányossági tényező). Szükséges még megjegyeznünk, hogy ha az adott ingerlő potenciált lassan, időben eltolva alakítjuk ki, akkor a korábbi küszöbpotenciálnál jóval nagyobb feszültséggel sem tudunk akciós potenciált kiváltani. Az oka az, hogy a lassan emelkedő feszültség hatására fokozatosan depolarizálódó membránban a nátriumcsatornák nyitását ugyanis azok inaktiválódása követi és a Na-beáramlás a magasabb feszültség ellenére gátolt. Ugyanakkor, ha küszöb alatti ingereket alkalmazunk, de „nagyobb” frekvenciával, akkor kisebb feszültséggel is létrehozhatunk akciós potenciált. Mindkét jelenség – melyeknek természetesen orvosi elnevezésük is van – jól mutatja, hogy a valódi fiziológiai ingerküszöb megállapítása nem is olyan könnyű.

2.1.3. A gerincvelő

Az az idegrendszeri szakasz, amelyhez kapcsolódó képzettársítása szinte mindenkinek van (pl. lebénelások). A gerincvelő mechanikai védelmére az agyburokkal analóg gerincvelői burok, valamint a csontos gerinccsatorna szolgál (gerincoszlop). Anatómiáját tekintve itt csak a számunkra igen fontos részleteit tárgyaljuk. A csigolya közötti lyukakon belépő páros gerincvelői idegek a gerinccsatornán belül kettéválnak, majd mint *dorsalis* (háti, hátsó) és *ventralis* (hasi, elülső) gyökerek (*radix dorsalis* és *radix ventralis*) térnek a gerincvelőhöz.

A TENS hatásmechanizmusának megértéséhez tudnunk kell, hogy a dorsalis gyökéren a szürkeállomány dorsalis szarvához futó afferens érzőrostok lépnek be (3. ábra). A gerincvelő harántmetszetén a központi elhelyezkedésű, lepkeszárny alakú szürkeállomány és az azt körülvevő fehérállomány szabad szemmel is jól megfigyelhető az ábrán.

Az a bizonyos „lepkeszárny” egy karcsúbb dorsalis és egy vaskosabb *ventralis* szarvra különíthető. Ez a szürkeállomány elsősorban idegsejtekből áll. Ezek az idegsejtek nem rendszertelenül, hanem működés szerint



3. ábra

csoportosulva helyezkednek el. Az elhelyezkedés réteges felépítésű és ezen alapul az ún. Rexed-féle beosztás, ami kilenc egymás alatti réteget különböztet meg. Az I–VI. réteg (számunkra ez a legfontosabb) a dorsalis szarvat, a VII–IX. réteg a ventralis szarvat alkotja.

Szemponunktól az utolsó „megtanulni” szükséges információ, hogy a gerincvelő neuronjait nyúlványaik lefutása szerint *gyökérsejtekre* (*radicularis neuron*) és *belső sejtekre* csoportosíthatjuk. Az előbbieket nyúlványa ki lép a gerincvelőből, és a szervekhez jut el, míg az utóbbiak nem lépnek ki a központi idegrendszerből. A TENS elméletében a belső sejtek egyik fajtája, az interneuron(ok) játszik (játszanak) fontos szerepet (magyarázatát ld. később).

Említettük korábban, hogy a dorsalis gyökéren belépő rostok bőr és izomafferens rostok. Ezek négy fő típusra oszthatók (rostspektrum):

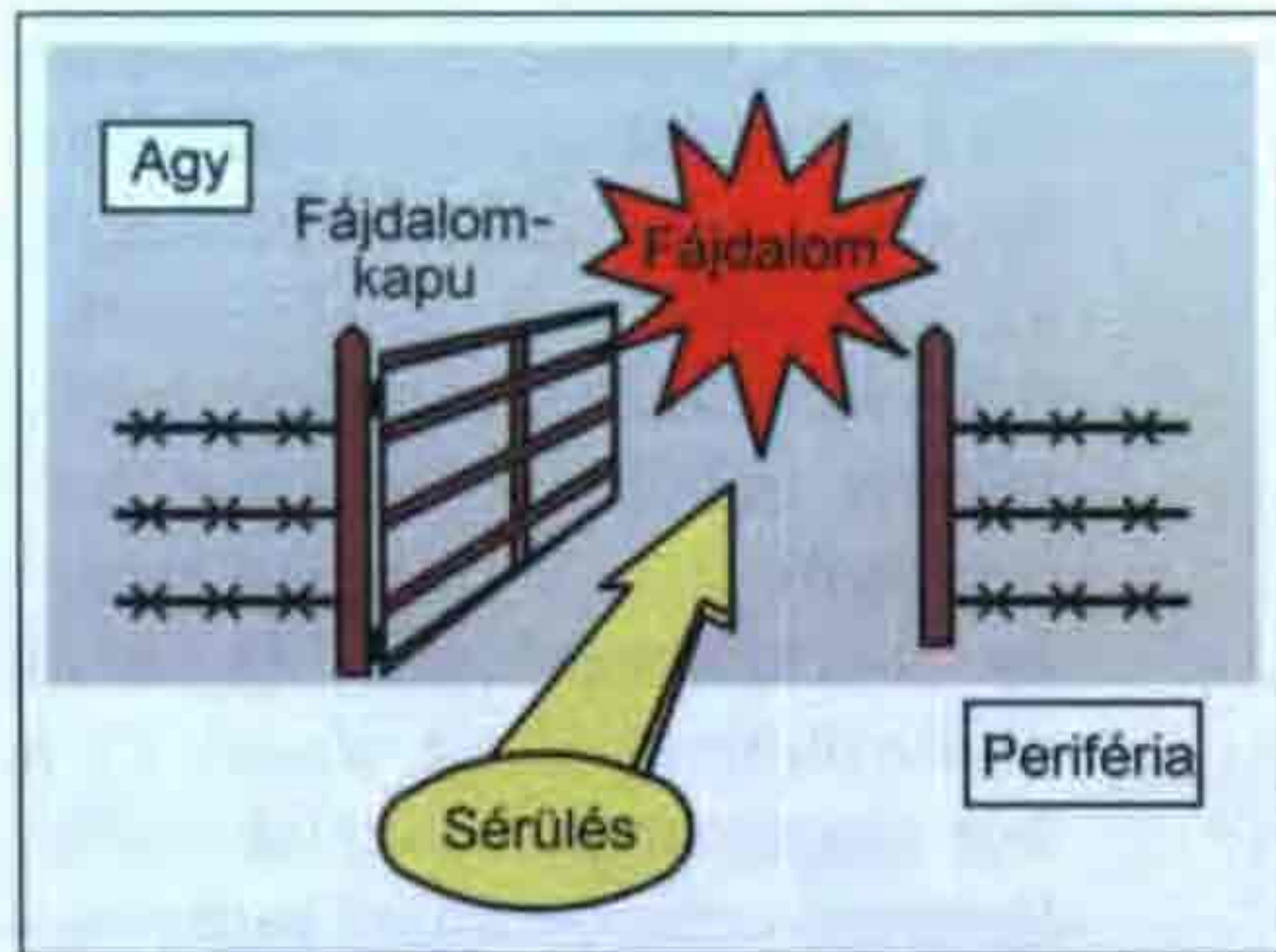
- A- α rostok 12...20 μm átmérőjű velőhüvelyes rostok, vezetési sebességük 70...120 m/s. Csak az izomafferensekben fordulnak elő;
- A- β rostok 5...12 μm átmérőjű velőhüvelyes rostok, vezetési sebességük 30...70 m/s. Az izom és bőrafferensekben egyaránt előfordulnak. A bőr alacsony ingerküszöbű tapintás és nyomásreceptoraiából eredő rostok tartoznak ebbe a típusba;

- A- δ és C rostok. Az A- δ rostok 2...5 μm vastagok és velőhüvelyesek, vezetési sebességük 12...30 m/s. A „C” rostok 0,4...1,2 μm átmérőjűek és velőhüvely nélküliek, vezetési sebességük 0,5...2 m/s. Az izom- és bőrafferensekben egyaránt előfordulnak, és az izmok és a bőr magas ingerküszöbű fájdalomérző receptorainak ingerületét közvetítik a gerincvelőbe. Az A- δ rostok az ingert követő gyors fájdalomérzésért, a „C” rostok a később jelentkező, elnyújtott fájdalomérzésért a felelősek.

A fejezet végén az egész hatásmechanizmus bemutatására engedtessek meg egy „kézzelfoghatóbb” műszaki hasonlat. A gerincvelő szürkeállományát tekintsük pl. egy megyeszékhelyű vasúti csomópontnak, ahová normál, széles és keskeny nyomközű vágányok futnak be (különböző típusú rostok). A vágányok az ország bármely távoli pontjáról eredhetnek, s a rajtuk futó rakományok a tájegységek jellege szerint is igen különbözők lehetnek (receptorok). A vágányokon futó vasúti kocsik (ingerület) különböző sebességgel haladnak, és ez a sebesség több tényezőtől függően különböző módon befolyásolható (gátolható), akár a kocsik megállását is elő lehet idézni. A vasúti csomópontba végül is eljutó kocsik rakománya (információ) pedig, mondjuk, szállító repülőgépen jut el a fővárosba (agy), és ugye ezen az útvonalon is bármi megtörténhet...

2.2. A fájdalomkapu

Normál élettani körülmények között az agy fájdalomérzetet generál olyan beérkező „ártó” információk feldolgozásakor, mint pl. egy szövetsérülési inger. Ahhoz, hogy az ártó információk az agyba jussanak, keresztül kell haladniuk egy képzeletbeli kapun, a „fájdalomkapun”, amely a központi idegrendszer alacsonyabb szintjén helyezkedik el. Fiziológiai értelemben a kaput aktiváló és tiltó synapsisok (kapcsolódási helyek) alkotják, szabályozandó az idegi információk áramlását a központi idegrendszeren keresztül (4. ábra). Ez a fájdalomkapu nyitva van a periférián keletkező ártó esemény hatására. A fájdalomkapu „becsukható” a mechanikai receptorok a bőr dörzsölésén keresztüli aktiválásával. Ez aktivitást

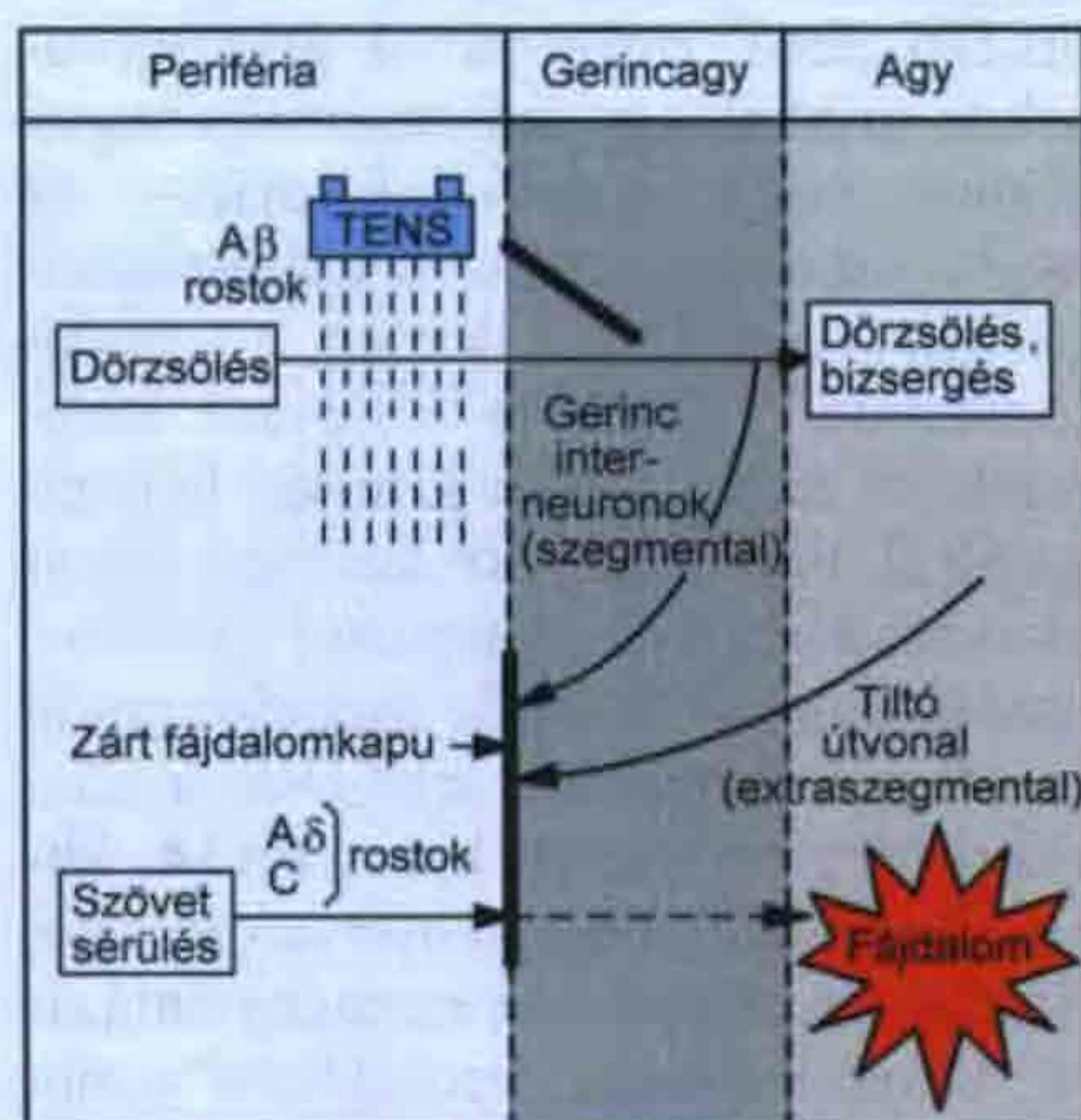


4. ábra

vált ki a nagy átmérőjű A-β afferensekben, amelyek letiltják az ártó információk előrehaladó áramlását. A fájdalomkapu bezárása azt eredményezi, hogy kevesebb ártó információ éri el az agyat, így csökkentve a fájdalomérzetet. Ebben igen fontos szerepe van a 2.1.3. pontban említett interneuronoknak.

A felső szabályozó központok az interneuronok által közvetített gátlás, vagy éppen a *hatások erősítése (facilitáció)* révén módosítják az afferens ingerületek hatásfokát, azaz erősítik, vagy gyengítik a periféria felől a magasabb központok felé tartó érzőingerületek hatásfokát. Ez a szabályozó mechanizmus a *kapuzás (gating)*.

A fájdalomkapu másképpen is becsukható (5. ábra). Nevezetesen a szervezetünkben benne „rejlő” fájdalomtöltő útvonal aktiválásával, amely az agyban ered és leszáll az agytörzsön keresztül a gerincvelőbe. Ez az útvonal akkor válik aktív, mikor a kis átmérőjű A-δ rostok fiziológiailag ingereltek. Kétfajta fájdalomcsillapító mechanizmust ismertünk meg, melyek közül az elsőt szegmentális, míg az utóbbit extraszegmentális analgesianak hívjuk.



5. ábra

3. A TENS és működés módjai

Írásunk ezen meghatározó fejezetét Mark I. Johnson angol, valamint Deidre Walsh észak-ír fiziológus professzor munkássága nyomán, annak értelmezésével adjuk közre.

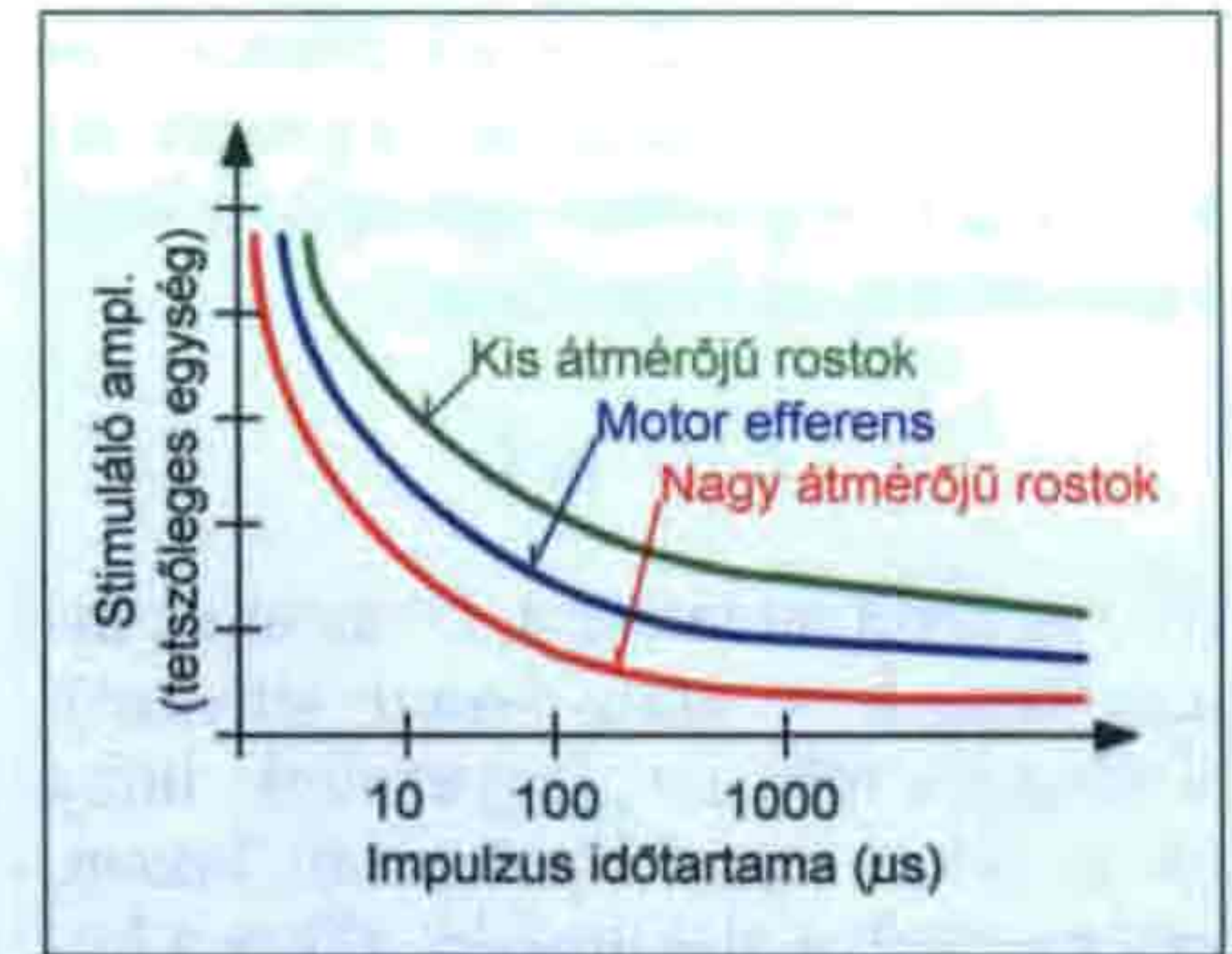
Definíció szerint bármely stimuláló eszköz, amely az ép bőr felszínén keresztül áramot vezet, az TENS. Az elektronikai technológiában bekövetkezett fejlődés azt eredményezte, hogy a TENS eszközökhöz hasonló berendezések sokasága áll rendelkezésre a piacon. (Itt típusbeli eltérésekre gondolunk, nem pedig a sztenderd TENS hamisítványokra). Érintőlegesen és csupán felsorolás jelleggel a későbbiekben találkozunk azokkal. A TENS-nek látzó készülékekről azonban elmondhatjuk, hogy azok klinikai hatásossága nem ismert éppen a klinikai próbák hiányában. Szerencsétlenségre a TENS utánpótlás számának növekedésével teljes káosz uralkodik a szakirodalmi „szemétdombon” a következetlen és kétértelmű terminológiák használatával. Mindezeket figyelembe véve a szakirodalomban a következő fő TENS típusok (s egyben üzemmódok) ismertek [4]:

- hagyományos TENS (conventional TENS),
- AL-TENS (acupuncture-like TENS),
- intenzív TENS (intense TENS).

A jelen időszakban a hagyományos TENS a legáltalánosabban használt módszer a klinikai gyakorlatban [5].

3.1. A TENS fizikai elvei

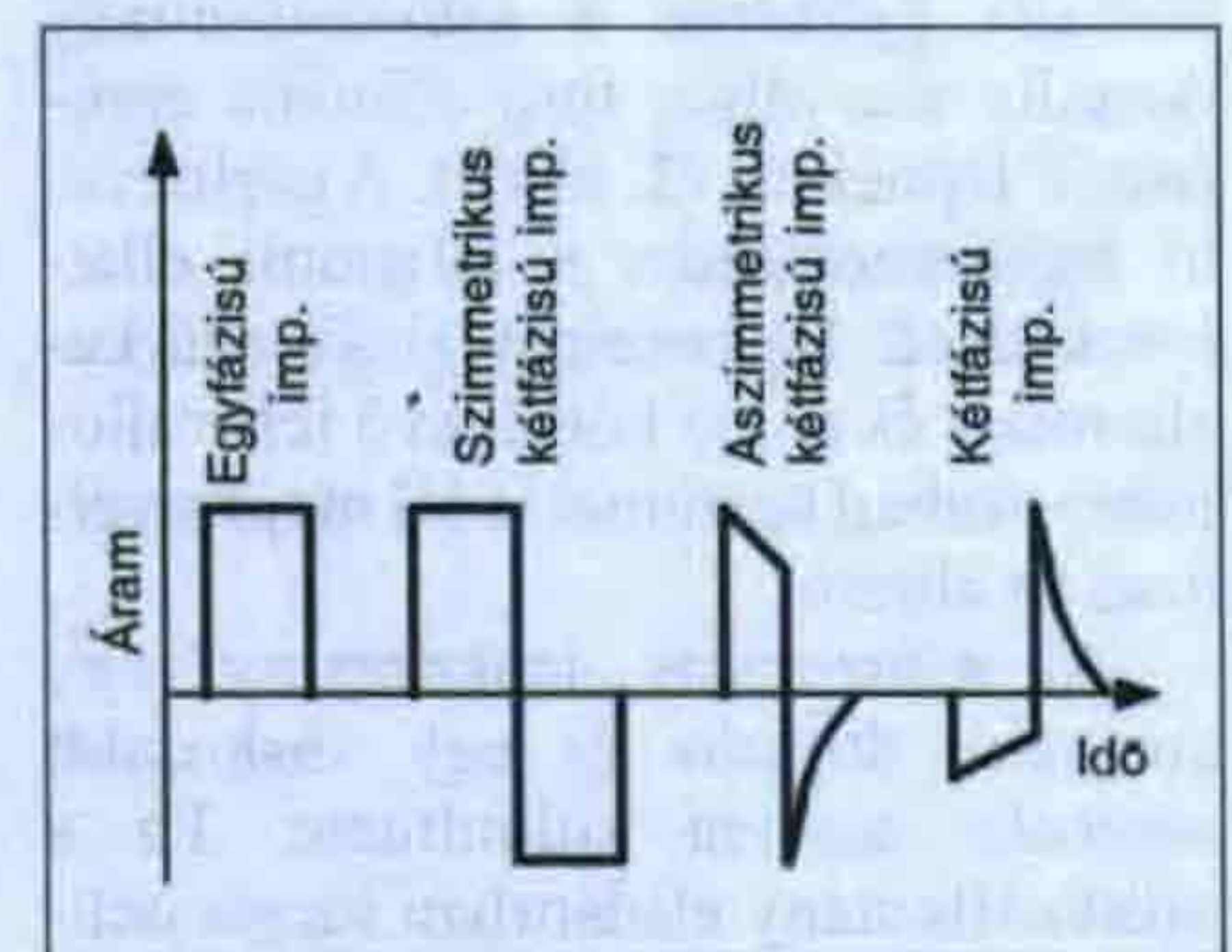
Egy TENS készülék elektromos jellemzőit azzal a szándékkal választjuk meg, hogy az idegrostok különböző típusait szelektíven lehessen aktiválni, ami – mint azt láttuk – különböző típusú fájdalomcsillapítást eredményez. Mivel egy sztenderd készülék sokféle beállítási lehetőséggel rendelkezik (ld. később), igen fontos megismernünk az idegrostok aktiválásának elveit. Mint azt az előző pontban láttuk, a nagy átmérőjű afferensek, mint az A-α és A-β alacsony aktiválási küszöbértékkel rendelkeznek. Az A-δ és „C” rostok ebbéli tulajdonsága éppen ellenkező. Az ingerlést végző áramimpulzus három jellemzője van befolyással az ingerlésre: az amplitúdó, a frekvencia és az impulzustartam (impulzusszélesség). A szükséges amplitúdó csökkenhet az impulzusszélesség és a frekvencia növelésével.



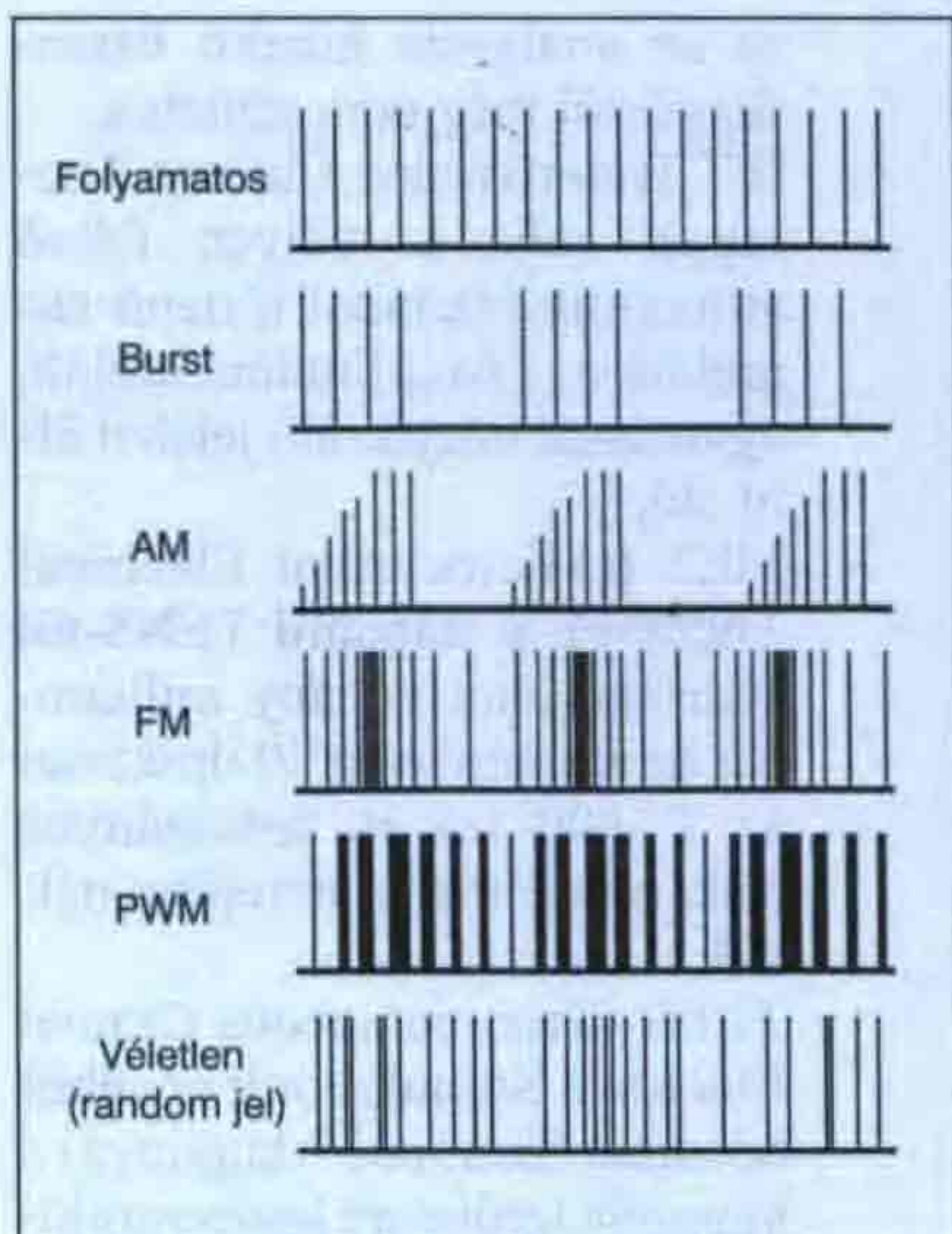
6. ábra

A 6. ábrán az impulzus-időtartam és az amplitúdó összefüggését láthatjuk különböző típusú afferensekre vonatkoztatva. Láthatóan ahogyan nő az impulzusszélesség, annál kisebb amplitúdóra van szükség egy axon ingerléséhez, hogy az akciós potenciált generáljon. Rövid impulzustartam még viszonylag nagy amplitúdónál is képtelen az axon ingerlésére. Ezeket megfontolva a nagy átmérőjű rostok (A-β) aktiválásához – kizárva a kis átmérőjű rostok egyidejű ingerlését – alacsony intenzitású és ebben a „műfajban” magasabb frekvenciájú (10...250 Hz-es) impulzussorozatot használunk 10...100 µs-os változtatható impulzusszélességgel [6]. Az impulzustartam további növelése alacsony amplitúdónál a kis átmérőjű rostok aktiválásához vezet. A gyakorlatban azonban elég nehéz megjósolni az ingeráramok pontos természetét és megoszlását, amikor azt a sértetlen bőrfelületre vezetjük. Ennek fő oka a szöveteknek komplex és nem homogén impedanciája.

Mivel általában a bőr nagy impedanciát mutat, pulzáló frekvenciával valószínű, hogy az áram a felszínen marad, csupán a bőr alatti idegrostokat stimulálva. (Figyelem, nem tévesztendő össze a skin-hatással, itt ui. igazi bőrről van szó!) Ezekon felül a TENS



7. ábra



8. ábra

készülék még különböző hullámformákat is használhat. E tekintetben egyfázisú és kétfázisú jelekről beszélünk (7. ábra).

A hullámformával kapcsolatban tekintsük a 8. ábrát! Egyfázisú jel esetén (amelynek nincs nullátmenete) a katód elektróda ingerli az axont (depolarizáció) és az idegimpulzus az axonon belül mindkét irányban elindul. Az anód azonban képes letiltani az axont a kialakuló hyperpolarizáció okán és kiolthatja az idegimpulzust. Ezért a hagyományos TENS esetében az anód és katód elektródákat egymáshoz közel célszerű helyezni, hogy az idegimpulzus központi idegrendszerbe jutása akadálytalan legyen. Kétfázisú jelnél (amelynek van nullátmenete) az áram váltakozva folyik az anódon és katódon keresztül, ez pedig megakadályozza az elektródák alatt felépülő ionkoncentrációt [7].

Néhány újszerű villamos jellemző bevezetése, mint pl. az AM, az FM, a PWM jel lehetővé teszik a gyártóknak, hogy piaci versenyképességüket erősítsék, de a legkritikábban igazolják készülékeik hatásosságát klinikai vizsgálatokkal. Szerencsétlenségünkre a TENS készülékek komplexitásának növekedése zűrzavarhoz vezet a legmegfelelőbb üzemmód kiválasztásakor. Ezért fontosnak érezzük a fontosabb TENS üzemmódok tulajdonságainak összegzését.

3.1.1. A hagyományos TENS

A hagyományos TENS célja, hogy szelektíven aktiválja a nagy átmérőjű A- β rostokat anélkül, hogy egyidejűleg ingerelné a kis átmérőjű A- δ és „C” (a fájdalommal összefüggő) rostokat, vagy az izom efferenseket (a külső adott választ közvetítő, elvezető idegeket). Mivel a II. csoportú (ld. Rexed-féle beosztás) rostok vannak ingerelve, ez a TENS üzemmód elsődleges analgesiát hoz létre (szegmentális fájdalomcsillapítás; 9. ábra), amelyre az a jellemző, hogy a hatás kialakulása viszonylag gyors, amiért a helyi neurofiziológiai mechanizmus a felelős. Állat- és humángyógyászati tanulmányok szerint támogatják a szegmentális analgesia kialakulását, amely a bőrfelszínre lokalizálódik. A fájdalomcsillapítás gyors kialakulásának ellenére a hatása tartós: tipikusan néhány óra a kezelés után.

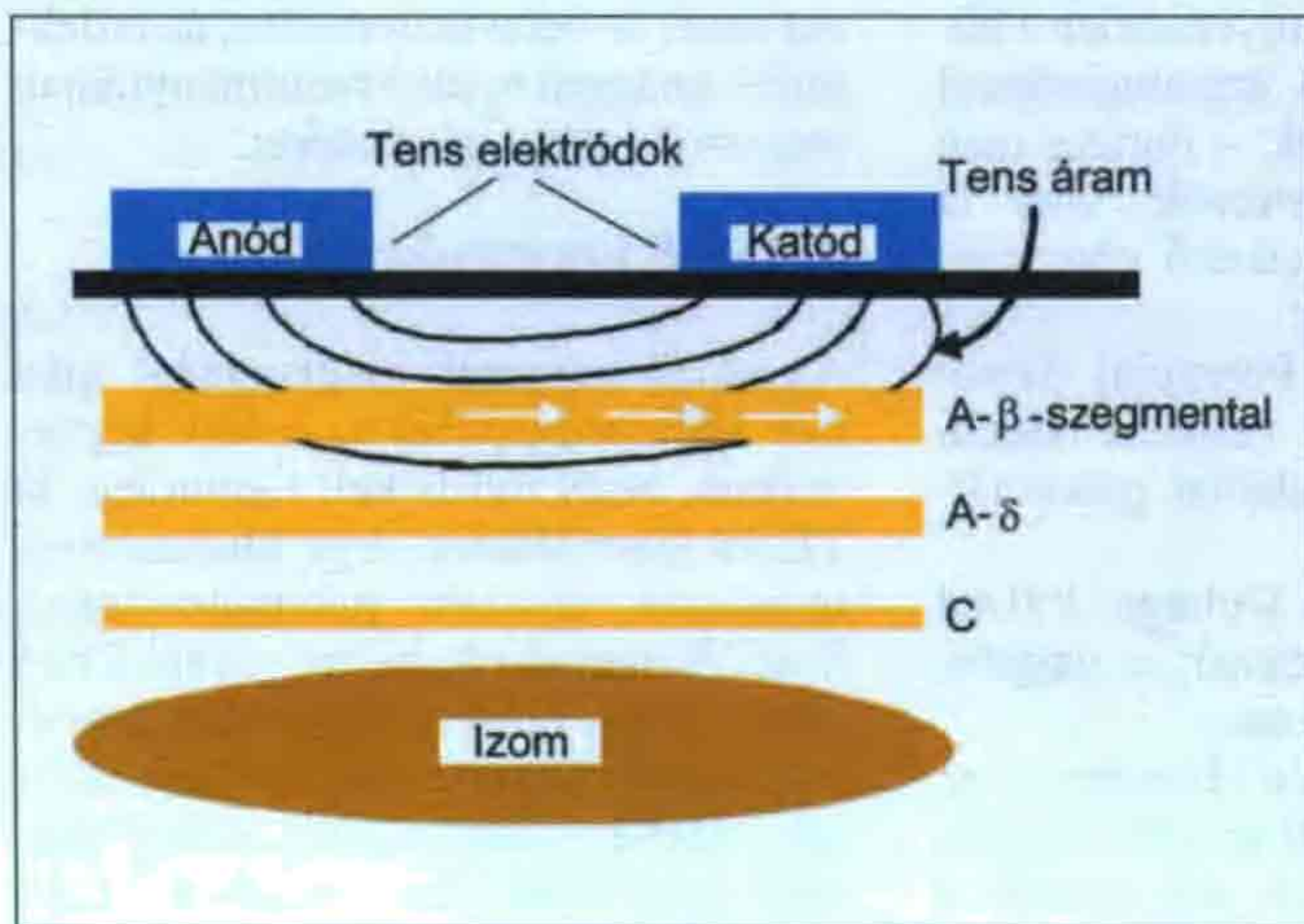
Elméletileg a „magasabb” frekvenciájú (10...250 Hz-es), kis amplitúdójú impulzus lenne a legideálisabb a nagy átmérőjű rostok szelektív aktiválására, bár a gyakorlatban az A- β ingerlésének fő meghatározója a kellő áramamplitú-

dó. A felhasználó könnyen begyakorolhatja, miként kell kiválasztani, hogy a hatás létrejöttön, ugyanis egy elég erős, de még „komfortos” *paraesthesia*-t kell tapasztalni az elektródák alatt, nyílt fájdalomérzet nélkül. (*Paraesthesia: fonák érzés, amikor külső adekvát inger nélkül jelentkezik egy adott bőrtérület viszkető, esetleg fájdalmas érzése.*)

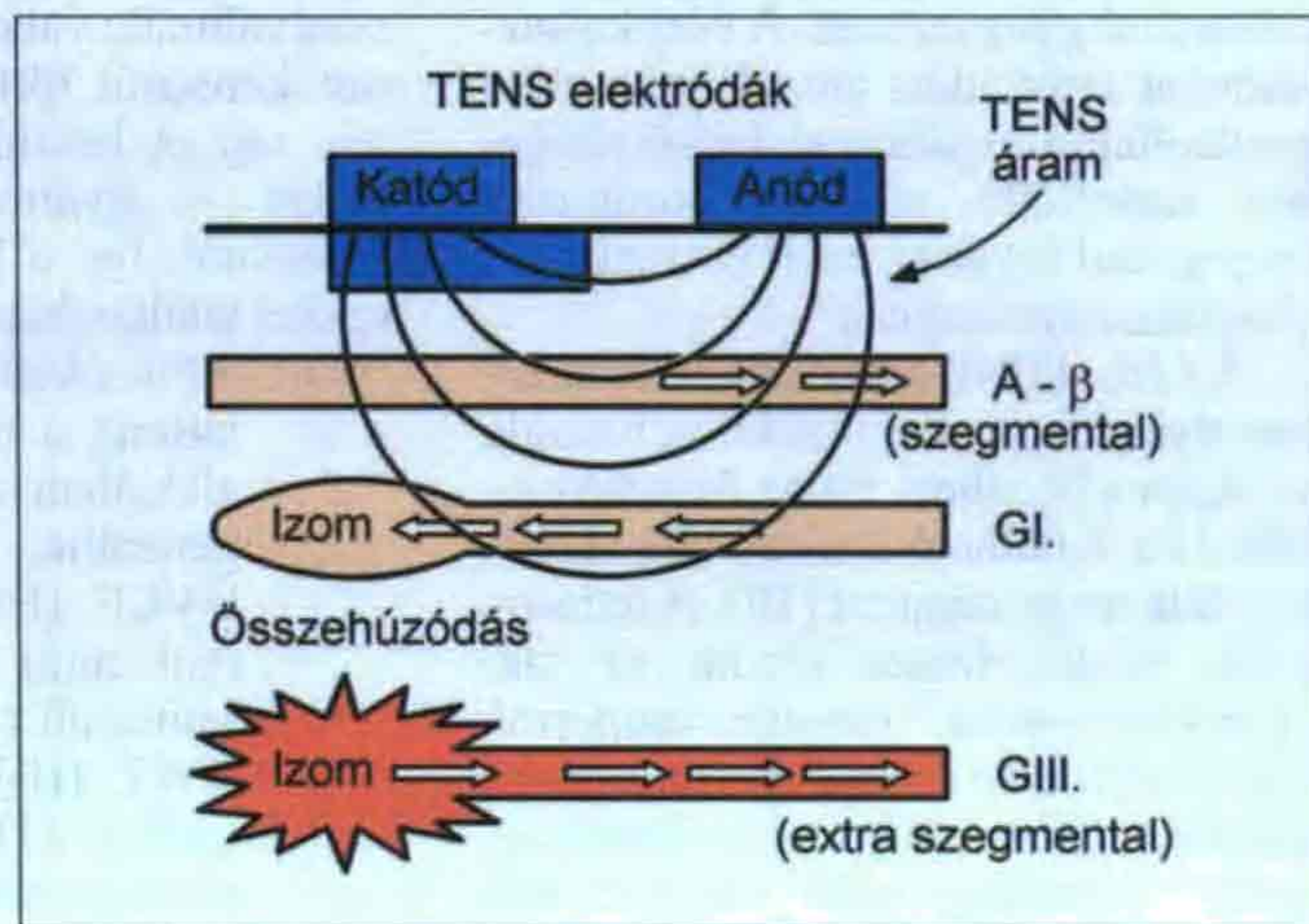
A hagyományos TENS frekvenciája 10...250 Hz, impulzusszélessége 100...200 μ s között állítható. A szükséges amplitúdó 1...50 mA/1 k Ω , de tipikusan alacsony. A jelforma általában folyamatos, habár a készülékek némelyike impulzuscsomagot (burst) is előállít, melyet némely szerző burst TENS-nek ír le, [8] és hatásában hasonló a folyamatos működésű változathoz.

3.1.2. Az AL-TENS („Akupunktúrás” TENS)

A szakírók többsége úgy véli, hogy az AL-TENS úgy definiálható, mint az erőteljes, de még nem fájdalmas izomösszehúzódások gerjesztése a fájdalom eredetével összefüggő izomszelvényeknél (myotoma; [8], [9]). Az AL-TENS célja a kis átmérőjű rostok (A- δ vagy III. csoport) szelektív aktiválása, amelyek az izmokból erednek (ergoreceptorok), így a válasz izomösszehúzódás lesz. A folyamat a 10. ábrán látható. Az I. csoport efferenseinek aktiválása kiváltja az izomösszehúzódásokat, amelyeknek eredménye az ergoreceptorok és a III. csoport afferenseinek aktiválása lesz. Ez indirekt módon úgy érhető el, hogy a bevezetett alacsonyfrekvenciás (1...10 Hz-es) és magas, de nem fájdalmas intenzitású, valamint kb. 200 μ s-os impulzusszéles-



9. ábra



10. ábra

ségű áram az ún. „motor pont” („trigger pont” [16]) felett aktiválja az A- α (vagy I. csoport) afferenseket.

Az ezt követő, az ergoreceptorokból jövő impulzussorozat egy extraszegmentális fájdalomcsillapító mechanizmust hoz létre (ld.: 2.2. pont) a fájdalomtiltó útvonal aktiválásán keresztül a *belső eredetű (endogén) opioid peptid* felszabadítása révén. Az opioid peptid a morfinéhoz hasonló élettani és gyógyszeres hatásokat előidéző vegyületek közé tartozó endogén anyagok a gerincesek szervezetében. Szerkezetükben nem feltétlenül hasonlítanak a morfinhoz, hiszen az növényi alkaloida, hanem többnyire peptid vagy fehérjék. Az opioidok rendszerint nem idéznek elő sem toleranciát, sem függőséget, részben azért, mert az idegrendszerben csak meghatározott helyen és meghatározott időben szabadulnak fel. Az opioid peptid az endorfinok és az enkefalinok. A fájdalomcsillapító hatás pl. az endorfin (az endogén és a morfin összevonásából) esetében azon alapszik, hogy a fájdalom iránti közömbösség nő).

Az ezt igazoló kísérlet igen egyszerű. Ha beadták egy másik állatnak egy TENS-szel kezelt állat *liquorát (gerincvelő folyadékát)*, akkor az a fájdalomingerre kevésbé reagált, azaz ez esetben nem a kapuelmélet (amely reflexmechanizmusokon alapszik), hanem az endogén opiátok játszottak szerepet. TENS kezelés hatására ugyanakkor nemcsak az endogén opiátok választódnak ki, hanem – s ezt laborvizsgálatok sorozatával bizonyították – a kezelés hatására növekszik a *kortikoszteroidok* termelődése és a kiválasztása a szervezetben [16]. (A kortikoszteroidok a legerősebb elérhető gyulladáscsökkentő gyógyszerek. A kortikoszteroidokat szintetikus úton állítják elő a kortizollal, a mellékvese külső rétegében termelődő szteroid hormonnal megegyező hatással, ezért nevezik őket „kortikoszteroidoknak”).

Az AL-TENS tehát hatásmechanizmusában bizonyos mértékben hasonló az akupunktúrához. Ez az összehasonlítás is a fellelhető szakirodalmakban, többféle magyarázattal [10]. A felhasználók visszajelzése szerint az alacsonyfrekvenciás impulzuscsoportok (burst) ebben az esetben komfortosabb hatásúak, mint a folyamatos impulzus, amely izomrángásokat idézhet elő. Meg kell említeni, hogy az AL-TENS a bőrön keresztül áthaladva az A- β ros-

tokat is aktiválja és így szegmentális analgesiát is kivált. A fájdalomcsillapító hatás viszonylag lassan alakul ki, de tartóssága sokkal nagyobb a hagyományos TENS-énél.

3.1.3. Az intenzív TENS

Az intenzív TENS célja a kis átmérőjű A- δ bőralatti afferensek aktiválása a fájdalom helyéhez közel és olyan erősséggel, amit még a páciens éppen el tud viselni. Ennek megfelelően a „kezelés” időtartama rövid (<15 min) és a használatos frekvencia nagyobb, mint 150 Hz, 150...250 μ s-os impulzusszélesség mellett. Elvéből következően szegmentális és extraszegmentális analgesiát is létrehoz. Jelentősége kisebb sebészeti beavatkozásnál, vagy műtét utáni kezelésnél lehet (pl. sebkötözés, varratszedés stb.).

Annak ellenére, hogy a TENS – sajnos nem magyar nyelvű – irodalma viszonylag terjedelmes, hiányában vagyunk a jó minőségű és rendszerezett kísérleti munkának, ami a különböző TENS üzemmódok közvetlen összehasonlítását mutatná be klinikai hatásosság és fájdalomcsillapító profilok tekintetében. Megjegyezzük, hogy újabban használatos az *Auricular TENS* típusjelölés, amikor is a stimuláló áramot a fülnél alkalmazzák.

3.2. A TENS készülék-módozatok

Korábban említettük, hogy a technológia fejlődése magával hozta a különböző TENS-hez hasonló készülékek széles választékát. Klinikai hatásosságukról elmondtuk a véleményünket. Az alábbiakban először számba vesszük az „ismertebb” típusokat, csupán felsorolás jelleggel. Az általános definíció nem változik: valamennyi esetben a bőrön keresztül történő áramingerlésről van szó. A készülékek – jogilag nem védett – gyártmányneveik eltér a TENS-től. Így a következő elnevezésekkel találkozhatunk:

- APS (Action Potencial Simulation); a neve magáért beszél, alakjában az akciós potenciált generálja,
- HVCP (High Voltage Pulsed (galvanic) Current); a nagyfeszültségű változat,
- HWT (H-Wave Therapy); ez esetben a Hoffman reflex reprodukálásáról van szó (innen a név), habár elfogatható magyarázat a *Hoffman reflex*, a HWT

és az analgesia közötti összefüggésről még nem született,

- IFT (Interference Current Therapy); célja a mélyen fekvő struktúrák árammal történő stimulálása. Amplitudómodulált, egymással interferáló jeleket állít elő,
- MET ((Microcurrent Electrical Therapy); a standard TENS-től eltérően, ahol néhány milliamper az áramerősség, itt tipikusan az 1...600 μ A-es tartományba esik, paresthesia létrejötte nélkül,
- TCES (Transcutaneous Cranial Electrical Stimulation); nevéből adódóan (cranium = koponya) a koponya területére koncentráló kezelési eljárás (halánték, fül, szemöldök),
- TSE (Transcutaneous Spinal Electroanalgesia); bőrön keresztüli gerinc elektroanalgesia. Az 1995-től alkalmazott TSE szándéka a gerincagy ingerelhető szöveteit aktiválni azzal a céllal, hogy redukálja a „központi érzékenységet” (a fogalmat itt nem magyarázzuk) az által, hogy a központi idegrendszer aktivitását visszaállítja az érzékenység előtti állapotba [11]. Ehhez nagyfrekvenciás impulzust használ (600 Hz...10 kHz) nagy amplitúdóval és rövid (1,5...4 μ s-os) impulzusszélességgel.

Fiziológiai tanulmányok felvetették, hogy a hagyományos TENS is csökkentheti a központi érzékenységet [12], habár messzemenőleg nem utaltak kísérleti kutatásokra a TSE hatását illetően.

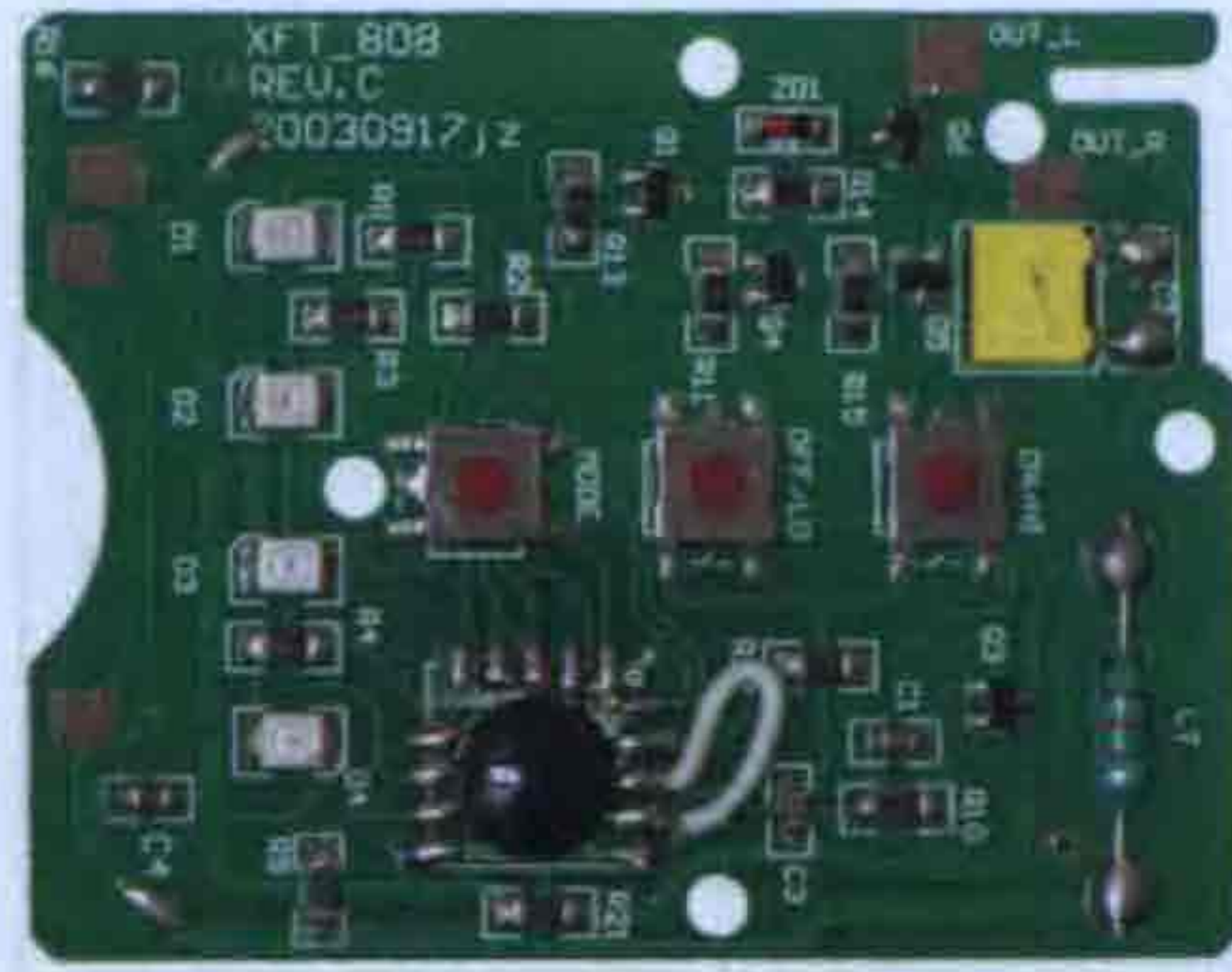
Nem lehet célunk bármelyik változat ennél bővebb ismertetése, az érdeklődők az angol nyelvű tanulmányokban megismerhetik a részleteket.

4. TENS konstrukciók

Az előző fejezetek megismerése után már körvonalazódhat az építők képzeletében, hogy mit is kell tudnia egy jó TENS készüléknek. Egy általánosnak mondható műszaki paraméter-összefoglalót mutatunk be az alábbiakban annak okán, hogy a bemutatott konstrukciókról eldönthessük, mire alkalmasak, illetve igényeinkhez választhassunk kapcsolást. Egy standard TENS technikai jellemzőit az **1. táblázat** mutatja

1. táblázat

Egy standard TENS jellemzői	
Impulzusfrekvencia	1...250 Hz (állítható)
Impulzusszélesség	10...1000 μ s (állítható, bár gyakorta fix)
Impulzusamplitúdó	1...50 mA/1 k Ω (állítható)
Impulzusjelleg	folyamatos, burst, AM-FM-PWM, véletlen jel
Impulzusalak	egyfázisú, szimmetrikus kétfázisú, aszimmetrikus kétfázisú,
Egyéb járulékos jellemzők	beépített időzítők, kezelési programok, áramgenerátoros kimenet stb.
Táplálás	9...12 V DC
Tömeg	50...250 g



1. kép



2. kép

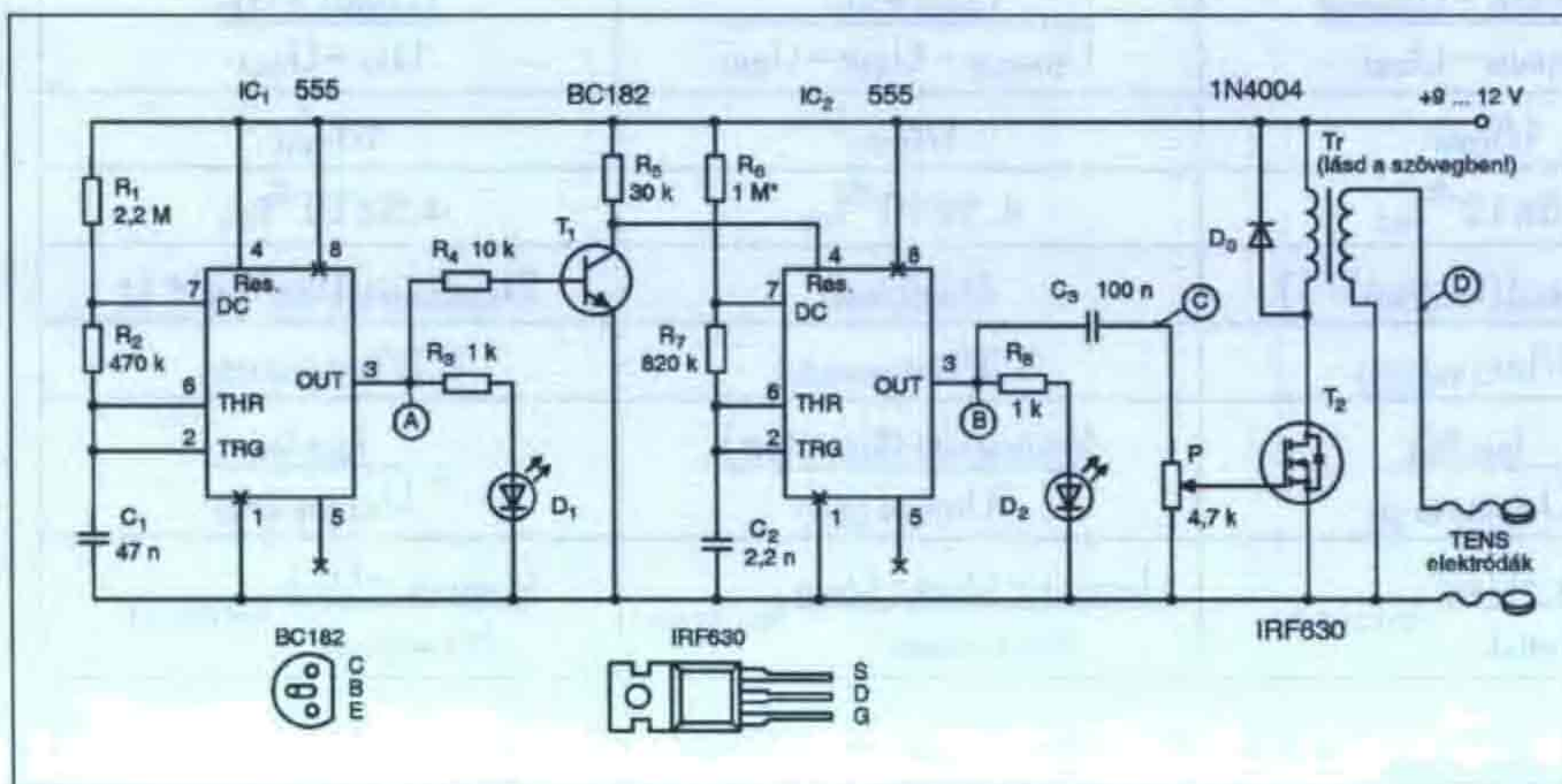
Az utóbbi három paraméter valójában csak tájékoztató jellegű, hiszen igen jelentős különbségek mutathatók a professzionális és a „távol-keleti” termékek tekintetében. Az egyszerűre programozott és időzített működésű termékek a kezelők „kényelmét” szolgálják, de egyúttal a „szabadságát” is korlátozzák (itt a testre szabott adekvát beállíthatóság szabadságát értjük). Igaz ugyan, hogy ez utóbbihoz az előzőek ismerete is szükséges (ld. bevezető fejezet).

Az 1. képen a *Cardpulse 808* típusú bankkártya-méretű TENS készülék paneljét, a 2. képen pedig az akupunktúrás elektródáját láthatjuk. A készülék jelenleg – önreklámjuk szerint – a világ legkisebb ilyen célú berendezése. Tömege mindössze 22 g, és egy 3 V-os lítium-gombelemmel (CR2032) működik.

A származási helyként EU-t jelölő mini készülék 6 gyárilag programozott „gyakorlatot” futtat le 12 perces automata időzítéssel. Természetesen a háziagos kivitelezés nem veheti fel a versenyt ezen bankkártya-méretekkel, de bemutatjuk, hogy hozzáférhető elektronikai alkatrészekkel, kezelhető kicsiny méretekkel magunk örömeire és egészségére készíthetünk TENS készüléket.

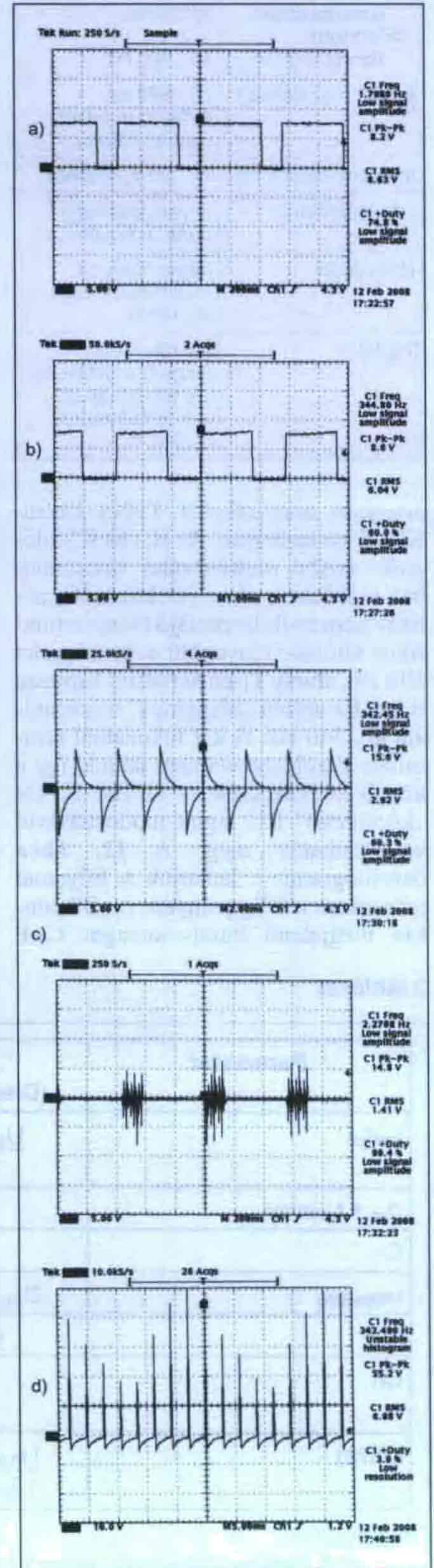
4.1. Egy egyszerű TENS áramkör

Jóllehet az „Alkalmazás” fejezet még távolabb van, már most nyomatékosan felhívjuk a figyelmet, hogy a következő megépíthető kapcsolások (vagy az éppen megvásárolni szándékolt termékek) használatát nem ajánljuk bárkinek és bármilyen okból. Az áramköröket



11. ábra

mindenki saját felelősségére használhatja és bármely orvosi értelemben vett kedvező hatás csak körültekintő alkalmazással érhető el. Előljáróban tekintsük a 11. ábrát! A nagyon egyszerű kis



12. ábra

2. táblázat

A 13. ábra szerinti TENS jellemzői	
Impulzusfrekvencia AI-TENS üzem módban szttenderd üzem módban	1...15 Hz, 15...300 Hz,
Impulzusszélesség	75...370 μ s, állítható mindkét üzem módban,
Impulzusamplitúdó	12...80 V, állítható,
Impulzusforma	folyamatos vagy burst (választható),
Üzem mód	hagyományos (szttenderd), vagy AL-TENS,
Táplálás	9 V alkáli elem (vagy 9 V Ni MH ak- ku) átlagosan 20 mA-es fogyasztás mellett.

áramkört alapfunkciós TENS készüléknek nevezhetjük. Az IC₁ és IC₂ időzítők astabil multivibrátor üzemmódban működnek. Kettejük közül IC₁ néhány hertzes frekvenciájú és aszimmetrikus kitöltési tényezőjű négyszögjelet állít elő, amely T₁-en keresztül kapuzza IC₂-t. Ez utóbbi „alapjárat” frekvenciája kb. 340 Hz. A két fokozatnál semmiféle kezelőszervet nem látunk, így a közölt értékek csak az időzítő IC-eket „körülvevő” RC tagok módosításával változtathatók meg. A 12. ábra oszcillogramjain láthatjuk a folyamat jellegzetes időfüggvényeit. A „B” ponton megjelenő burst-csomagot C₃-P

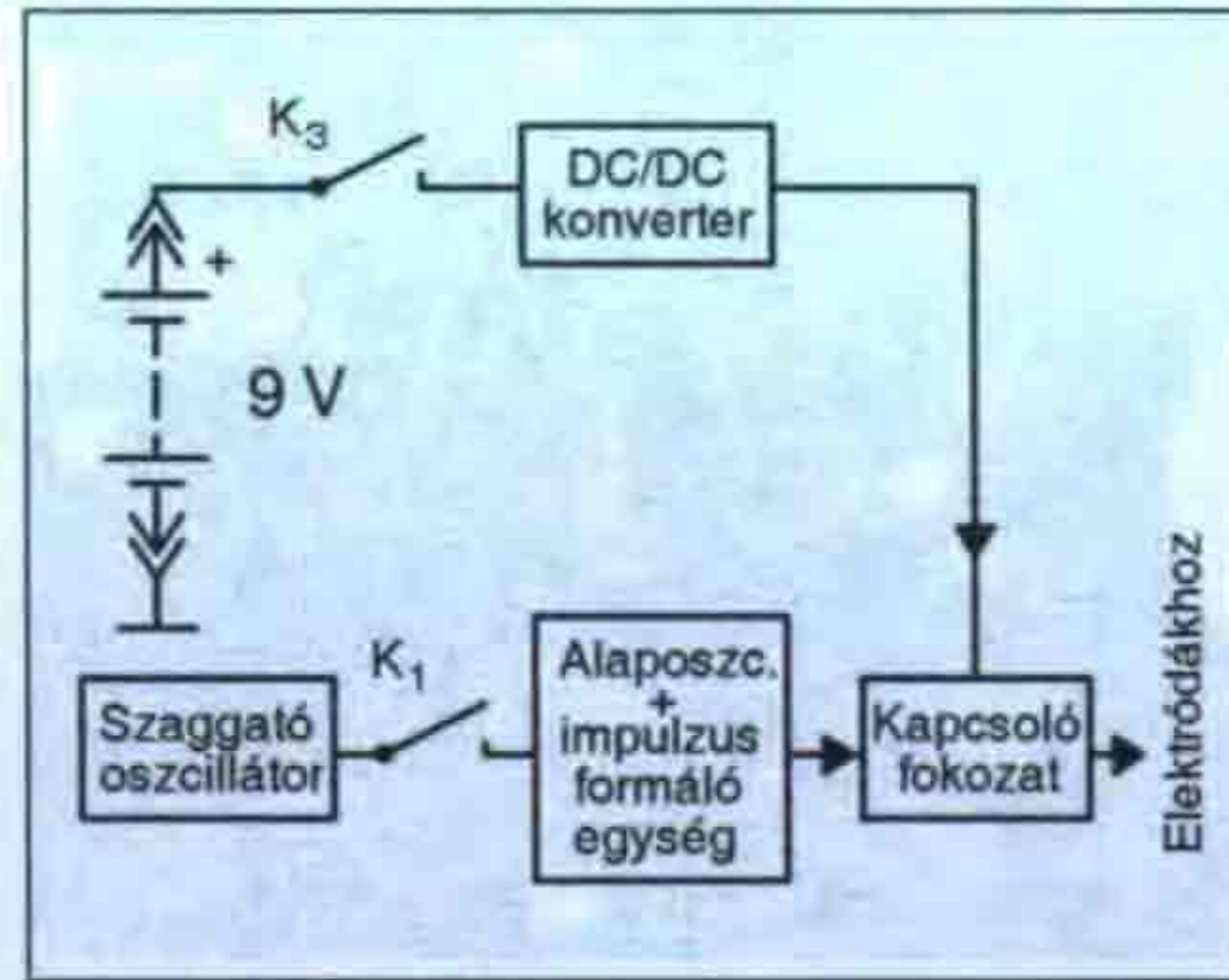
3. táblázat

Parameter	Step-Up (Discontinuous mode)	Step-Down (Continuous mode)	Voltage Inverting (Discontinuous mode)
t_{on}/t_{off}	$\frac{U_{out} + U_F - U_{in(min)}}{U_{in(min)} - U_{sat}}$	$\frac{U_{out} + U_F}{U_{in(min)} - U_{sat} - U_{out}}$	$\frac{ U_{out} + U_F}{U_{in} - U_{sat}}$
$(t_{on} + t_{off})_{max}$	$1/f_{min}$	$1/f_{min}$	$1/f_{min}$
C _T	$4.5 \times 10^{-5} t_{on}$	$4.5 \times 10^{-5} t_{on}$	$4.5 \times 10^{-5} t_{on}$
I _{PK(switch)}	$2I_{out(max)}[(t_{on}/t_{off}) + 1]$	$2I_{out(max)}$	$2I_{out(max)}[(t_{on}/t_{off}) + 1]$
R _{sc}	$0.3/I_{PK(switch)}$	$0.3/I_{PK(switch)}$	$0.3/I_{PK(switch)}$
C _o	$\equiv \frac{I_{out} t_{on}}{U_{ripple(p-p)}}$	$\frac{I_{PK(switch)}(t_{on} + t_{off})}{8U_{ripple(p-p)}}$	$\equiv \frac{I_{out} t_{on}}{U_{ripple(p-p)}}$
L(min)	$\frac{U_{in(min)} - U_{sat}}{I_{PK(switch)}} t_{on(max)}$	$\frac{U_{in(min)} - U_{sat} - U_{out}}{I_{PK(switch)}} t_{on(max)}$	$\frac{U_{in(min)} - U_{sat}}{I_{PK(switch)}} t_{on(max)}$

Megjegyzés:

U_{sat} = A kimeneti kapcsoló maradékfeszültsége

U_F = A kimeneti dióda nyitófeszültsége



13. ábra

differentiálja, és ez a jelfolyam kerül a T₂ kapcsolótranszisztorra, amelynek Drain körébe egy transzformátort kötöttünk. A feltranszformálás eredményeképpen a kimeneten – transzformátortípustól függően – kb. 60 V_{cs-cs} amplitúdójú impulzus kerül a kezelő elektrodákra.

Egyedül a P biztosít csekély mértékű kimenőamplitúdó-szabályozást, minden más tekintetében csak a 12. ábrán látható fix „program” részesei lehetünk. Ennek ellenére adott esetben így is hatásos lehet az igen kis méretekben megépíthető készülék. A TR transzformátor lehet egy kisméretű HF (csöves) kimeneti, vagy egy 6...12 V-os hálózati transzformátor. Természetesen az aktuális menetszámároly határozza meg a kimeneti jel nagyságát. A kapcsoló FET helyett alkalmazhatunk teljesítménytranszisztor is, de akkor annak nagyobb maradékfeszültsége miatt a kimeneti teljesítmény kisebb lesz.

4.2. Az EM-70-es „zsebkészülék”

Az alábbiakban bemutatott konstrukciónk sok tekintetben közelíti egy standard TENS készülék előzőekben felsorolt műszaki tulajdonságait. Ennek értelmében készülékünk a 2. táblázat szerinti főbb ismérvekkel rendelkezik.

Készülékünk tömbvázlatát a 13. ábra mutatja. Egyszerűsége nem indokolná külön bemutatását, de az egyes „modulok” más megközelítésű felépítése miatt (amire itt is mutatunk példát) célszerűnek látszott egy egységes szerkezetű ismertetés. Az egyes „építőkockák” közül kiemelten foglalkozunk a DC–DC konverter megvalósítási módzataival. A tömbvázlatunk elektronikai megfelelőjének kapcsolási rajzát a 14. ábra mutatja. A műszaki adatokból sejthetjük, hogy berendezésünk meghatározó áramköri részei az alaposzcillátor és az impulzustechnikai egység.

Frekvenciában szabályozható, alacsonyfrekvenciás oszcillátort sokféleképpen megvalósíthatunk. Ebben az esetben egy műveleti erősítő alapkapcsolást választottunk annak okán, hogy a frekvenciameghatározó kondenzátor(ok) (C₂ és C₃) hidegpontja(i) testpotenciálon van(nak). A frekvenciát a P₁-gyel folyamatosan, míg a K₂-vel – az üzemmódnak megfelelően – kiválaszthatóan szabályozhatjuk. Az opcionálisan beültethető D₂ LED ezt, és egyúttal a bekapcsolt állapotot is kijelzi.

Az IC₃ által előállított négyszögjelekből az IC₄ impulzusformáló egység alakítja ki a P₂-vel szabályozható, kí-

vánt impulzusszélességű vezérlő TENS jeleket. Ezt kapja meg a T₁ kapcsoló FET vezérlő elektródája, és állítja elő a végleges amplitúdójú kimeneti jelet. A burst üzemet az IC₂ timeren alapuló szaggató oszcillátor prezentálja, a K₁-el történő beiktatása után.

Az 555-ös szabadonfutó oszcillátorként működik, némileg rendhagyó kapcsolási elrendezésben. A szokásos töltő-kisütő kör (R₁, D₁, C₁ és R₂) nem közvetlenül a tápfeszültségre kapcsolódik, hanem az IC kimeneti pontjára. Ahogyan az megszokhattuk, a kimeneti jel így is erősen aszimmetrikus. A kitöltési tényező a megadott értékekkel kb. 24%-os, ami 1,2 Hz-nél 0,22 s időtartamú H és 0,8 s-os L szintet jelent. Egy tranzisztort takarítottunk meg azzal a felismeréssel, hogy az IC kisütő –

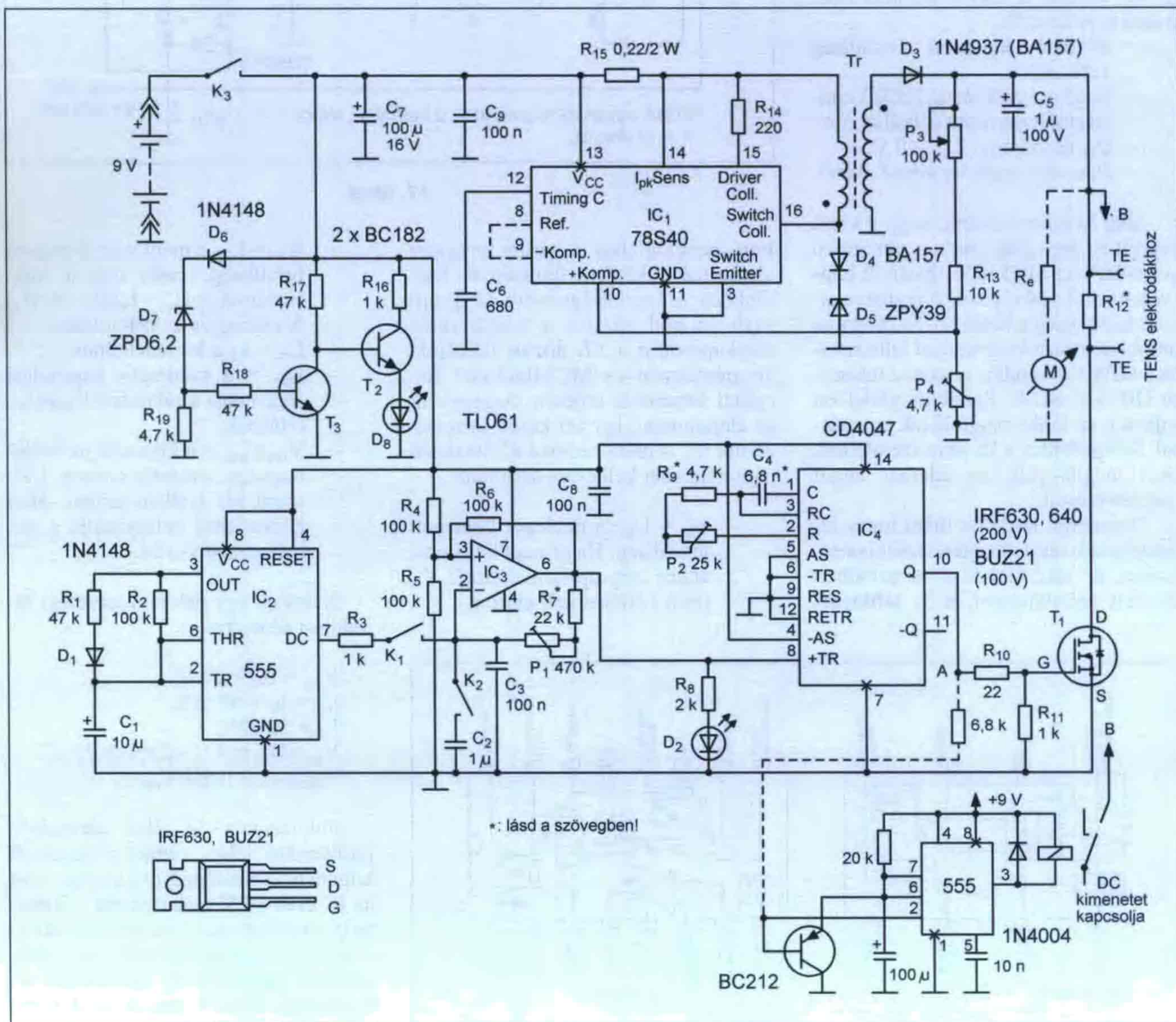
egyébként nyitott kollektoros (a CMOS változatnál nyitott drain-es) – tranzisztort használjuk az alaposzcillátor kapuzására. Nevezetesen, amikor IC₂/7 alacsony szintűre vált, kisüti IC₃ időzítő kondenzátorát (a C₃-at vagy a C₃+C₂-t), azaz leállítja az oszcillációt.

Mivel a későbbiekben DC-DC konverterünk minimális üzemi feszültségét kb. 7 V-ra méretezzük, egy egyszerű telepkimerülés-jelző áramköri részletet is láthatunk a T₂ és T₃ és alkatrészei alkotta kapcsolási megoldásban.

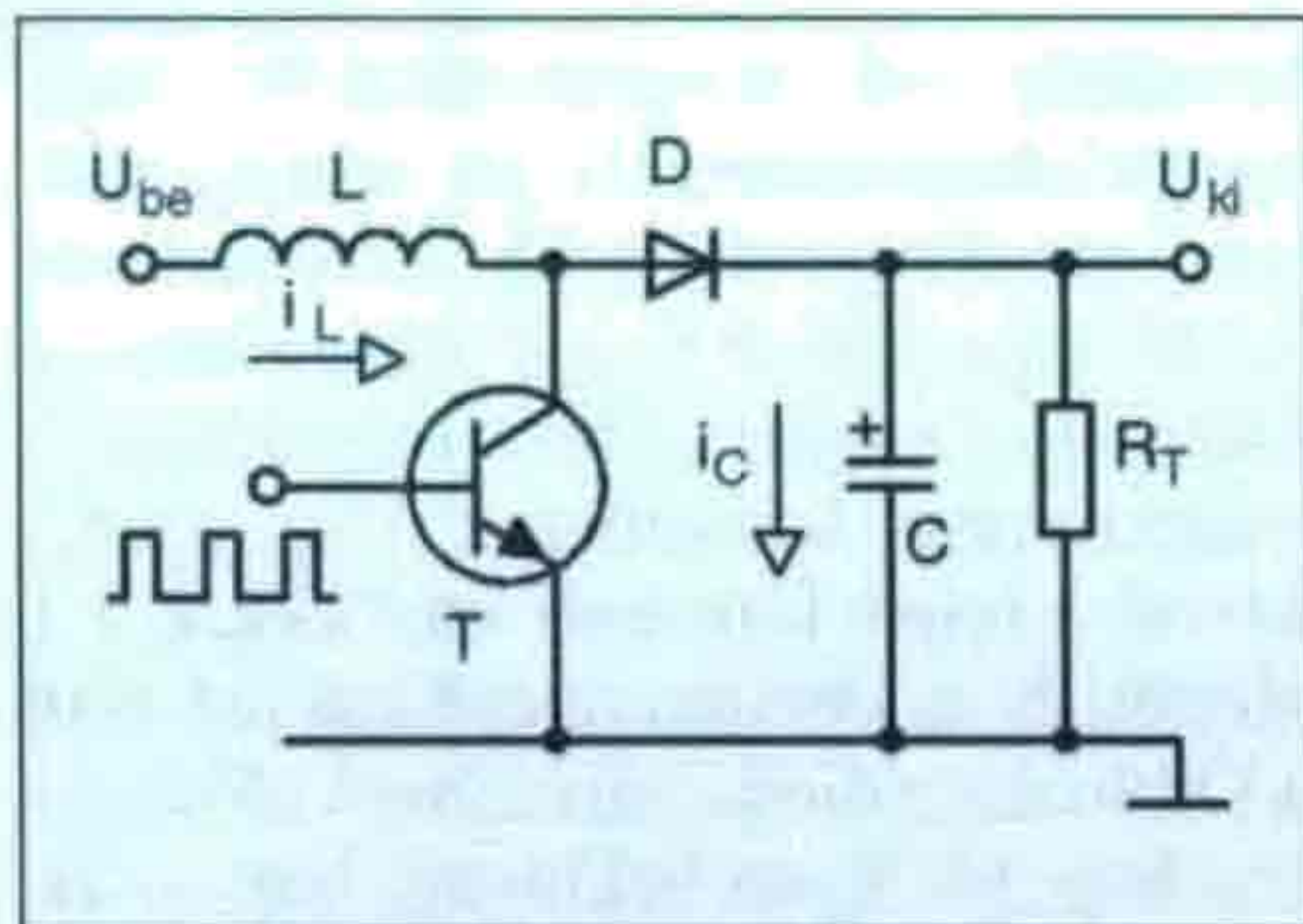
Mint már említettük, készülékünk másik meghatározó áramköri sarokpontja az egyenfeszültség-átalakító. Korábbi közleményünkben [13] megállapítottuk, hogy az energiaátviteli áramköröket aszerint is csoportosíthatjuk, hogy egy DC-DC áramkörben a

kapcsolóelem bekapcsolásakor, vagy éppen kikapcsolásakor jut energia a kimenetre. Tekintsük a 15. ábrát! A vezérelt kapcsolóelem a T tranzisztor. A kapcsoló zárásakor (azaz T nyitva) az L induktivitást közvetlenül U_{be} „tölti”. Mivel a teljes kimeneti kört ekkor a T söntöli és az energia felépülési idő alatt a D blockingdióda záróirányú előfeszítést kap, könnyen belátható, hogy a kialakuló I_L csúcsáram nincs összefüggésben a terhelőárammal. Amikor a T lezár (azaz a kapcsolót nyitjuk), az L-ben tárolt energia indukált áram formájában D-n keresztül tölti a kimeneti kondenzátort.

TENS készülékünkben is egy záróüzemű energiaátviteli áramkört készítettünk, amelynek alapja a több cég által is gyártott μ A78S40-es típusú univerzális



14. ábra



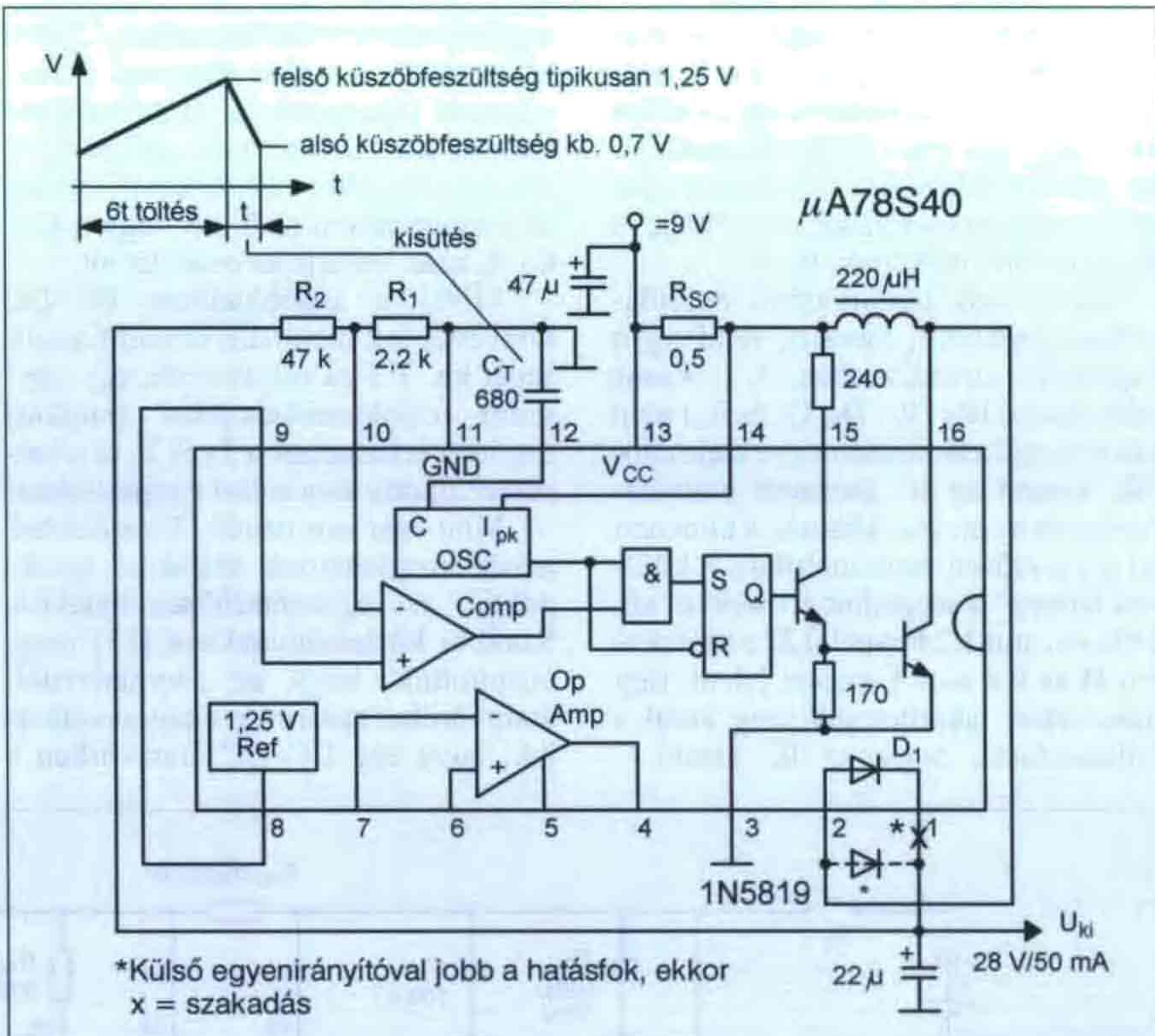
15. ábra

kapcsolóüzemű feszültszabályozó IC. A $\mu A78S40$ IC tartalmaz egy hőmérsékletkompenzált, 1,25 V-os referencia-forrást, egy vezérelt oszcillátort áramhatároló áramkörrel, egy nagyáramú és nagyfeszültségű kimeneti kapcsolót, egy szabad felhasználású OPA-t és egy diódát. A tokkal elérhető főbb műszaki jellemzők:

- állítható kimeneti feszültség 1,25...40 V,
- kimeneti csúcsáram (külső tranzistor használata nélkül) 1,5 A,
- U_{be} tartomány: 2,5...40 V,
- alacsony stand-by áramfelvétel.

Meg kell jegyeznünk, hogy e kissé elavult IC-típusnak szinte egyenértékű „testvére” az MC34063 típusjelű kapcsolóüzemű szabályozó. A leglényegesebb különbség a kettő között, hogy ez utóbbi nem tartalmaz szabad felhasználású OPA-t és diódát, viszont a tokozása DIP-8 v. SO-8. Ennek megfelelően sajnos nem lábkompatibilisek egymással. Felépítésüket a 16. ábra szemlélteti, ahol meghagytuk az adatlap angol megnevezéseit.

Terjedelmi korlátok miatt nincs lehetőségünk részletes méretezési ismeretetésre, de elkerülendő a bevezetőben említett tudatlanságot, a 3. táblázat-



17. ábra

ban összefoglaltuk a három tervezési alapszituáció képletgyűjteményét. Esetünkben a feszültségnövelő (step-up) oszlopot kell nézzük; a hozzátartozó alapkapsolást a 17. ábrán láthatjuk. Természetesen az MC34063-mal felépített kapcsolás teljesen megegyezik az alaptípussal, így azt külön nem rajzoltuk fel. A méretezéshez a következő paramétereket kell előre definiálni:

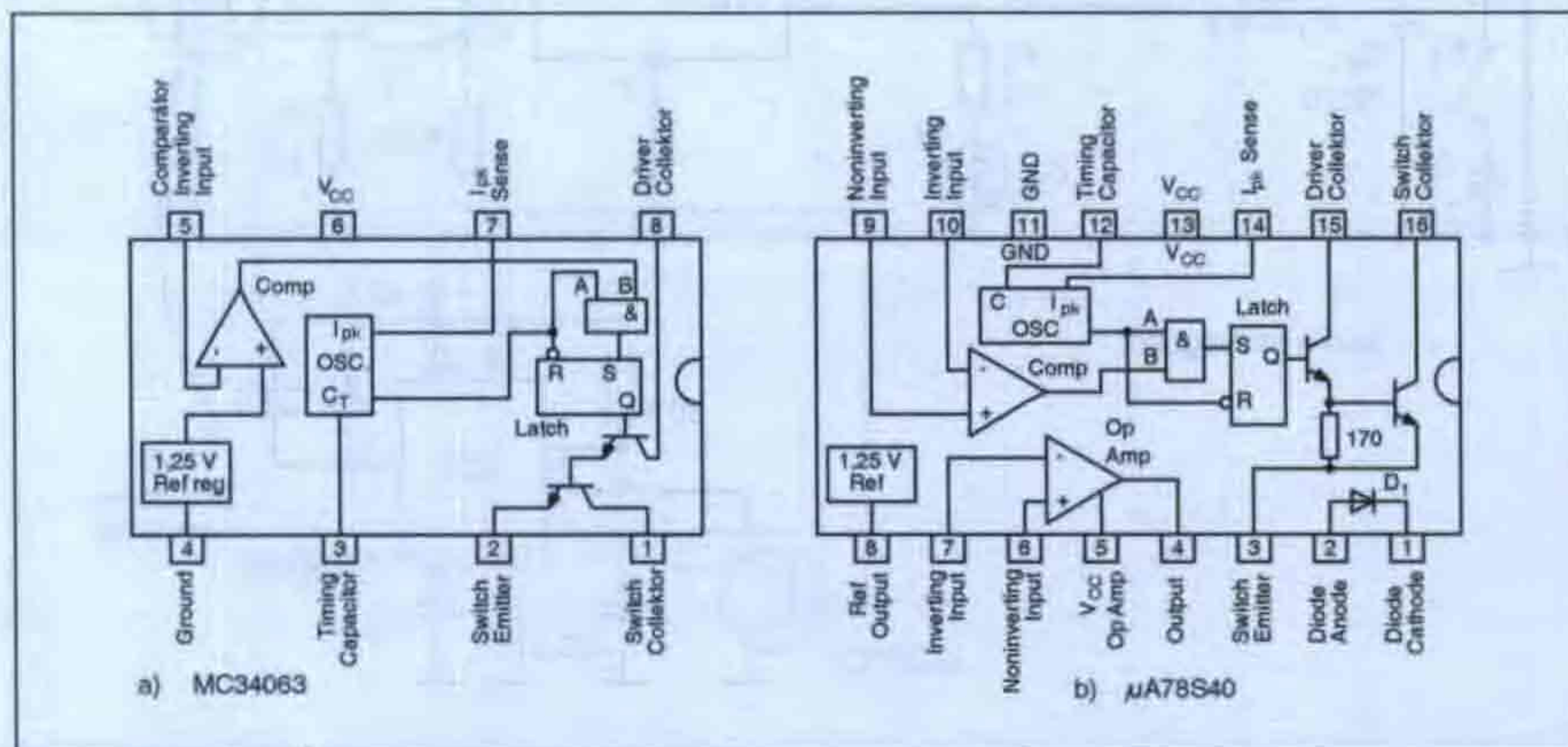
- $V_{in} = U_{be}$: a névleges bemeneti feszültség. Ha ez nem konstans, akkor step-up konverternél V_{in} (min.) értéket kell előírni,

- $V_{out} = U_{ki}$: a megkívánt kimeneti feszültség, amely step-up konverternél az $U_{ki} = 1,25(1+R_2/R_1)$ összefüggéssel számolható,
- $I_{out} = I_{ki}$: a kimeneti áram,
- f_{min} = a minimális kapcsolási frekvencia a választott V_{in} és I_{out} értéknél,
- $V_{ripple(pp)}$ = a kimeneti jel hullámmossága, csúcstól csúcsig. Célzerű kis értéken tartani, mert közvetlenül befolyásolja a terhelésszabályozást.

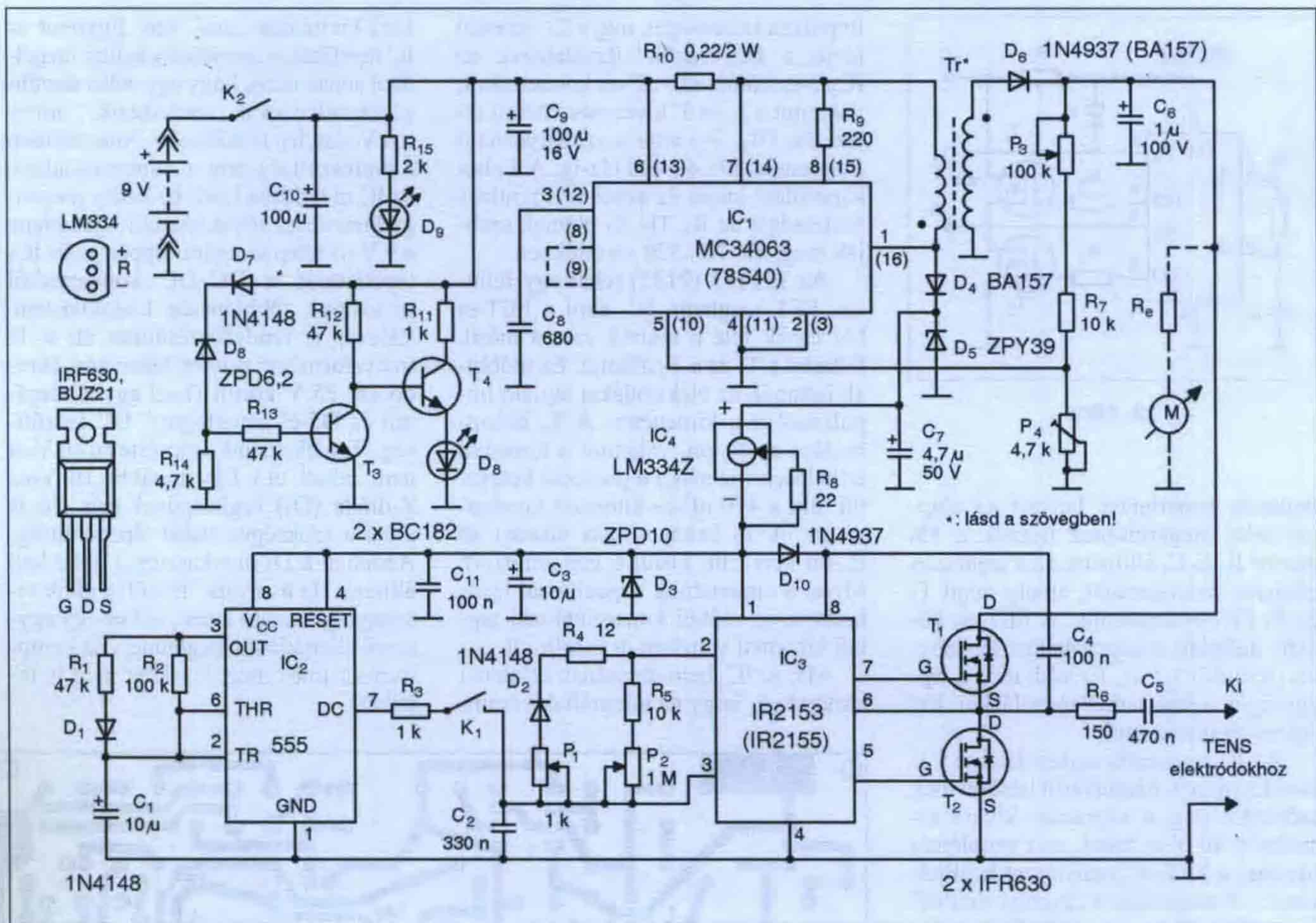
Nézzünk egy példát a tervezési kiindulási adatsorra:

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= U_{ki} = 28 \text{ V,} \\
 I_{out} &= I_{ki} = 50 \text{ mA,} \\
 f_{min} &= 50 \text{ kHz,} \\
 V_{in} &= U_{be} = 9 \text{ V} - 25\% (6,75 \text{ V}), \\
 V_{ripple(pp)} &= 0,5\% V_{out}.
 \end{aligned}$$

Folytatva a 14. ábra elemzését, problémánk jelen esetben a megemelt kimeneti feszültséggel (80 V) van, mert az IC csak 40 V szabályozási tartományig működik. Az ellentmondást feloldandó, a ritkán alkalmazott transzformátoros energiatároló elrendezést alkalmaztuk. Ezzel a megoldással biztosítható, hogy az IC kapcsolótranzistorának kollektorán a feszültség nem ha-



16. ábra



18. ábra

ladja meg a 40 V-ot. A beépíthető D_4 és D_5 dióda működési anomáliák esetén 40 V-ra határolja a feszültséget, de üzem közben a diódák nem lehetnek aktívak, mert nyitóirányú áramukat semmi nem korlátozza.

A visszacsatolásban szereplő feszültségosztó potenciométerei (P_3 , P_4) segítségével lehet a kimeneti feszültséget szabályozni.

Rendelkezésünkre áll tehát a kívánt kimeneti amplitúdó és a megfelelő impulzusalak. A két „dolog” T_1 kapcsolófokozaton keresztül jut a kimenetre. Páciens nélküli esetben (nyitott TENS elektróda kapcsok esetén) R_{12} egy minimális előterhelést ad a kapcsolófokozatnak (pl. 75 k Ω esetén kevesebb, mint 1 mA folyik rajta), akár el is hagyhatjuk.

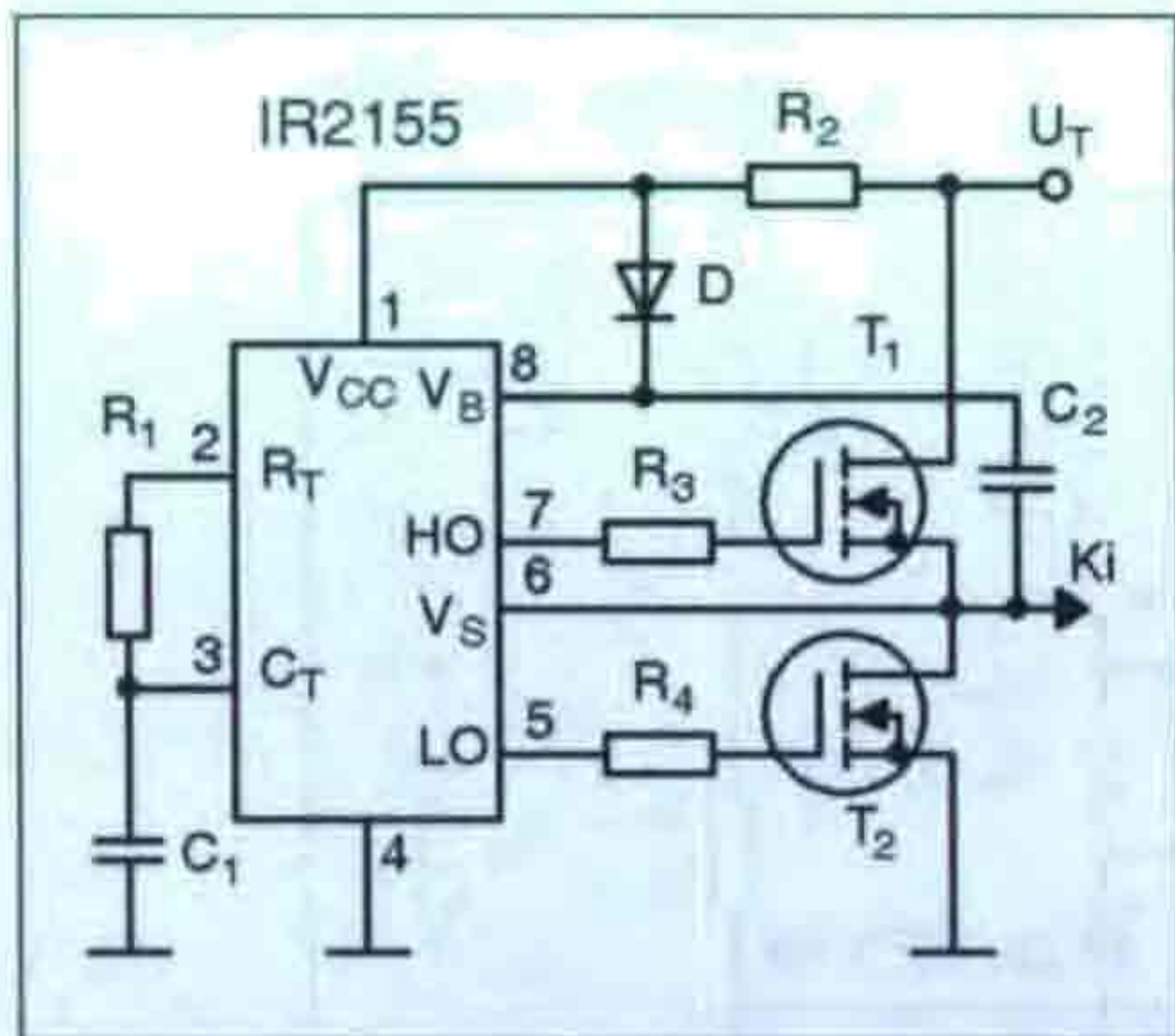
Orvosi berendezésről lévén szó – ami a maximális biztonságra való törekvést is megköveteli – felvetődhet a kérdés: Hogyan akadályozzuk meg azt, hogy T_1 kapcsoló vezérlő elektronikájának meghibásodása esetén nyitva maradjon, és ezáltal a páciensre a konstans DC feszültség (akár 80 V) kerüljön?

Ennek valószínűsége az alkalmazott minőségi alkatrészek miatt igen kicsi, de elvileg kizárni az ilyen hibát – Murphy óta tudjuk – nem lehet. A kétkedőknek javasoljuk a 14. ábra szaggatott vonallal csatlakoztatott áramköri részletét, amely egy hiányzó impulzus detektor.

Esetünkben a megadott értékekkel (20 k Ω , 100 μ F) 2 s-ig „várja” a bemenetére érkező impulzusokat. Amennyiben ez idő alatt – pl. meghibásodás miatt – nincs impulzus, az áramkör jelfogója lekapcsolja a kimenetről a DC-DC konverter feszültségét. Mivel ez az áramköri részlet opcionális része fő áramkörünknek, annak részletes elemzését [14]-ben olvashatjuk. Nem ilyen „elegáns” ugyan, de egy AC csatlakozással is figyelhetjük az impulzusok megérkezését. Ekkor R_{10} helyére egy kb. 220 nF-os kondenzátort tegyünk és R_{11} -et cseréljük 100 k Ω -osra! Ezzel az értékpárral annak differenciáló hatása ezen a frekvencián elhanyagolható, viszont hiányzó impulzus esetén T_1 biztosan zárva marad. (Abba a gondolati zsákutcába nem megyünk bele, hogy

mi van akkor, ha a védelmi áramkör hibásodik meg.)

Miként, mint majdnem minden műszaki feladatnak több jó kivitelezési megoldása lehetséges, a [15] nyomán bemutatunk egy másik áramköri változatot ugyanezekre a paraméterekre. Tekintsük a 18. ábrát! Sok ismerős részletet láthatunk, a különbségek viszont igazi érdekességet jelentenek. A telepfigyelő áramkör és a burst generátor változatlan, a DC-DC konverter a modernebb MC34063-as típusra épül (azért zárójelbe téve megadtuk az előző változat lábbekötését is). Az impulzuselőállítás és a kimeneti fokozat elrendezése viszont jelentősen módosult. Az előbbinek központi eleme az International Rectifier gyártmányú IR2153 (2155) típusú fél-hidas kialakítású FET-meghajtó IC, amely egyben önrezgő oszcillátor is. Ha csak számszerűen nézzük a dolgot, a 14. ábra két lépésű impulzus előállítás helyett itt most egy IC ugyanezt megoldja. De azért ennek „ára” van (és a szó szoros értelmében is). Közel 10 oldalas adat-



19. ábra

lapjának ismertetése helyett az alapgondolat megértéséhez nézzük a **19. ábrát!** R_1 és C_1 állítja be a tok saját oszcillációs frekvenciáját, amely majd T_1 és T_2 FET-et kapcsolja. A FET-ek közötti definiált átkapcsolatási késleltetés (holtidő) $1,2 \mu s$. Ez védi meg a tápegységet a keresztbekapcsoláskor létrejövő rövidzárlattól.

Az IC minimális tápfeszültsége $9 V$ körüli (aminek hátrányáról később még szólunk), míg a kapcsolni kívánt feszültség $80 V$ is lehet, ami problémát okozhat a FET-ek munkapont beállításánál. A megoldás a „pumpa diódás” kapcsolás alkalmazása. A T_1 kapufeszültségét néhány voltal meg kell emelni a forráselektrodához képest, hogy tudja kapcsolni a $80 V$ -ot. Ezt az extra feszültséget állítja elő a „dióda pumpa” áramköri részlet, amely a D és a C_2 alkatrészből áll. Kezdetben az IC tápfeszültsége (1. láb) kb. $10 V$, amelyet egy külső Z-dióda állít be. Amikor T_2 bekapcsol, akkor C_2 D -n keresztül $10 V$ -ra töltődik fel. Amikor T_2 kikapcsol, a tokon belül a 7. láb összekapcsolódik a 8-cal, és a T_1 bekapcsol. Ekkor a T_1 a 6. lábat $+U_T$ -re húzza és a 8. láb szintje az $U_T + U_{C2}$ szintre tolódik.

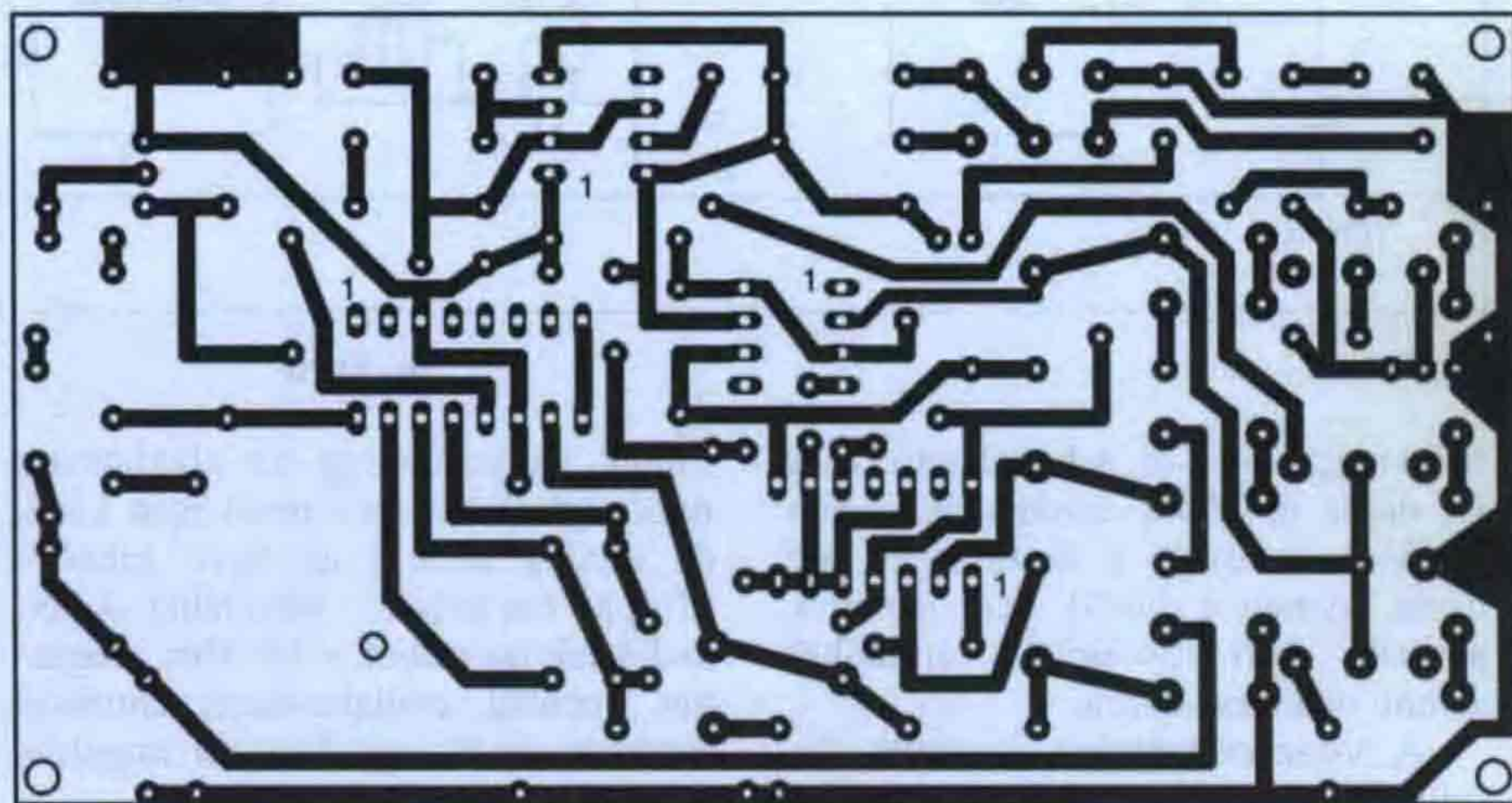
Ezzel a feszültségutánhúzó megoldással (régebben hívtuk ezt a megoldást „csizmahúzó” kapcsolásnak is) biztosítható, hogy néhány bekapcsolási ciklus után az áramkör automatikusan eltolja a 8. láb – és ennél fogva T_1 gate – feszültségét annak bekapcsolásához szükséges szintre. (Megjegyezzük, hogy az IC 6., 7. és 8. kivezetése „lebegő” kimeneti pont, amelyek a földhöz képest $600 V$ -ig eltolhatók, így a $80 V$ kapcsolása biztonságosan megoldott.) Az IC₃ frekvencia-meghatározó eleminek speciális kialakításával hozhatók létre a FET-ek vezérlő impulzusai. A T_1 bekapcsolási ideje határozza meg az

impulzus szélességet, míg a T_2 vezetési ideje a frekvenciát. Részletezve az IC₃/3-ra kötött $330 nF$ -os kondenzátor, valamint a 2. és 3. kivezetés közötti ellenállás (R_5 ; P_2) adja a szabályozható frekvenciát kb. $4...400 Hz$ -ig. A T_1 bekapcsolási idejét és ezzel az impulzus szélességét az R_4 , D_2 , P_1 elemek szabják meg, kb. $70...320 \mu s$ értékben.

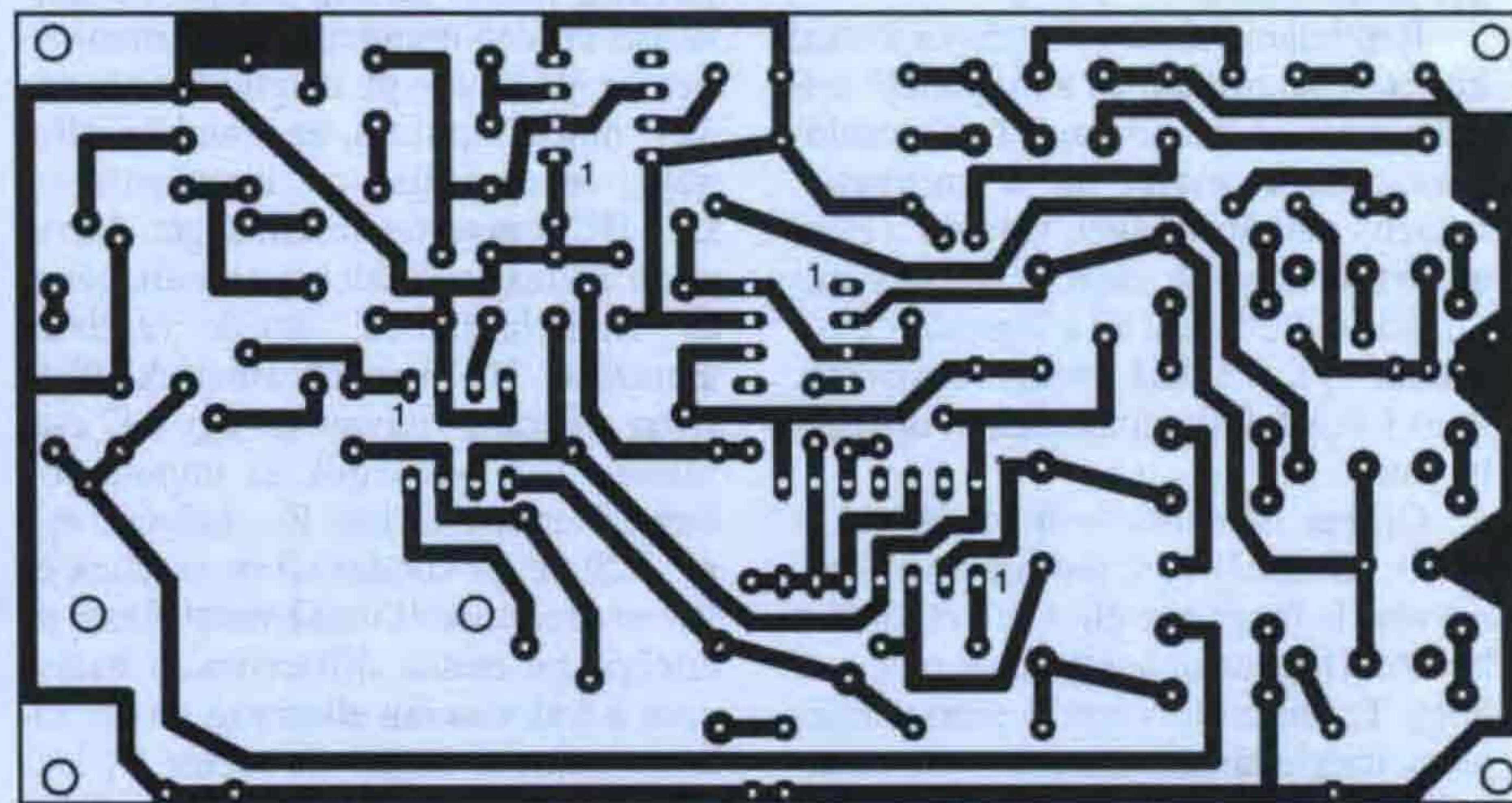
Az IR2153 (2155) tehát egy félhidas FET meghajtó IC, ahol a FET-es híd egyik fele a tokban van, a másik félhidas T_1 és a T_2 alkotja. Ez utóbbiak juttatják az elektrodákat tápláló impulzusokat a kimenetre. A T_1 bekapcsolása az R_6 -on, valamint a kimeneti terhelésen (ez maga a paciens) keresztül tölti a $470 nF$ -os kimeneti kondenzátort. A T_2 bekapcsolása viszont az R_6 -on keresztül kisüti a kondenzátort. Mivel a kimenetünk kapacitással leválasztott, az előbbi konstrukciónál taglalt kimeneti védelem itt is teljesül.

Már az IC₃ bemutatásának kezdetén elmondtuk, hogy az integráltabb áram-

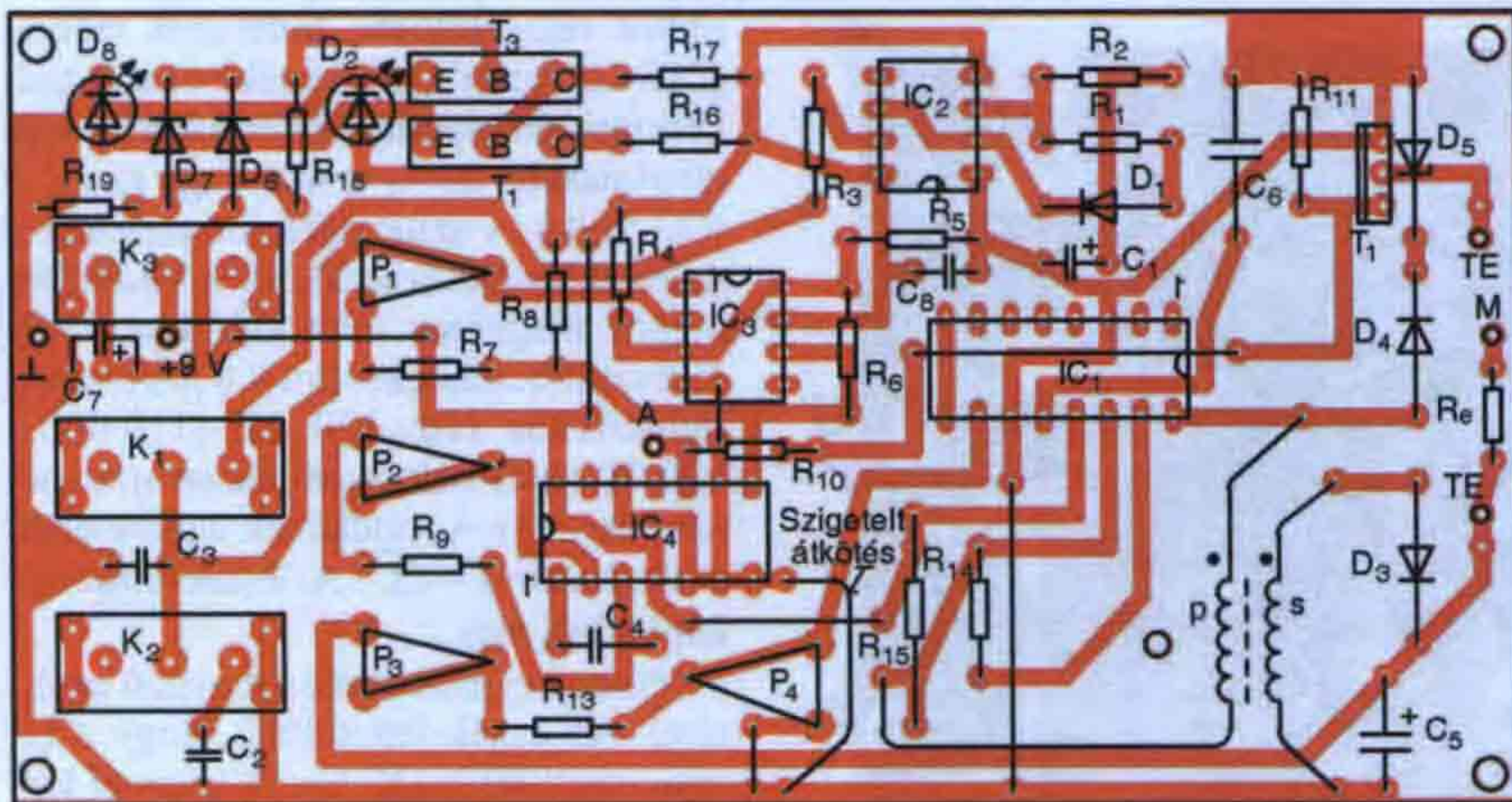
köri kivitelnek „ára” van. Egyrészt az IC tápellátását speciálisan kellett megoldani annak okán, hogy egy belső feszültség szabályozóval rendelkezik, amely $8,4 V$ alatt lép működésbe. Amennyiben a tápfeszültség erre a szintre csökken, az IC működése leáll. Ez pedig megengethetetlenül rövid üzemidőt jelentene a $9 V$ -os telep számára. Éppen ezért IC₃ tápellátását a DC-DC konverterből biztosítjuk többlépcsős kialakításban. Először is rendelkezésünkre áll a T_r transzformátor primer tekercsén ébredő kb. $35 V$ körüli D_4 -el egyenirányított és D_5 -el „megfogott” DC feszültség. (Emlékezzünk ez az érték a $40 V$ -ot nem érheti el.) Egy további $10 V$ -os Z-dióda (D_3) segítségével már elő is állna a szükséges stabil tápfeszültség. Azonban a D_3 munkapontját is be kell állítani. Ha a „nyers” feszültségünk viszonylag állandó lenne, akkor egy egyszerű ellenállás is megtenné. (Ez kompromisszumos megoldásként meg is felelhet).



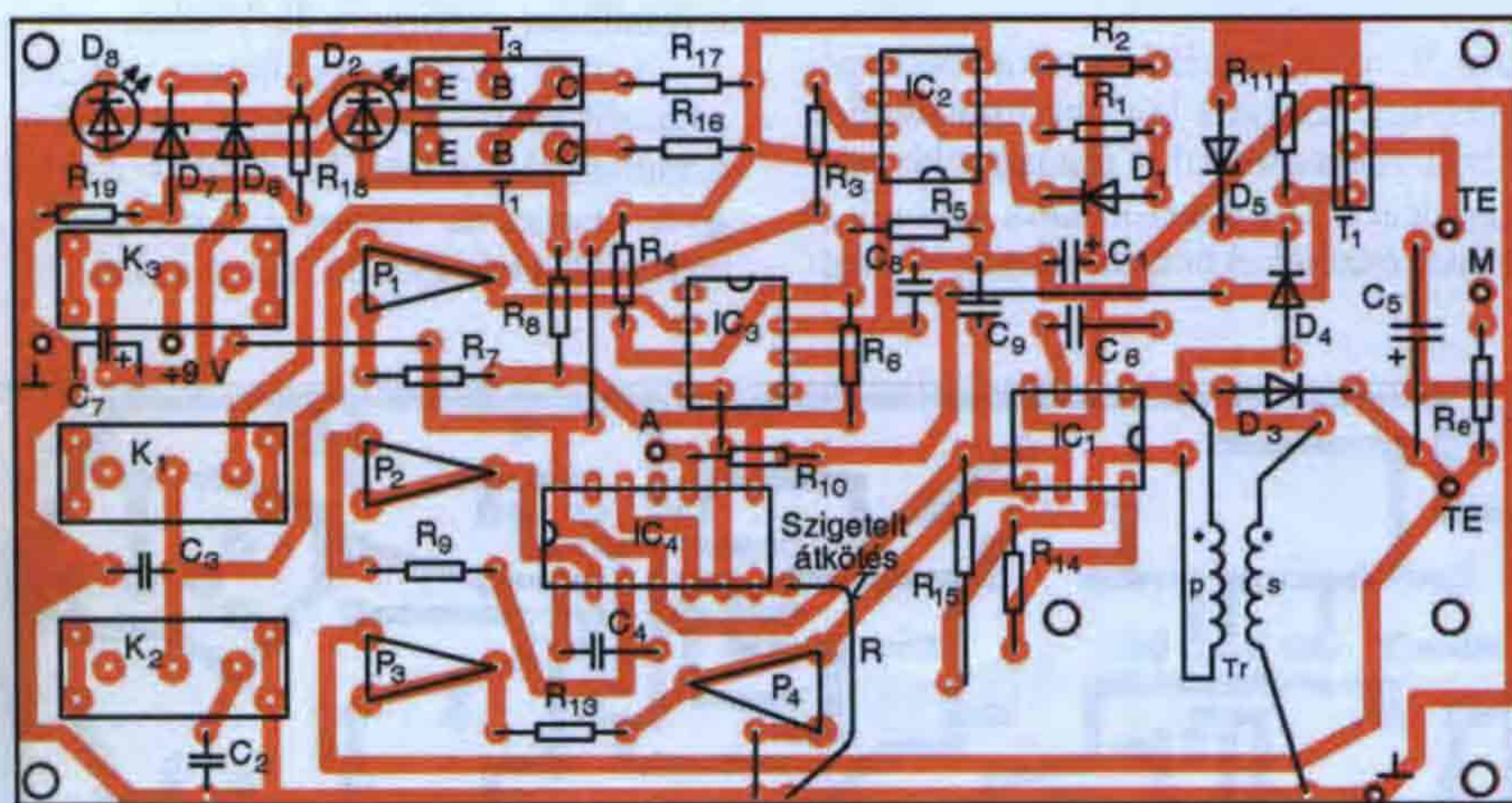
20.a ábra



20.b ábra



21.a ábra



21.b ábra

Mivel a kimeneti amplitúdónk a 12...80 V-os tartományban szabályozható, alacsonyra állított kimenet esetén a „visszatranszformálódott” érték az $IC_1/1$. lábán akár 10 V-ra is csökkenhet. Ekkor pedig a nagy kimeneti feszültséghez méretezett nagy értékű ellenállásunk teljességgel alkalmatlan lenne a Z-dióda megkívánt munkaponti áramának a beállítására. (Az előbb említett kompromisszum: a TENS készüléket tipikusan 25 V felett használjuk, s ekkor valóban egy ellenállás is megteszi.)

A precíz megoldás az IC_4 programozható áramgenerátor (és hőfokérzékelő) alkalmazása. Az általa biztosított áram 1 μA ...10 mA között programozható az R_8 -cal. Az ábrán megadott értékkel ez kb. 3 mA. (A számítóképlet $I_{ki} = 67,7 \text{ mV}/R; \#25^\circ C$).

Persze a megoldás költsége is más az előző változathoz képest. Megjegyezzük, hogy az IR2155 kifutóban lévő típus, a vele ekvivalens IR2153-as

ártényezője 3:1 is lehet ez utóbbi javára, ezért már az újabb fejlesztésekbe csak ezt ajánlják. A további részleteket ld. az építési fejezetben!

Az EM-70-es fantázianevű berendezésünkre (3. kép) két lehetséges áramköri megoldást mutattunk be, amely tény óhatatlanul kívánja az összehasonlítást. Ez természetesen lehet anyagi megfontolású is (pl. kinek milyen alkatrész van otthon a fiókjában) és mivel a kimeneti jellemzők csaknem azonosak, a különbségek inkább a szolgáltatásaikban vannak. Az EM-70A típusnál három kezelő kapcsolót találunk, ahol külön kapcsoló szolgál a normál, ill. az akupunktúrás üzemmód kiválasztására. Az üzemmódokon belül a frekvencia szabályozása lineáris. Az EM-70B már csak két kapcsolót tartalmaz – így nincs külön üzemmódválasztás – mert az IR2153 frekvenciaátfogása lefedi mindkét tartományt, de közel sem lineáris szabá-

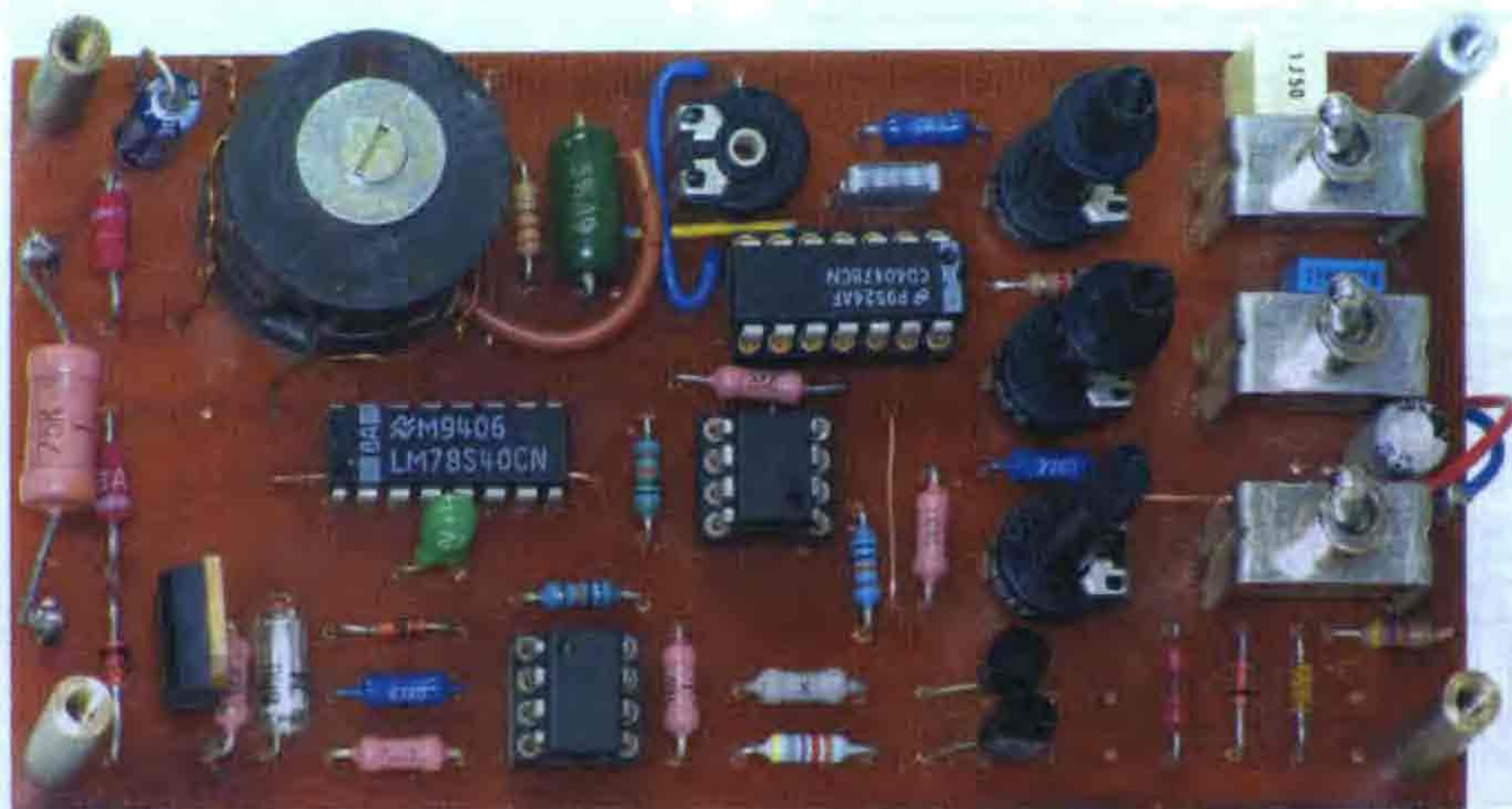
lyozással. Így a kezelőnek nagyobb figyelemmel kell eljárnia. Az első típusnál a négyszöggenerátor kimenetére kötött LED a frekvenciát is indikálja amellet, hogy a bekapcsolt állapotot is mutatja. Ugyanez a „B” típusnál nincs, viszont összességében kevesebb alkatrészt igényel.

4.3. Megépítés, bemérés

Elsősorban használhatóságát tekintve, teljes gyártási dokumentációt a komplexebb szolgáltatást nyújtó 14. és a 18. ábra elektronikájához készítettünk. A két elvi rajz nagyjából azonos konstrukciós elvek alapján valósítható meg, így a kivitelezést együtt mutatjuk be, kitérve a különbségekre. A készülékek SD-20 típusú (majd minden elektronikai szakboltban kapható) dobozban nyertek elhelyezést. Ehhez igazodik nyomtatott áramköri tervünk. Az EM-70A készülékünk nyáktérveit a 20.a, és a 20.b ábra, míg beültetési rajzait a 21.a, és a 21.b ábra és a 4. kép mutatja. Némi magyarázattal kell szolgálnunk ezen ábrákat illetően. Az áramköri elemzésnél részletesen taglaltuk a DC-DC konverterek megvalósítási lehetőségeit, melyet két IC típusra



3. kép



4. kép

alapoztunk. Úgy gondoltuk, azzal tudjuk az utánépíteni szándékozókat a legjobban segíteni, ha mind a $\mu A78S40$ -re [az a) ábrarészleteken], mind pedig az MC34063-ra [a b) ábrarészleteken] megadjuk a főliatervet és a hozzá tartozó beültetési rajzot. (Megjegyezzük, ha az IC-t vásárolni kell jelentős árkülönbség mutatkozik a két típus között, a régebbi gyártású FA78S40 lényegesen drágább a nyolclábú társánál.)

Az EM-70B készülék nyák és beültetési rajzainál, a 22. és a 23. ábrán és az 5. képen már csak az MC34063 típussal dolgoztunk. Szerencsére bármelyik áramkört is választjuk, az egyes áramköri megoldások jól tagoltak, az egyes részegységek önállóan működnek, így bemérésük, beállításuk nem okoz nehézséget. Az alkatrészek beültetése során először az átkötéseket készítsük el, majd a többi alkatelmeget, kezdve a legalacsonyabb (ellenállás, dióda) méretűekkel. Amennyiben az IC-knek foglalatot teszünk be, akkor az összes alkatrészt egyszerre beültethetjük, ellenkező esetben célszerű fokozatról fokozatra haladni, azok üzemképességének megállapítása után. A kapcsolásokban szereplő valamennyi potenciométer PT10 típusú álló tengelyes kivitelű. A beszerzésnél erre legyünk figyelemmel, mert gyakran összetévesztik a csavarhúzó állítású típussal! (Megjegyezzük, hogy készültek nyáktervek a PT15-ös trimmersorozatra is, de a terjedelmi korlát már nem tette lehetővé közlését.)

4.3.1. A DC-DC konverter

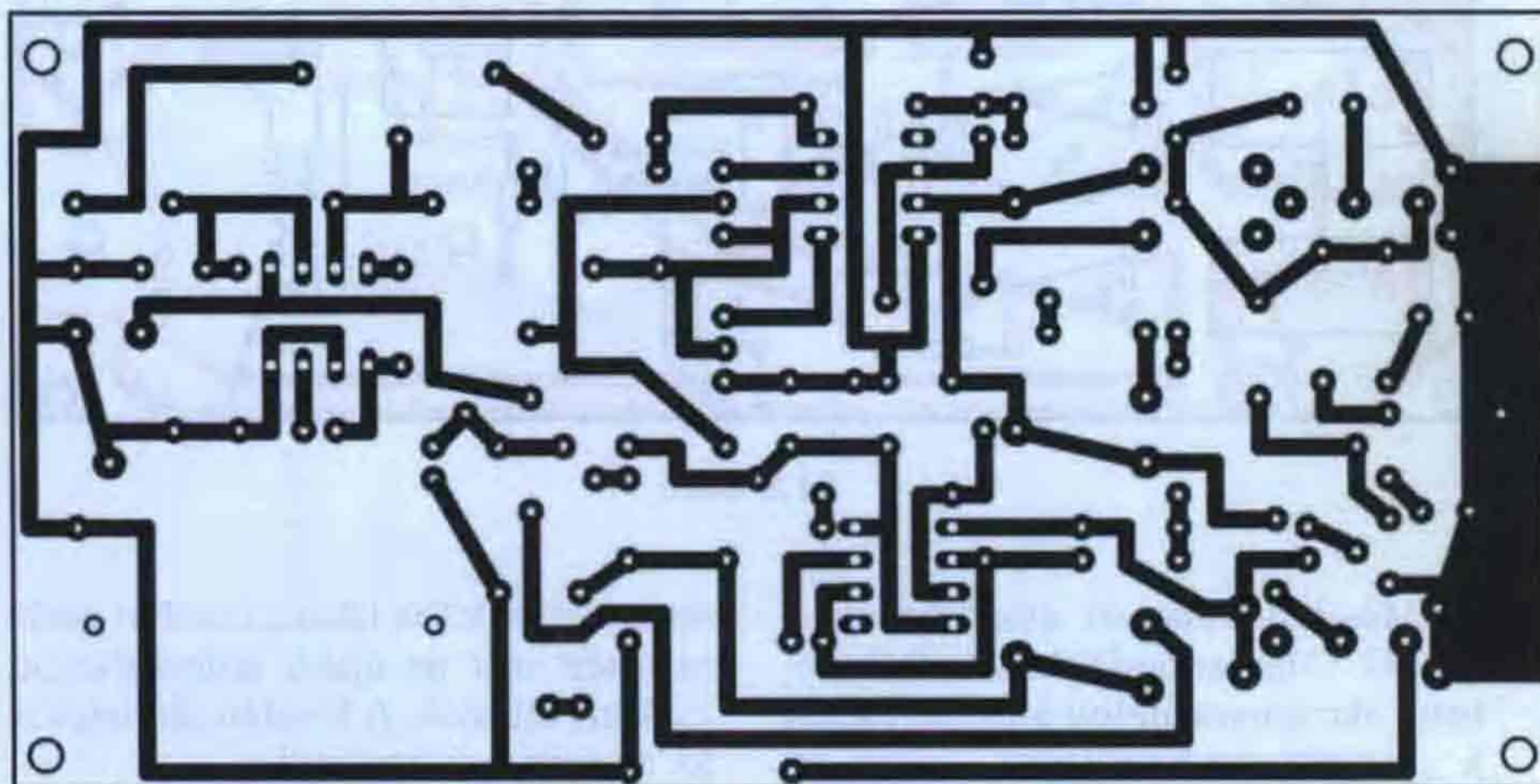
A TENS készülékünk egyik meghatározó áramköri részlete. Maga az általa-

kító IC csupán néhány alkatrészt igényel, így azokat a legjobb minőségűek közül válasszuk ki! A legnagyobb odafigyelést a Tr transzformátor igényli. A mintakészülékekben fazékmagos meg-

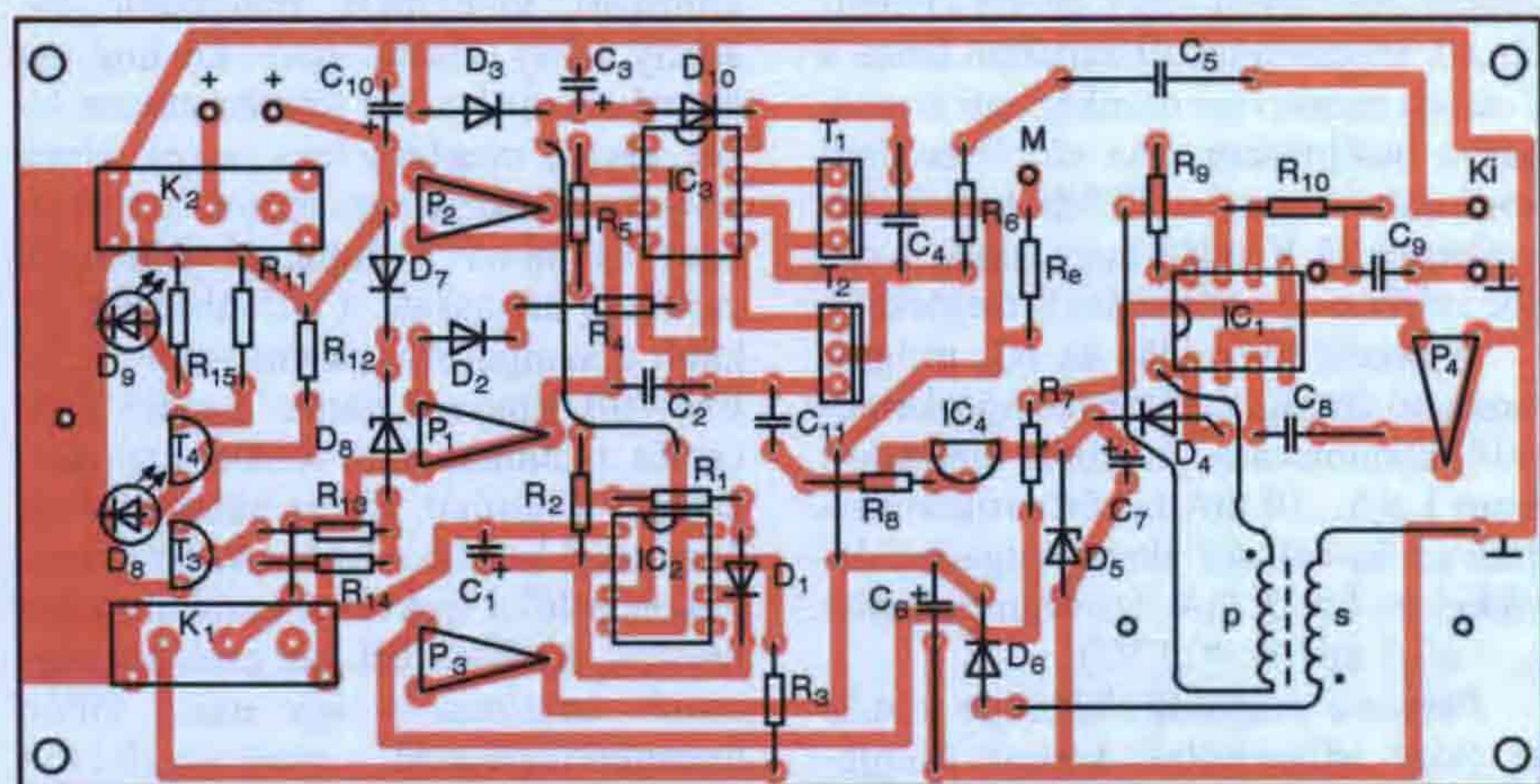
oldást választottunk, amelynek mérete $\varnothing 18 \times 23$ volt (Az A_L értéke csak a menetszám szempontjából érdekes; a legalkalmasabb az $A_L = 400$ vagy az $A_L = 630$ volt.) A szükséges induktivitás a méretezési táblázatunkból a kiindulási adatok megadása után számítható. Az elkészült berendezéseknél a primerkörü induktivitás $110 \dots 120 \mu H$ ($110\ 000 \dots 120\ 000$ nH) volt, az ehhez tartozó menetszámot az A_L értékének ismeretében a közismert $n = \sqrt{L} / A_L$ összefüggéssel kaphatjuk meg.

Nem kevésbé fontos tényező az áttétel. Az egyik feltételünk, hogy a kimeneten a 80 V DC feszültséget el kell érjünk, a másik pedig, hogy az IC kapcsolótranszistorának a kollektorkimenetén ($\mu A78S40/16$, illetve MC34063/1) a feszültség maximum 40 V lehet.

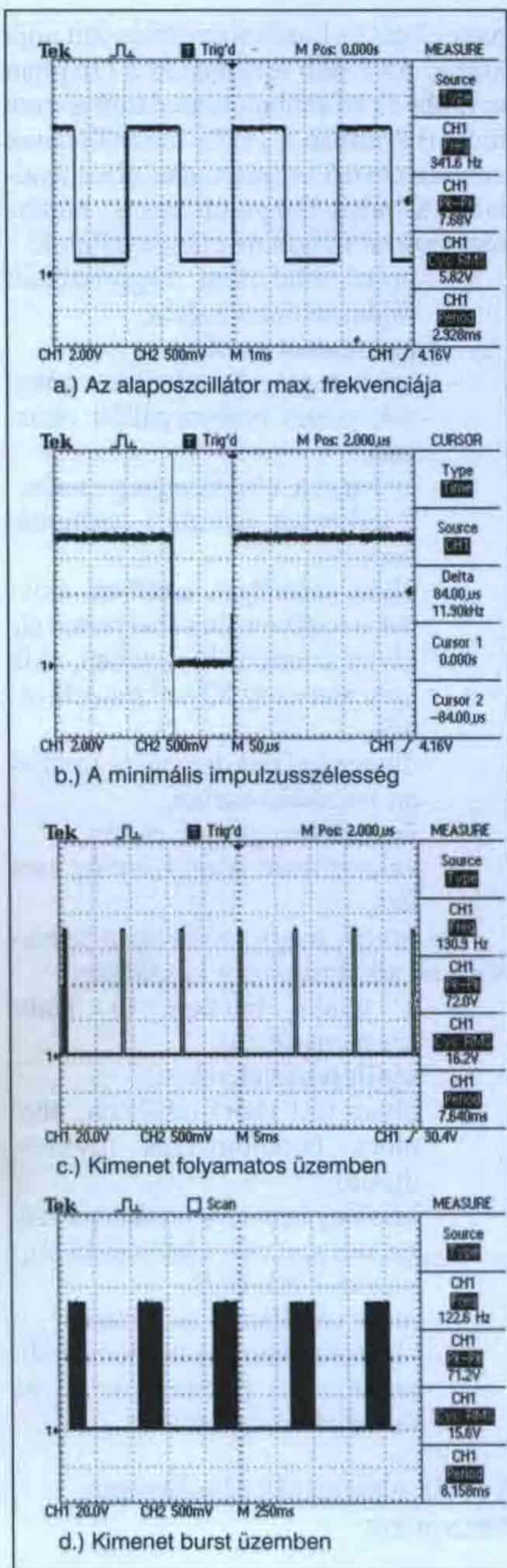
A transzformátorkimenet „visszatranszformált” értékét figyelembe véve a menetszám-áttétel legalább 1:2,6 legyen. Ezzel az aránnyal a primerkörü egyenirányító diódán (D_4) a DC fe-



22. ábra



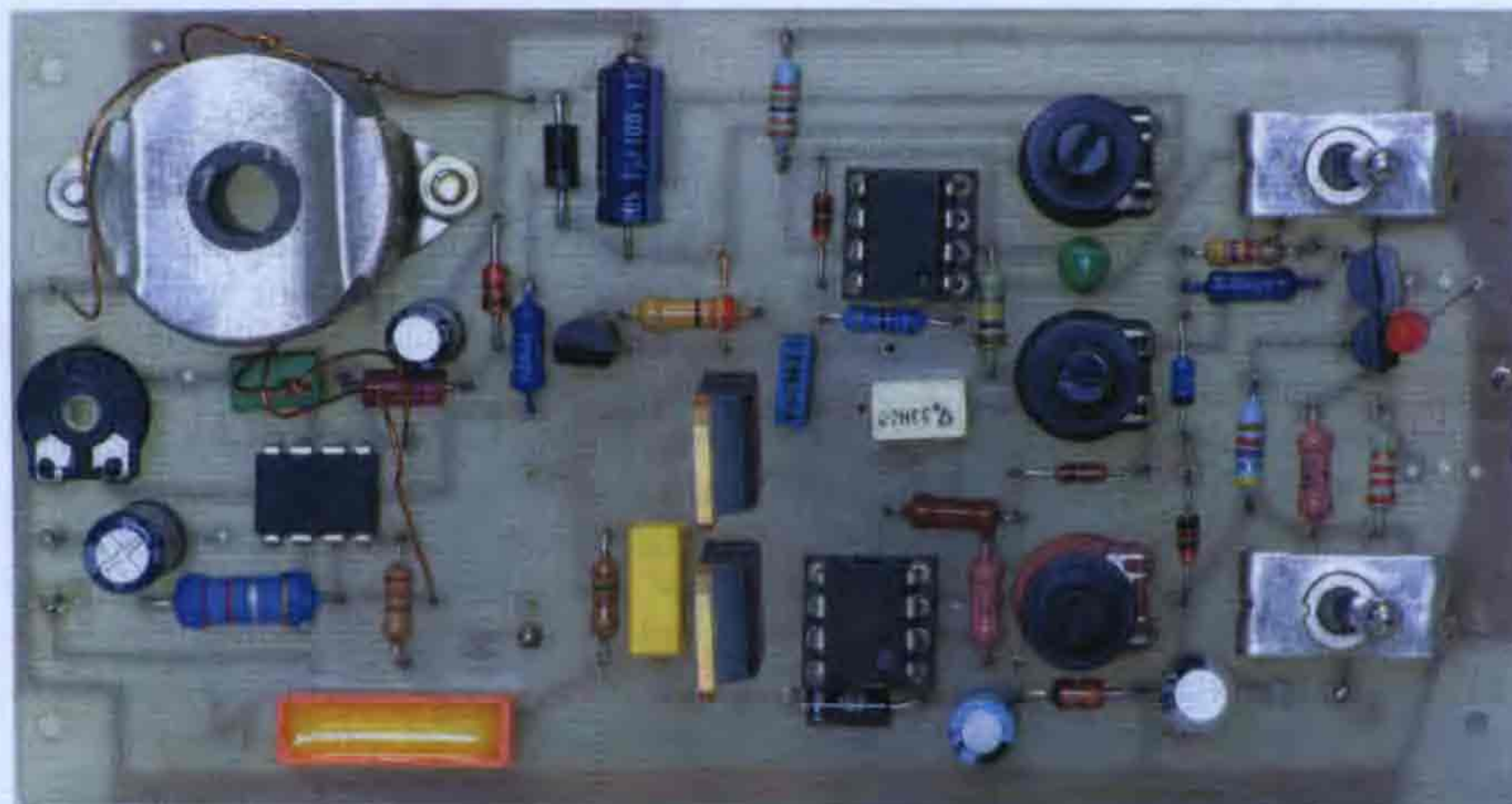
23. ábra



24. ábra

szűlség kb. 35 V-ra áll be, 80 V-os kimenetnél. A megadott vasmagon a tekercsek $\varnothing 0,3$ CuZZ huzalból készültek. A tekercsek kezdőpontjait a bekötésnél fontos megkülönböztetni, ezért az elvi rajzon külön feltüntettük, s a gyakorlati kivitelezésnél is tegyük ezt meg!

A fokozat beállítása egy kis odafigyelést azért megkíván. Tápfeszültségre kapcsolás előtt a beállító potenciómétereket (P_3 , P_4) állítsuk középállásba! Jól működő fokozat esetén bekapcsolás után a kimeneti feszültség 30...40 V között lesz. Ezek után telje-



5. kép

sen felcsavart P_3 mellett P_4 -gyel állítsuk be a kimeneti 80 V-ot! A műveletet célszerű áramkorlátos tápegységről végezni, mert működési anomáliák, vagy a körütekintés elmulasztása esetén a kimeneti feszültség akár 140 V is lehet. Ebben az esetben az IC-n már több, mint 40 V lesz és működésbe lép a D_5 , aminek az áramát akkor már semmi nem korlátozza. A közölt értékekkel a kimenet néhány mA-es konstans terhelés mellett stabilnak mondható. (A valóságban az impulzusüzem miatt sokkal nagyobb terhelést képes stabilan tartani.)

4.3.2. A vezérlő rész

Ebben a kapcsolási részletben van a legnagyobb különbség a két típus között. Egyetlen közös momentum a burst-generátor. Erre a helyre célszerű CMOS változatot használni annak kis fogyasztása miatt. (Csak példaként az NE555 fogyasztása jelen kapcsolásban 4,7 mA, míg a CMOS változaté 0,15 mA. (A mai horribilis elemárak miatt célszerű minden fogyasztáscsökkentő trükköt bevetnünk.) Az előállított aszimmetrikus négyszögjelet az IC₂/3-as kivezetésén mérhetjük. A tényleges kimenet egy nyitott Drain (kollektor) (IC₂/7), így annak üzemképességét már C₂-n mérhetjük.

Az EM-70A típusnál az alaposzcillátor és az impulzusformáló fokozatok üzembiztosan beindulnak. A frekvenciaváltó kapcsoló (normál/akupunktúrás üzem) működését, valamint az impulzus szélesség beállítási határait oszcilloszkóppal ellenőrizzük. Szükség esetén a *-gal jelölt alkatelemek cseréjével módosíthatunk. Ehhez nyújtanak segítséget a 24. ábra oszcillogramjai.

Ha mindent rendben találtunk, akkor helyezzük üzembe a „nagyfeszültségű” kapcsoló fokozatot. A hiányzó-impulzus-detektor nem része a nyomtatott áramköri lapnak, azt – igény esetén – egy külön kis panelon célszerű megvalósítani.

Az EM-70B típus esetében az impulzuselőállító egységnek szüksége van a DC-DC konverter működésére. Emlékezzünk: itt IC₃ tápfeszültségét IC₄ áramgenerátor állítja elő és D_3 10 V-ra stabilizálja. Természetesen az IR2153-at megtáplálhatjuk áramkorlátos tápegységről is. Működésének ellenőrzése szintén oszcilloszkóppal történhet. Az IC 5. és 7. kivezetésén előállnak az előző pontban ismertetett vezérlőjelek. *Jegyezzük meg: a kimeneti FET-pár sosem maradjon vezérlőjel nélkül, amikor a kapcsolandó feszültség már rá van kötve!* (Tipikus hiba, hogy az IC₃-nak foglalata van és az IC még nincs benne, de a DC-DC konverter már „jár”. A magukra maradt gate-k miatt a FET-ek nyitnak és áramukat szinte semmi nem korlátozza, tönkretéve az IC₁-et.) Az elméleti ismertetésnél szövegtünk az IC₃ azon tulajdonságáról, hogy a két FET számára 1,2 μ s-nyi átkapcsolási holtidőt biztosít, éppen az előbbi problémát elkerülendő. Amennyiben más típusú MOSFET-tel próbálkozunk, szükség lehet egy-egy, kb. 1 k Ω -os gate-köri soros ellenállás beiktatására. (Ezt a nyákterv nem tartalmazza, így némi „ügyeskedés” szükséges.) A megadott – és gyakori – típussal az üzem problémamentes volt.

4.3.3. A további kivitelezési részletek

Szintén közös mindkét típusnál a telep-kimerülés-jelző áramköri részlet. Mű-

ködésének ellenőrzéséhez a külső tápegység feszültségét csökkentjük 7 V értékre. Ekkor D₈ LED-nek világítania kell. (Megjegyezzük, hogy az áramkör a telep 5 V-ra csökkenéséig üzemképes, így a D₇, ill. D₈ Z-dióda cseréjével az indikálási szinten módosíthatunk, de tapasztalatunk szerint ha egy 9 V-os telep kapocsfeszültsége 7 V-ra csökken, akkor az már nem telep.)

Az EM-70A típusnál szereplő frekvenciaindikáló LED alkalmazása – éppen a már említett fogyasztáscsökkentő cél elérése érdekében – opcionális, de helyét a nyákterv tartalmazza. Ugyanezen okból nem célszerű a TL061 helyett (IC₃) más kommersz típust beültetni.

Mindkét berendezésünknel lehetséges Deprez műszer használata, amelyet vagy a kimenőfeszültség indikálására, vagy a „kezelési áram” jelzésére köthetünk be. Minden nyáktervünk az első változat alkalmazására van felkészítve: R_c előtét ellenállást tartalmaz, melynek értékét a rendelkezésre álló – tipikusan magnó kivezérlésjelző – műszer tulajdonságai alapján határozhatjuk meg.

Végezetül a tápellátásról. Az alkalmazott dupla mélységű SD-20-as doboz (ahol mindkét fél doboz SD-20-as) lehetővé teszi az elem belső elhelyezését, ami újabb precíz mechanikai megmunkálást igényel. Ezt elkerülendő, telepcsatlakozó alkalmazásával dobozunkat függetleníthetjük az energiaforrástól és ekkor már a szimpla mélységű doboz (fele SD10-es, fele SD20-as) is elegendő.

Ha már telepcsatlakozót alkalmazunk, szigorúan tilos bármiféle hálózati dugasztáp használata! Kimeneti csatlakozónak szorító hangszóró-kapocspárt használtunk. A készre szerelt elektronikai panelt 4 db 20 mm hosszúságú menetes távtartó rögzíti a doboz egyik felébe.

5. Alkalmazástechnika

Közleményünknek ez a fejezete tűnhet a legellentmondásosabbnak. Egyrészt a téma sokrétűsége az eddigi terjedelem sokszorosát igényelné, ami egy elektronikai kiadványban nem engedhető meg, másrészt a szerzőnek is más típusú szakembernek kellene lennie. Az ellentmondást úgy oldjuk fel, hogy a fizioterápia és általában a fájdalomcsillapítás terápiás eljárásainak szakmai mélységeinek tekintetében avatott szakirodalomra hivatkozunk. Így fejezetünk általános érvényű megállapítá-

sokkal foglalkozik, s teszi ezt rövid terjedelemben.

Már a bevezetőben megállapítottuk, hogy a TENS készülék használata műszaki értelemben különös szakértelmet nem igényel, viszont a sikeres alkalmazás egyik fontos feltétele, hogy helyes javallat alapján és rendeltetészerűen használják az adott módszert. Mivel a fejezet kedvéért a szerzőt sem „váltottuk le”, azokat az általános érvényű megállapításokat tesszük közzé, amelyek jó néhány készülék gépkönyvéhez mellékelt alkalmazástechnikai leírás mindegyike tartalmaz.

5.1. Milyen esetekben használható a TENS? (javallatok, ellenjavallatok)

Itt a használhatóságot általános értelemben gondoljuk, egyes betegcsoportokra ma már speciális programokkal rendelkező TENS készülékeket használnak. Ugyancsak nem foglalkozunk a speciális (pl. vaginális, rectalis elektródok) használati módszereivel. Az előzőek alapján tehát megállapítjuk, hogy a TENS készülék elsősorban izom- és idegfájdalom csillapítására – mint pl. lumbágó, köszvény, mozgásszervi megbetegedések, ízületi gyulladások (reumatoid arthritis) stb. – használható. Szakirodalmi kutatások összefoglaló véleménye szerint a gyakorlatban az alábbi főbb tünetcsoportoknál használható eredményesen a TENS:

- nyaki gerinc kopásos, meszesedéses elváltozása (spondylosis cervicalis discopathia),
- váll fájdalma, mozgáskorlátozottsága,
- teniszkönyök,
- gerincferdülés,
- deréktájról a csipő felé és az alsó végtagba kisugárzó fájdalom (lumboischialgia),
- porckorongsérv, peroneus paresis,
- rándulások, térdfájdalom, lúdtalp, kalapácsujj,
- lábszárfekély, arcidegzésába, arc- és homloküreg gyulladás, benuulások, égési sérülések
- sclerosis multiplex,
- szülészeti, nőgyógyászati panaszok.

A konkrét kezeléstechnikát illetően minden esetben kérjük ki a témával hivatásosan foglalkozó szakasszisztens tanácsát! Az e témakörben kiváló összefoglaló magyar nyelvű kiadvány [16] számos orvosi szaktekintély ta-

pasztalatát és klinikai eredményeit adja közre. Az előbb felsorolt és a [16]-ban további és bővebben bemutatott esetek mellett azonban a TENS használatának vannak orvosi és használati ellenjavallatai. Minden bonyolult orvosi háttérmagyarázat nélkül az ellenjavallatok:

- orvos által nem diagnosztizált fájdalomtünet esetén,
- pacemaker esetén,
- szívbetegségek, szívritmus zavarok esetén (szívmegállást okozhat),
- epilepszia, elmebetegség esetén,
- a terhesség fejlődési stádiumában,
- olyan személyek esetében, akiknek a testében fémet helyeztek el,
- olyan személyek esetében, akik igen alacsony IQ-val rendelkeznek,
- diagnosztizált demencia (*szellemi leépülés*) esetén,
- fertőző betegségek esetén,
- veleszületett vérzékenység esetén.

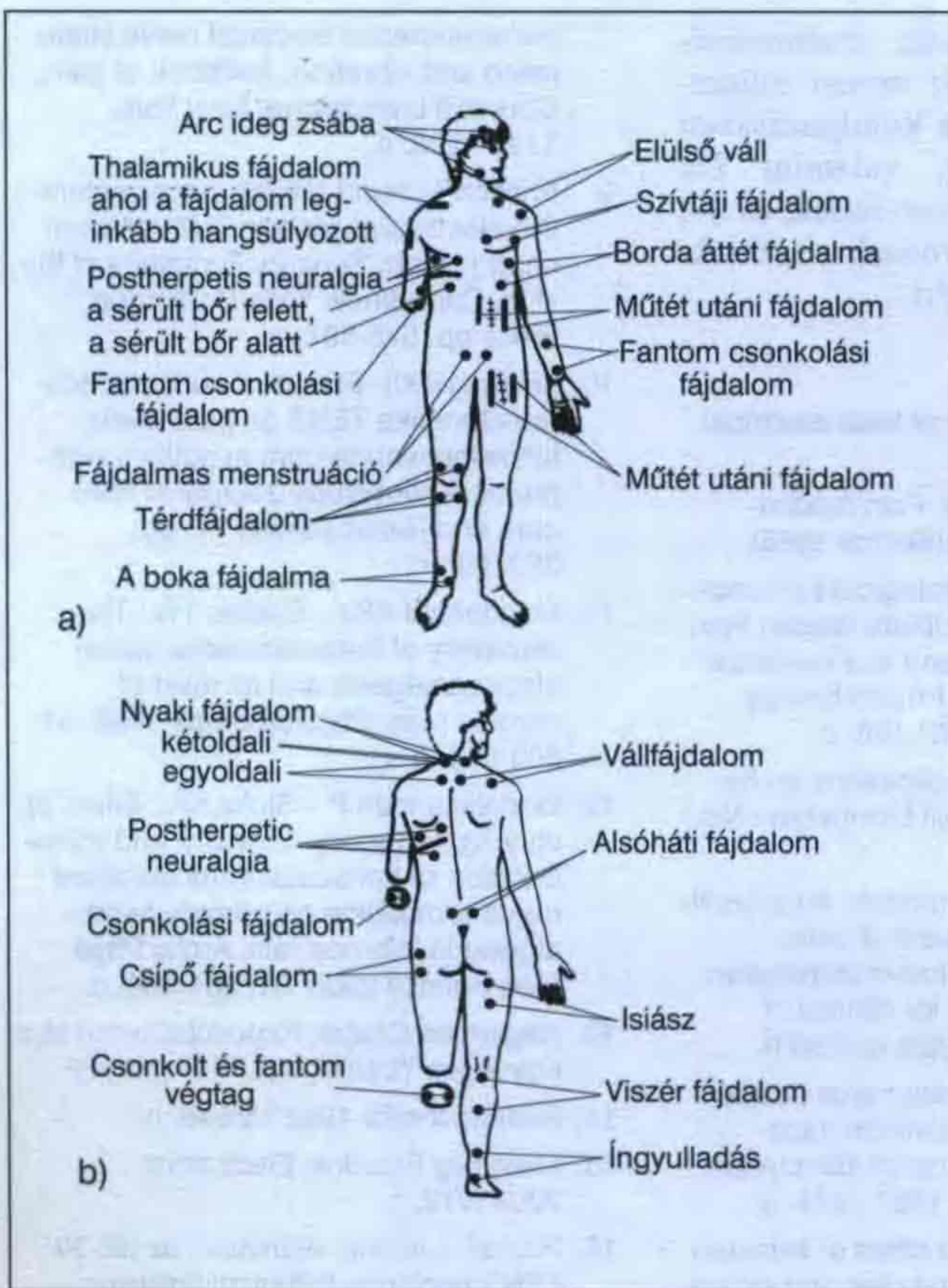
Az orvosi megfontolásokon túlmenően ne alkalmazzuk a készüléket:

- a nyaki tájékon (a sinus caroticus felett),
- sérült bőrfelleteken,
- olyan test (bőr) területen, ahol nincs fájdalomérzés (dysaesthesia),
- belsőleg (ezt csak szakorvos végezheti speciális elektródokkal),
- a szem környékén,
- rossz vérellátású területen,
- olyan esetben, ha hirtelen ijedség miatt a páciens bármilyen formában megsérülhet.

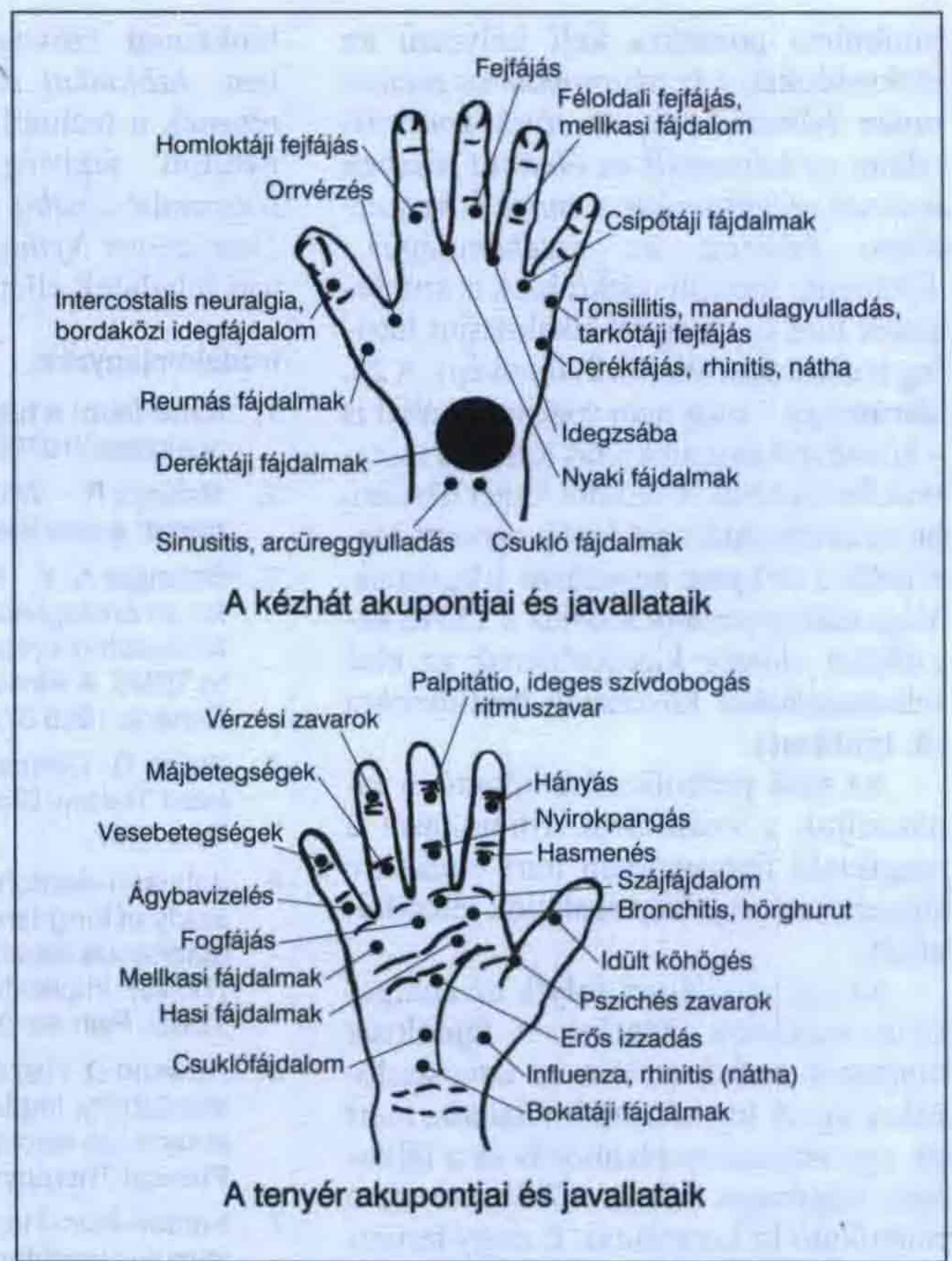
5.2. Az elektródák elhelyezése, használata

Mint azt a 3.1.1. fejezetben megállapítottuk, a hagyományos TENS szelektíven a nagy átmérőjű A-β rostokat aktiválja elsődleges (szegmentális) analgesiat létrehozva. Ezért az elektródákat úgy használjuk, hogy a stimuláló áram átjárja a fájdalmas területet. A főbb elhelyezési módok:

- lokálisan a fájdalom helyére, attól kicsit feljebb,
- paravertebrálisan, azaz az idegek kilépési helyének megfelelően (csak orvos állapíthatja meg),
- az izmok triggerpontjaira (ld.: [16]),
- *visceralis (belső szervek, zsigerek) fájdalomnál a Head zónák*



25. ábra



26. ábra

területére. (A Head zónák olyan meghatározott bőrterületek, amelyek érzékenysége, vagy fájdalma bizonyos belső szervek megbetegedésére jellemző),
– akupunktúrás pontokra.

A 25. ábrán a [17] nyomán néhány alkalmazási lehetőséget is bemutatunk azzal a megjegyzéssel, hogy minden ember másként reagál az elektromos idegstimulálásra. Az elektródok elhelyezése ezért eltérhet a „szabványostól”. Ha az önálló alkalmazás nem jár sikerrel, kérjük szakember tanácsát a specifikus elhelyezési technika kiválasztásában. Valamennyi vásárolt készülékhez un. öntapadó elektródokat mellékelnek.

Az évkönyvünkben bemutatott EM-70 fantázianevű berendezésünkhöz is orvostechikai, egészségügyi szakboltokban beszerezhető „tappancsokat” használtunk. Ne alkalmazzunk 40×40 mm-nél kisebb méretű elektródokat, mert túl nagy áramsűrűség alakulhat ki rajtuk, és sérülést eredményezhetnek! Az öntapadó elektródok használata önmagában is bőrirritációt idézhet elő. Ilyen „mellékhatás” jelent-

kezésekor (kivörösödés, hólyagképződés) a tappancsokat ne használjuk tovább. (Talán fölösleges is megjegyeznünk, de az elektródokhoz mellékelt használati, karbantartási útmutató betartása ellenére jelentkező tünetekről szóltunk). Az 5.1. fejezettel összhangban egyéni használat esetén tilos az öntapadó elektródokat felragasztani:

- gyulladt bőrterületre, nyílt sebre,
- szájra, szemhéjra, a nyak elülső részére, a gége, a garat területére, nyaki verőérre, szívre,

- olyan helyre, hogy az áram közvetlenül az agyon keresztül folyhatna (pl. halántékra).

Ügyeljünk arra, hogy az elektródok teljes felületükön a testhez simuljanak, elkerülendő a helyi magas áramsűrűséget („csipkedést”). A kezelés során a tappancsok alatt erős, de nem fájdalmas bizsergő érzést (paraesthesia) kell tapasztalnunk. Az akupunktúrás üzemhez mindenképpen szakember irányítása szükséges, ugyanis ekkor az aku-

4. táblázat

	Hagyományos TENS üzemmód	Akupunktúrás üzemmód
Elektród elhelyezés	a fájdalom területét közrefogva vagy a fájdalomhoz közeli ideg fölé	az izom fölé
Impulzusforma	folyamatos	burst
Impulzusfrekvencia	80...100 Hz	80...100 Hz
Impulzusszélesség	100...200 μ s	100...200 μ s
Impulzusamplitúdó	Addig növeljük, míg egy erős, de még „komfortos” bizsergés nem jelentkezik (paraesthesia)	Addig növeljük, míg egy erős, de még „komfortos” izomösszehúzódást nem produkál
Kezelési időtartam	legfeljebb 30 min.	nem több, mint 20 min.

punktúrás pontokra kell helyezni az elektródokat. (Az akupunktúrás pontok olyan bőrterületek, amelyek koncentráltan tartalmazzák az élettani részben említett receptorokat, s ennek következtében fokozott az érzékenyséjük.) Többnyire speciális elektródok is szükségesek hozzá, amelyek alkalmasint háziilag is elkészíthetők (ld. 2. fénykép). A **26. ábrán** egy – még nem specialista által is – követhető akupunktúrás térképet mutatunk be a kézről. A kezelés idejét illetően, ha az orvos mást nem ír elő, naponta legfeljebb 3×30 perc nevezhető átlagosnak. Végezetül javaslatot teszünk a TENS készüléket először kipróbálóknak az első felhasználáskor követendő beállításokra (**4. táblázat**).

Az első próbálkozást követően tanácsoljuk a beállítások finomítását a megfelelő fejezetekben leírt értékekre figyelve az ott jelzett reakciók jelentkezését.

Az egész világon folyik az analgetikus eszközök kutatása. A fájdalmas állapotok befolyásolása az orvostudomány egyik legnehezebb feladata, mert pl. egy organikus elváltozás és a fájdalom nagysága között többnyire nem mutatható ki korreláció. E nagy területen nyújthat segítséget a TENS.

A szerző köszönetét fejezi ki Dr. Nagymáté Emese okl. vegyésznek a

biokémiai szövegrészek értelmezésében, Jablonkai József orvosi műszerésznek a technológia kidolgozásában nyújtott segítségével, valamint Dr. Nagymáté Csaba állatorvosnak, és Dr. Demjanova Nyina orvosnak a szaklektori feladatok ellátásáért.

Irodalomjegyzék

1. Kane-Taub: A history of local electrical analgesia (1975)
2. Melzack R. – Wall Pd: Pain mechanisms: a new theory (Science 1965)
3. Belanger A. Y.: „Physiological Evidence for an Endogenous Opiate related Pain-Modulating System and its Relevance to TENS. A Review.” Physiotherapy Canada 1985 37/3/163-168. o.
4. Walsh D.: Clinical Applications an Related Theory. Churchill Livingstone New York 1997.
5. Johnson–Ashton–Thomson: An indepth study of long-term users of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). Implications for clinical of TENS. Pain 44: 221-229. o. (1991)
6. Howson D. (1978): Peripheral neural excitability. Implacations for transcutaneous electrical nerve stimulation. Phisical Therapy 58: 1467-1473. o.
7. Kantor–Alon–Ho: The effect of selected stimulus waveform on pulse and phase characteristics at sensory and motor threshold. Phisical Therapy 74: 951-962. o.
8. Woolf–Thomson (1994): Segmental afferent fibre induced analgesia:

transcutaneous electrical nerve stimulation and vibration. Textbook of pain, Churchill Livingstone, New York, 1191-1208. o.

9. Ericson-Sjölund (1976): Acupuncture-like electroanalgesia in TNS resistant chronic pain. Sensory Functions of the skin. Oxford/new York; Pergamon Press pp. 575-581. o.
10. Lewis (1990): Effects of auricular acupuncture-like TENS on pain levels following wound core in patients with burns: a pilot study Journal of burn care and Rehabilitation 11: pp. 322-329. o.
11. Macdonald ARJ – Coates TW.: The discovery of transcutaneous spinal electroanalgesia and its relief of chronic pain. Physiotherapy 1995; 81: 653-660. o.
12. Gopalkrishnan P – Sluka KA.: Effect of varying frequency, intensity, and pulse duration of transcutaneous electrical nerve stimulation on primary hyperalgesia in inflamed rats. Archx Phys Med Rehabil 2000; 81. 984-990. o.
13. Nagymáté Csaba: Kapcsolóüzemű tápegységek TL497A-val. RTÉ 1998/26
14. Rádiótechnika 1982/15/548. o.
15. Everyday Practical Electronics 2007/9/12. o.
16. Puskel Julianna: Ajánlások az SE-30 TENS hatékony felhasználásához. Patrol Med Kft.
17. Prof. Mark Johnson: Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) www.intl.elsevierhealth.com/e-books/pdf/135.pdf

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

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 könyvekről bővebben honlapunkon olvashat:
www.radiovilag.hu

Elfogyott!

A könyvek megvásárolhatók, postai utánvétellel (csomagolás+postaköltség felszámításával) megrendelhetők a **szerkesztőség**nél. Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. 130. ☎ Budapest, Pf. 603. H-1374 ☎ 239-4932, 239-4933 ● hambazar@radiovilag.hu

LOMEX KFT

Megújult honlapunkról online rendelhet!

**ELEKTRONIKAI
ALKATRÉSZKERESKEDELEM**

1134. Budapest Lehel u. 17.

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



GLOBAL FOCUS KFT.

1119 Budapest, Etele út 59-61.

Kézi PC-s oszcilloszkóp
oszcilloszkóp
+ spektrum analizátor
+ multiméter üzemmódok



Elektronikai oktató készlet
500 különböző áramkör
leírása + megépítése

UNI-T műszerek
- hordozható és asztali
multiméterek
- hőmérsékletmérők / infra
- érintésvédelmi műszerek



Műszerek és méréstechnikai eszközök forgalmazása, karbantartása

www.globalfocus.hu

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

Félvezető detektoros sugárzás- indikátor

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

A cikkben ismertetett akusztikus kijelzésű indikátort bárki megépítheti, hiszen egyszerű a felépítése, minden alkatrésze beszerezhető. Hatósági mérésekre azonban nem alkalmas, mert a nukleáris mérőberendezések hitelesítését – biztonsági okokból – csak az Országos Mérésügyi Hivatal végezheti. Ezt megfelelő típusvizsgálatnak kell megelőznie. Ugyanezen okból a házilagos kalibrálás sem megengedett!

Kis indikátorunk egyéni felhasználású eszköz, amely a háttérsugárzás megemelkedését képes jelezni. Ez bekövetkezhet például különleges időjárási helyzet, néhány kilogramm kálisó vagy az építkezéseknél felhasznált kohószalag sugárzásának következtében. Hangsúlyozni szeretnénk, hogy a sugárzás ilyenén megemelkedése az egészségre még semmilyen hátrányos következménnyel nem jár! A téma megkíván egy rövid izotóp- és mérés-technikai összefoglalót, azután majd a félvezető detektorokkal és a jelfeldolgozó elektronikával kapcsolatos ismereteket is közlünk. Ezek szükségesek az indikátor működésének megértéséhez.

1. Bevezetés

Nincs egyetlen szakterület, amellyel kapcsolatban annyi tévhit keringene, mint a radioaktív (és egyéb) sugárzások témaköre. Gondoljunk csak a radarállomások, a rádiótelefonok által kibocsátott ártalmatlan sugárzásoktól, a nem létező „földsugárzásoktól” való félelmekre! A másik ilyen terület az atomenergiával kapcsolatos indokolatlan szembenállás. Pedig, ma már mindenki számára nyilvánvaló lehetne, hogy a három fő energiaforrás optimális felhasználása ha fűtésre földgázt, a közlekedésre olajszármazékokat és az



elektromos áram előállítására az atom-energiát használjuk. Csak így tudjuk biztosítani az üvegházhatást létrehozó gázok kibocsátásának csökkentését. Az ún. alternatív energiaforrások részese-
dése még sokáig elenyésző marad.

A cikk elején olvasható elméleti ismertetések megértése semmilyen előképzettséget nem igényel, a további mérés-technikai rész is főleg csak a detektorok működésével foglalkozik, mert a nukleáris műszerek használhatóságát alapvetően az alkalmazott detektor határozza meg.

2. Izotóptechnikai alapfogalmak

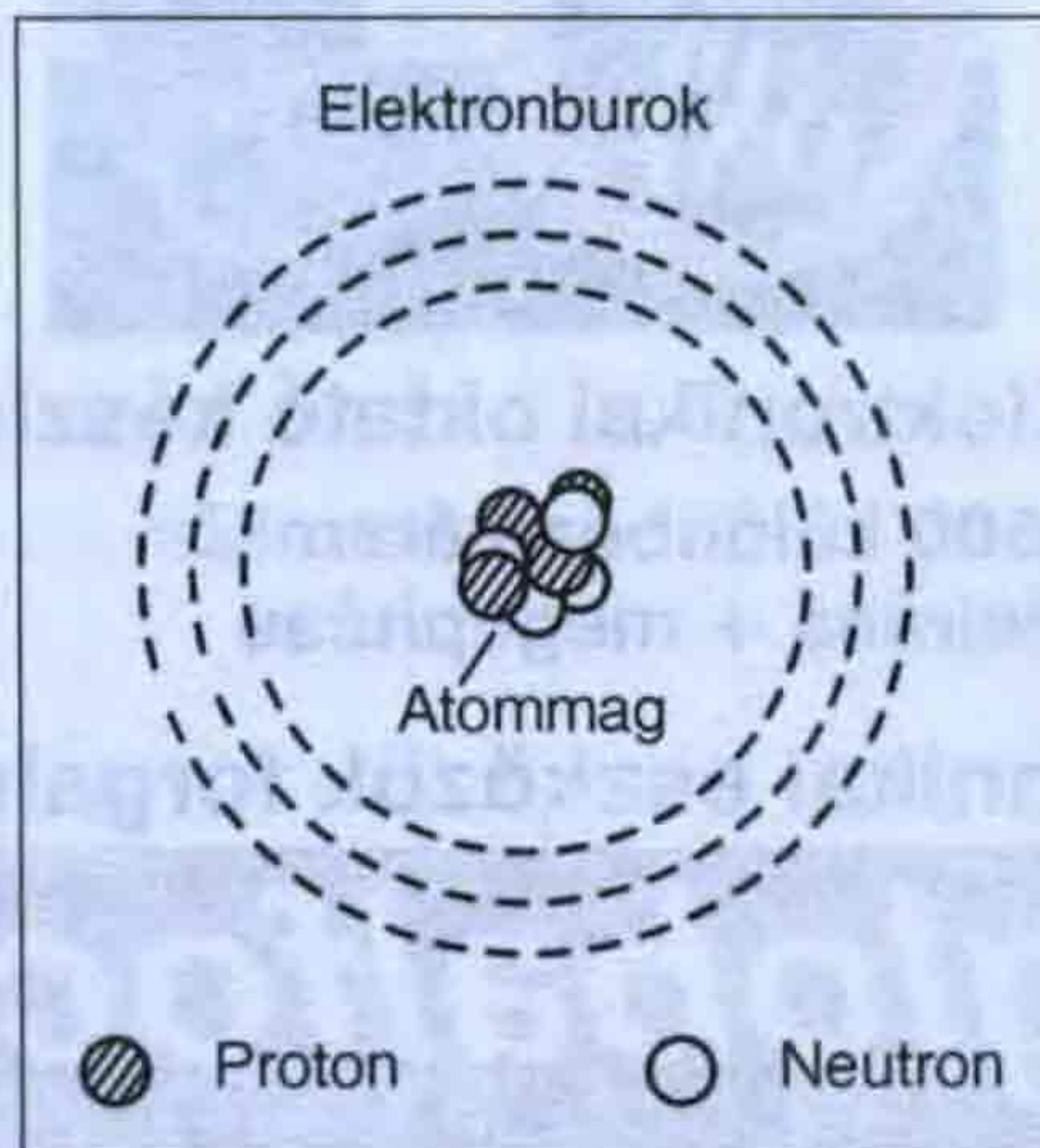
Az egyszerűsített (Bohr-féle) atommodell szerint az anyag legkisebb része, az atom, a következő részekből áll: az atommagból és az elektronburokból, amelynek elektronhéján (vagy héjain) a negatív töltésű elektronok keringenek. Az atommagot pozitív töltésű protonok és elektromosan semleges neutronok alkotják. A protonok száma azonos a burokból keringő elektronok számával, így az atomon belül a pozitív és a

negatív töltések kiegyenlítik egymást, ezért a teljes elektronburokkal rendelkező atom kifelé elektromosan semleges (1. ábra). Amennyiben az elektromosan semleges atom elektronburokából néhány elektront eltávolítunk, vagy hozzáadunk, akkor beszélünk pozitív vagy negatív ionokról, és a folyamatot ionizációnak nevezzük.

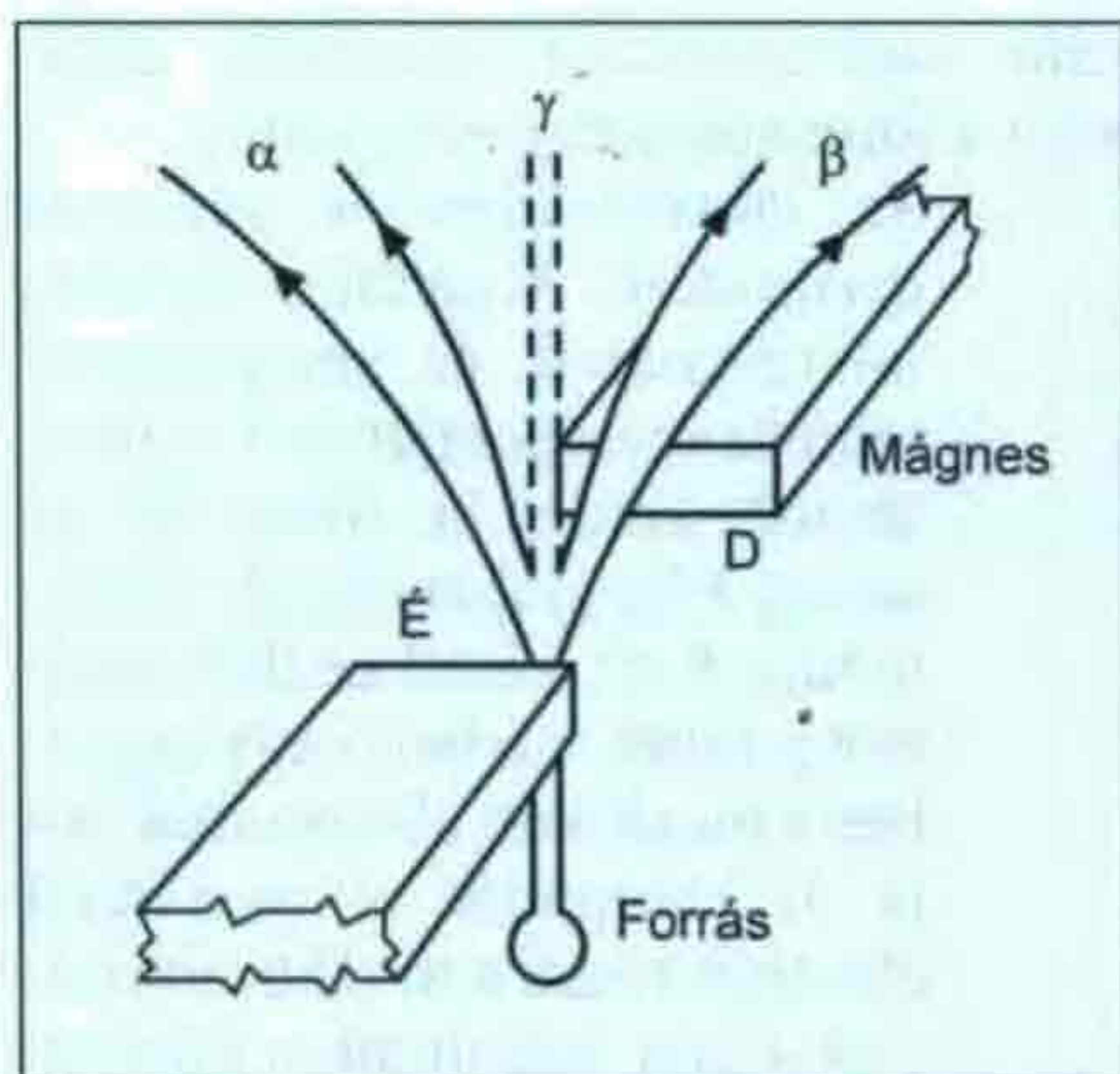
Az elemek kémiai sajátosságát a magban lévő protonok száma határozza meg; ezt rendszámnak nevezzük. A protonok és a neutronok együttes száma a tömegszám. Az azonos kémiai tulajdonságú, tehát azonos rendszámú, de eltérő tömegszámú elemeket nevezzük izotópoknak. A stabil izotópok nem sugároznak (a kisebb rendszámú elemeknél, amennyiben a protonok és a neutronok száma azonos), de az instabil, tehát a fölös neutron-, vagy protonszámmal rendelkező magok viszont igyekeznek a stabil állapotot elérni, ezért az atommagban radioaktív átalakulások, bomlások játszódnak le. Ezeket az atommagban lejátszódó folyamatokat semmilyen külső kémiai vagy fizikai behatással (fény, hőmérséklet, nyomás) nem tudjuk befolyásolni.

A sugárzó anyagnak, azon kívül, hogy abban milyen fajta bomlás játszódik le, két fontos tulajdonsága van: az aktivitás, az adott anyagmennyiségben másodpercenként lejátszódó bomlások száma és a felezési idő, ami az az idő, amely alatt az atomok fele elbomlik, vagyis az aktivitás a felére csökken.

Az izotópok szabványos jelölésénél az elem vegyjele előtt felső indexben a tömegszám, alsó indexben a rendszám szerepel. De mivel a vegyjele meghatározza a rendszámot, elegendő a vegyjele előtt a tömegszámot megadni. Példaként az utóbbi időben sokat emlegetett 92-es rendszámú urán 235-ös tömegszámú izotópját a következő módon adjuk meg: $^{235}_{92}\text{U}$.



1. ábra



2. ábra

A radioaktív sugárzás alapvető oka az atommag *gerjesztett*, vagyis *magasabb energiaállapota*. Ez az állapot *külső energiaközléssel* jön létre, amelynek három forrása lehet. Az első: A hosszú felezési idejű izotópok atommagjai még az „ősrobbanás” idején (jelenlegi tudásunk szerint 13,5 milliárd évvel ezelőtt), illetve a naprendszerünk keletkezésekor (kb. 4,6 milliárd éve) jöttek létre. A második forrás a kozmikus sugárzásból származó nagyenergiájú részecskék képesek egyes atommagokat magasabb energiaállapotba hozni. A legfontosabb izotópok: ^3H (trícium), ^{14}C és ^{40}K . A harmadik forrás az emberi tevékenység. Mióta a *Joliot-Curie házaspár* felfedezte a mesterséges radioaktivitást (1934), már minden stabilis elemből képesek a szakemberek sugárzó izotópokat előállítani. A legtöbbször azáltal, hogy neutronokkal bombázzák az atommagot, de a reaktorokban a hasadási folyamatok során is sok mesterséges izotóp keletkezik.

A gerjesztett állapotban lévő atommag igyekszik *alacsonyabb energiaállapotba jutni*, ez különböző magátalakulásokkal, bomlásokkal jár. Ezeknek a folyamatoknak egy része *időben késleltetve* játszódik le. A nukleáris mérés-technikának nagy része ezeknek a fo-

lyamatoknak a mérésével foglalkozik. A radioaktív bomlás a magok spontán, tehát energia-felszabadulással járó átalakulásai, aminek következtében a mag stabilabb állapotba kerül. Az energialeadás megtörténhet elektromágneses sugárzás vagy részecske kibocsátása révén. A legfontosabb átalakulások:

- *alfa-bomlás*: a mag két protonból és két neutronból álló, pozitív töltésű He atommagot, ún. alfa (α) részecskét bocsát ki;
- *béta-bomlás*: a mag vagy egy negatív töltésű *elektront* (β^-) (a mag egyik neutronja protonná alakul) vagy egy pozitív töltésű *pozitront* (β^+) (a mag egyik protonja neutronná alakul) bocsát ki vagy befog egy elektront az elektronhéjról;
- *izomer magátalakulás*: a mag *elektromágneses* (γ) *sugárzás* kíséretében stabilizálódik;
- *spontán maghasadás*: néhány nehéz mag energialeadás mellett két közepes tömegű részre hasad (ezek neve hasadási termék), közben néhány neutron is szabaddá válik. Ezt a folyamatot az atomenergia felszabadításának során használjuk fel.

Környezeti mérések szempontjából az *alfa-*, az elektron- (*béta-*) és a *gamma-sugárzás* az érdekes. A cikkben ismertetett indikátor ez utóbbit jelzi. A **2. ábra** az egyes összetevők mágneses térben való eltérülését mutatja. Az egyes sugárzások tulajdonságai a következők:

- α -sugárzás: kis áthatoló képességű, erősen ionizáló sugárzás. Levegőben néhány cm a hatótávolsága, 0,1 mm vastagságú szilárd anyag már elnyeli;
- β -sugárzás: hatótávolsága levegőben néhány méter (energiától

függően), szilárd anyagban kb. 1 cm.;

- neutronsugárzás: töltés nélküli neutronokból álló sugárzás, ebből adódóan az anyag elektronhéjával nem lép kölcsönhatásba, tehát nagy az áthatoló képessége.

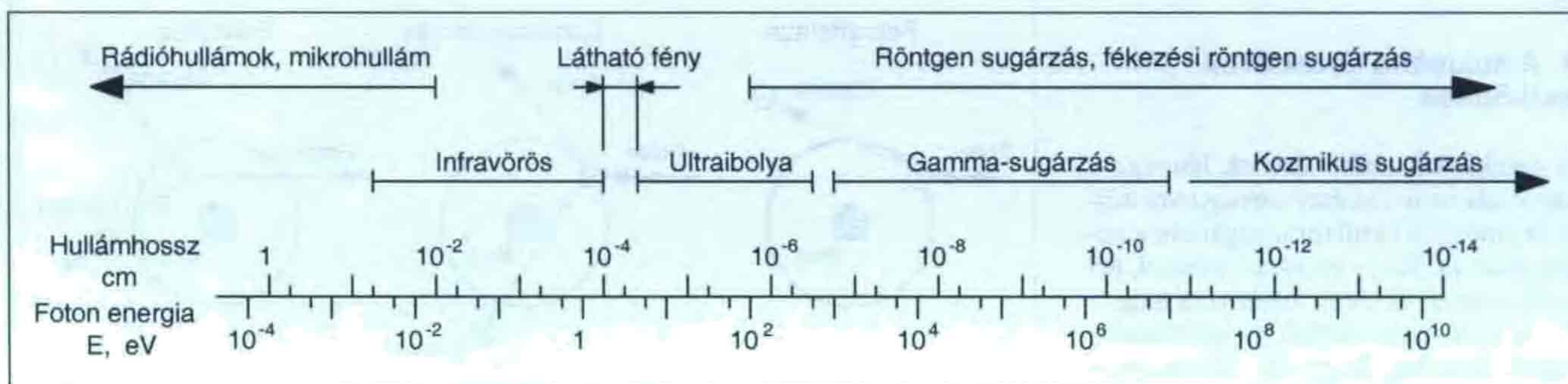
A háromféle sugárzást együttesen *részecskesugárzásnak* nevezzük, mert az alkotóknak nyugalmi tömegük van.

- γ -sugárzás: erős áthatoló képességű elektromágneses sugárzás;
- röntgensugárzás: ez is elektromágneses sugárzás, csak míg a γ -sugárzás az atommagból, a röntgensugárzás mindig az elektronburokról származik.

Mivel nyugalmi tömeggel egyik sem rendelkezik és ugyanabba a családba tartoznak, mint a fény és a rádióhullámok, ezért közösen foton-sugárzásról beszélünk. (Max Planck 1900-ban kidolgozott kvantumelmélete szerint az elektromágneses sugárzás, a hő, fény és a rádióhullámok kibocsátása kis energiacsomagokban, kvantumokban történik. A fénykvantumokat fotonoknak nevezik) [1].

3. Mérés-technikai alapfogalmak

A továbbiak megértése érdekében a sugárzások két mérhető tulajdonságának: az *intenzitás* és az *energia* fogalmával kell megismerkednünk. Ezek másként vannak definiálva részecske (α , β) és foton-sugárzás (γ , röntgen) esetében. Az intenzitás részecskesugárzás esetén a felületegységen másodpercenként áthaladó részecskék számát, míg foton-sugárzásnál az időegységre eső elnyelt energiadózist, más néven *dózis-teljesítményt* jelenti (régiegyesége: R/h, SI egysége: Gy/h, gray/óra). Az energia részecskesugárzás esetén a részecskék



3. ábra

ELEKTROMOS TÖLTÉSÜK VAN	ELEKTROMOS TÖLTÉSÜK NINCS
Alfa (Nehéz töltött részek)	Neutron
Béta (Gyors elektronok)	Gamma Röntgen (Foton sugárzás)

4. ábra

mozgási energiája ($e = 1/2 mv^2$), foton-sugárzásnál az előbb említett energiasomagnagysága ($e = h\nu$, ahol h az ún. Planck-féle állandó, ν az elektromágneses sugárzás frekvenciája). Az energia egysége a nukleáris technikában az eV (elektronvolt), átszámítható a mechanikában használatos SI egységre: $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ (joule).

Látható, hogy a számunkra érdekes γ -sugárzás energiája csak a frekvenciától függ, míg a rádióhullámok frekvenciája a fénynél lényegesen alacsonyabb, az ún. ionizáló elektromágneses sugárzásoké annál lényegesen magasabb. A 3. ábrán bemutatjuk a teljes ismert elektromágneses spektrumot. Míg a rádiótechnikában frekvenciaspektrumnak nevezzük a frekvenciaeloszlást, addig a nukleáris technikában ugyanennek energiaspektrum az elnevezése. Ebből mindjárt magyarázatot kapunk arra, hogy ugyanabba a családba tartozó rádióhullámok miért ártalmatlanok, és miért káros a nagyobb frekvenciájú elektromágneses sugárzás. Az előbbi esetében olyan kicsi az egyes kvantumok energiasomagnagysága, hogy nem képes energiaközlés esetén ionizálni, vagyis az élő szervezetben káros átalakulásokat létrehozni.

4. A nukleáris detektorok működése

A detektorok működésének lényege a sugárzás és a detektor anyagának kölcsönhatása: a detektor a sugárzásra válaszjelet ad. Hogy mi ez a válaszjel, azt a felhasznált detektor határozza meg.

A kölcsönhatásokat megkülönböztetjük aszerint, hogy az atommaggal vagy az elektróhéjjal alakul-e ki. Az elektromos töltéssel bíró részecskéknél

a kölcsönhatás módja lehet *ionizáció* vagy *gerjesztés*. Ionizációról akkor beszélünk, ha az elektron elhagyja az atomi elektróhéjrendszert. Amelyik detektoroknál ez a jelenség dominál, azokat *ionizációs típusú detektoroknak* nevezzük. Gerjesztés esetén az elektron csak magasabb energiaállapotba kerül, de nem hagyja el az elektróhéjat. A gerjesztés után az atomi elektróhéjrendszer igyekszik energetikailag alapállapotba kerülni, ez bizonyos detektoroknál fénykibocsátással jár. Ezek a *gerjesztéses típusú detektorok*.

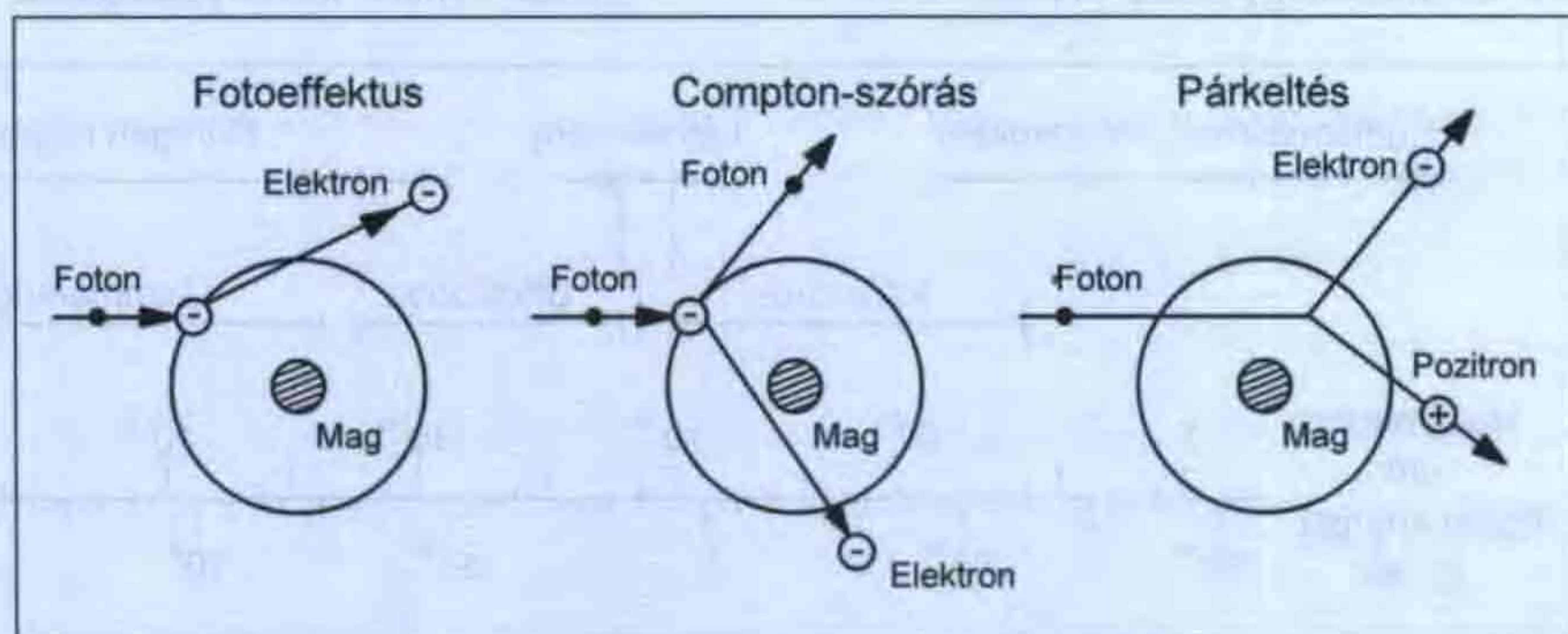
A 4. ábrán látható „bűvös négyzet” segítségével bemutatjuk, hogyan történik az elektromos töltéssel és azzal nem rendelkező sugárzások detektálása. A bal oldali oszlopban az elektromos töltéssel bíró (tipikusan α és β) részecskék találhatók. Az anyagon áthaladó részecskék elektromos kölcsönhatásba kerülnek a pályájuk mentén elhelyezkedő atomok elektróhéjaival, azokat ionizálják vagy gerjesztik. Az α -részecskék nagy tömegük miatt viszonylag lassan haladnak, ezért energiájukat rövid úton adják le, nagy az ionizációs sűrűség. Végül a részecske az anyagban teljesen lefékeződik (elnyelődik).

Az elektronok tömege sokkal kisebb és sebessége sokkal nagyobb az α -részecskéknél. Az elektron az anyagban nem egyenes vonalban halad, mint az előző esetben, hanem zezugos vonal mentén. A detektorban létrehozott töltéshordozók száma arányos a részecske energiájával.

A jobb oldali oszlopban található részek és fotonok nem rendelkeznek elektromos töltéssel, ezért az elektróhéjakkal való kölcsönhatásuk során ún. *Coulomb-erők* nem lépnek fel. A semleges neutronok pedig az elektróhéjakkal egyáltalán nem, csak az atommaggal lépnek kölcsönhatásba. Ezért ezeket a sugárzásokat *közvetetten ioni-*

záló sugárzásoknak nevezzük. Elsőként a foton-sugárzást vizsgáljuk.

- *Az elektromágneses sugárzás gyengülése.* A gamma-sugárzás intenzitásának és energiájának mérése szempontjából a legfontosabb kérdés a foton és az anyag kölcsönhatásának három módja. Ezek közül az első kettőben a foton részben vagy egészben a meglökött elektróhéjra adja át energiáját, a meglökött elektron végzi a további ionizációt. Ezért rajzoltunk a táblázat alsó sorába egy balra mutató nyilat.
- *Fotoeffektus.* Kis energiánál a foton teljes egészében átadja energiáját a meglökött elektróhéjra. Ez az elektron már úgy viselkedik, mint az előbb említett β -sugárzás.
- *Compton-szórás.* Növekvő energiánál a fotokölcsönhatás mellett egyre inkább a Compton-szórás dominál. A foton energiájának csak egy részét adja át a meglökött elektróhéjra, a csökkent energiájú foton irányát megváltoztatva tovább folytatja útját az anyagban. Ennek a kölcsönhatásnak fontos szerepe van az elektromágneses sugárzás intenzitásának mérésénél.
- *Párkeltés.* Amennyiben a foton energiája nagyobb, mint 1 MeV, a Compton-szórás mellett elektróhéj-pozitron párok keletkeznek bizonyos valószínűséggel. A foton és az elektróhéj kölcsönhatásának három formáját szemléletesen mutatja az 5. ábra.
- *A neutronok és az anyag kölcsönhatása.* Mivel a neutronok elektromosan semlegesek, az elektróhéjjal nem, csak az atommaggal kerülnek kölcsön-



5. ábra

hatásba. A meglökött nehéz részecskék okozzák a további ionizációt.

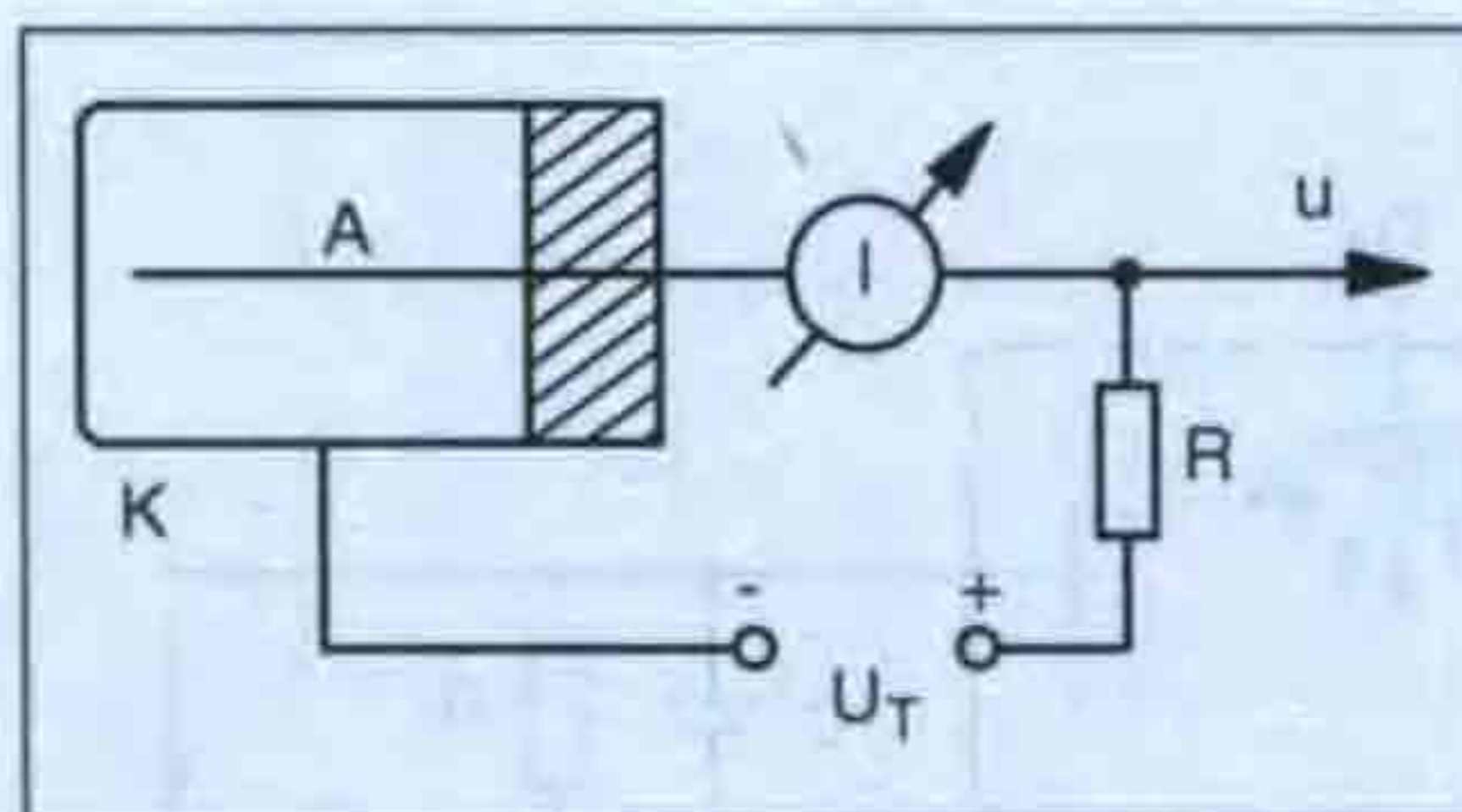
Detektorokra azért van szükségünk, mert az emberi érzékszervek nem észlelik a radioaktív sugárzásokat, az elektromágneses sugárzások közül is csak a hősugárzást (távoli infravörös tartomány) és a fényt érzékeljük, de mint láttuk, ez a teljes spektrumnak csak egy igen szűk része. Azoknak ne higgyünk, akik azt állítják, hogy érzékelik a „földsugárzást”, ezért meg tudják határozni, hogy hol kell a kutat fúrni vagy a lakás mely részébe kell az ágyat helyezni, mert egyrészt ilyen nincs, másrészt a lekonyuló pálcával történő bohóckodás csak a pénzszerzést szolgálja! Ezen kívül ne vásároljunk drága „sugárzásvédő pokrócokat”, mert ezek csak közönséges pokrócok és semmilyen sugárzástól nem védenek!

Sokféle detektort ismerünk, ezek csoportosítása, rendszerezése többféle módon történhet. Az egyik fajta csoportosítás a mérési eredmény kiértékelésének módja szerint történik. Az egyik csoportba tartoznak a közvetlen kijelzésű detektorok, a másikba az utólagos kiértékelést igénylők. A közvetlen kijelzésű detektorok a sugárzás és a detektorok anyagának kölcsönhatása során azonnal valamilyen válaszjelet, többnyire egy elektromos impulzust vagy fényfelvillanást adnak. Ebbe a csoportba tartoznak a gázionizációs, a szcintillációs és a félvezető detektorok. A működés ismertetésénél csak ezekkel a detektorokkal foglalkozunk. A másik csoportba is sokféle detektor tartozik: a filmdoziméterek, a termolumineszcens (TL) detektorok, az ún. nyomdetektorok stb.

4.1. Gázionizációs detektorok

Mint a nevük is mutatja, a gázionizációs detektorok azon az elven működnek, hogy a sugárzás egy gáztérbe jutva, ott pozitív ion és elektron párokat hoz létre. Amennyiben ebben a térben megfelelő egyenfeszültségre kapcsolt elektródák vannak elhelyezve, a pozitív ionok a katód, az elektronok az anód felé vándorolva azokon feszültségimpulzust hoznak létre.

A gázionizációs detektorok általános felépítését a 6. ábra mutatja. Az alkalmazott egyenfeszültség (U_T) nagysága – detektorféléitől és konstrukciótól függően – 500 V és néhány kilovolt között van. A két elektróda: a belső anód-



6. ábra

szál (A) és a külső katódhenger (K). A kölcsönhatás következtében létrejövő impulzusokat vagy az R munkaellenállásról vezetjük tovább a jelfeldolgozó elektronikába, vagy a töltésmennyiséget mérjük az I árammérő műszer (természetesen ez is többnyire elektronikai áramkör) segítségével.

Amennyiben az impulzusok nagysága és időbeli lefolyása olyan, hogy egymástól elválaszthatók, beszélünk impulzus üzetről, de ha a töltések kigyűjtési sebessége kicsi, célszerűbb a töltéseket időben integrálni (összesíteni), ezt nevezzük áram üzemmódnak.

Bizonyos határok között az időegység alatt kapott impulzusok száma vagy a mért áram arányos a sugárzás intenzitásával (részecskefluxus és dózisteljesítmény). Ugyancsak megkötésekkel, egy bizonyos energiatartományban az impulzusok nagysága (amplitúdója) arányos a sugárzás energiájával (a részecskék mozgási energiájával, illetve elektromágneses sugárzás frekvenciájával). Áram üzemmódban az eszközök energiámérésre nem alkalmasak.

Az ionizációs kamrákban csak ebből a primer kölcsönhatásból származó töltésmennyiség, ionok és elektronok gyűjthetők ki, ennek megfelelően ezek a gázionizációs detektorok adják a legkisebb válaszjelet, ezért a jelfeldolgozáshoz (lásd később) különleges elektronikát igényelnek. Általában impulzus üzemben alfa-részecskék detektálására, áram üzemben gamma-dózis és dózisteljesítmény mérésre használják az ionizációs kamrákat.

A proporcionális számlálók szerkezeti kialakítása és gázösszetétele olyan, hogy az anódszál környezetében a térerősség növekedése következtében ún. gázerősítés, más megfogalmazásban elektronsokszorozás játszódik le. Ennek mértéke néhány ezerszeres, tehát a válaszjel az ionizációs kamrákhoz viszonyítva ennyiszor nagyobb. A jelfeldolgozó elektronika egyszerűbb lehet. Energiámérésre a röntgen tartományban a félvezető detektorok elterjedése előtt használták. Mivel több előnyös tu-

lajdonsága a van a korábban nagyon elterjedt GM-számlálócsövekkel szemben, a korszerű terepi dózisteljesítmény-mérő szondák általánosan használt detektora lett a fémfalú proporcionális számláló.

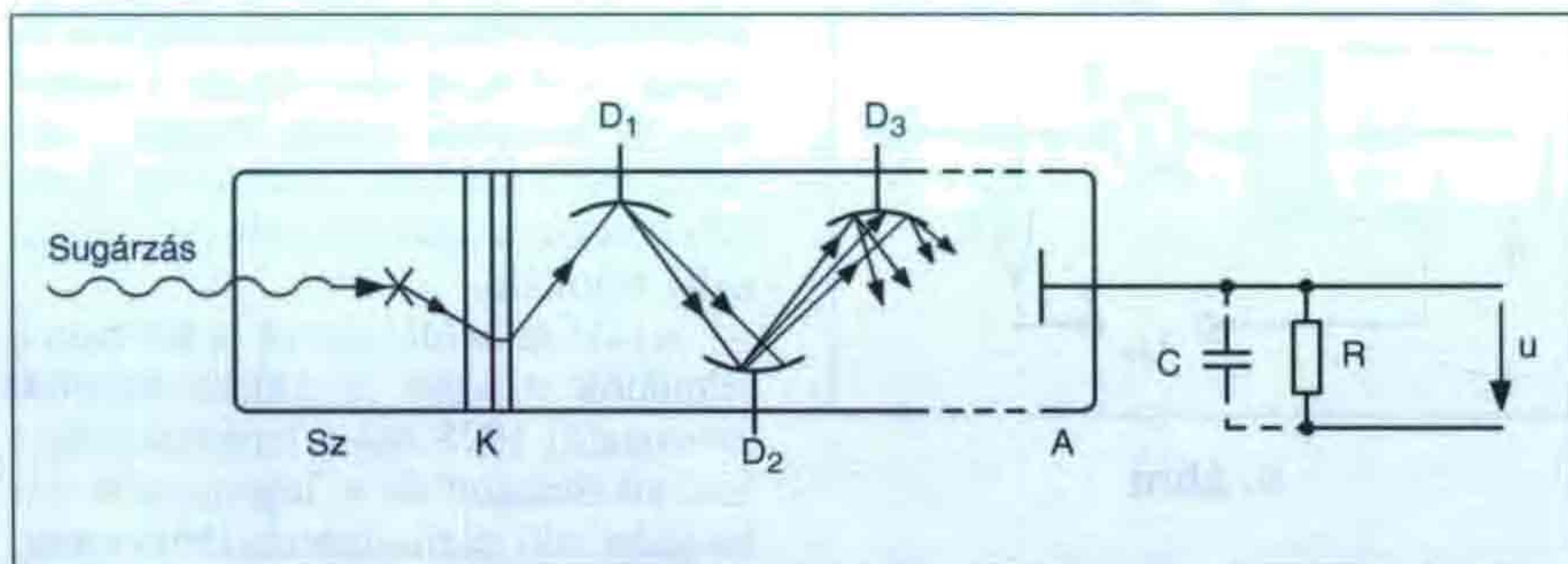
A GM-számlálócsövek (a két betű a feltalálók: Geiger és Müller nevéből származik) 1928 óta a legáltalánosabban alkalmazott és a legnagyobb válaszjelet adó gázionizációs detektorok. A csőben uralkodó gáznyomás és annak összetétele következtében a teljes térfogatra kiterjedő ionizációs lavina játszódik le.

A folyamatot bármilyen részecske, amelyik bejut a gáztérbe, annak energiájától függetlenül kiválthatja. Ezért a GM-cső impulzusüzemben sem energiaszelektív. Ez a tulajdonsága bizonyos felhasználásoknál előnyös, másoknál hátrányos. Az említett lavinát ki kell oltani. Ezt vagy elektronikai úton, vagy ún. kioltógáz alkalmazásával érik el. Az impulzusok 50...100 V-os nagysága lehetővé tette azok könnyű, erősítés nélküli számlálását; az elektronikai eszközök fejlettségének korai szakaszában ez okozta nagy népszerűségüket. Felhasználásuk ma azokon a munkahelyeken alkalmazott műszerekben javasolt, ahol ismert, kis aktivitású sugárforrásokkal dolgoznak.

4.2. Szcintillációs detektorok

Ezeket a detektorokat a XX. század eleje óta alkalmazták az alfa-részecskék számlálására. A mikroszkóp alatti fényfelvillanások számlálásának nehézségei miatt használatuk hosszú időre háttérbe szorult a gázionizációs detektoroké mellett. A II. világháború után – a fotoelektron-sokszorozók alkalmazásának következtében – ismét a nukleáris mérés technika élvonalába kerültek, és egy új mérés technikai ágazat, a gamma-spektroszkópia (energiámérés) bontakozott ki, ami a megfelelő detektor hiánya miatt korábban nem volt lehetséges. Az egyes sugárzásfajták detektálására legmegfelelőbb anyagokat kutatták ki.

A szcintillációs detektorok működése azon alapszik, hogy a sugárzás hatására a szcintillátor anyag (Sz) fényfelvillanásokat (lumineszcencia) produkál. A fényfelvillanások gyakorisága arányos a sugárzás intenzitásával, az erőssége a részecskének vagy a fotonnak a detektor anyagában leadott energiájával. A fotoelektron-sokszorozó cső a szcintillátor kristállyal optikai kap-



7. ábra

csolatban van. A gyenge fényfelvillanások annak *fotokatódjából* (K) elektronokat váltanak ki, ezek az elektronok az elektródákra (dinódákra; D_x) kapcsolt feszültség hatására felgyorsulnak, a becsapódás során létrejövő *szekunderemisszió* következtében sokszorozódnak. A cső anódján (A) már jelentős nagyságú feszültségimpulzus jelenik meg.

A szcintillációs detektor tehát áll egy szcintillátorból és egy fotoelektron-sokszorozó csőből. Előbbi anyaga α -mérés esetén többnyire ZnS (cink-szulfid), β -mérés esetén plasztik, γ -spektroszkópia esetén NaI (nátrium-jodid). Az összeállítás elvi rajzát a 7. ábra mutatja [2].

4.3. Félvezető detektorok

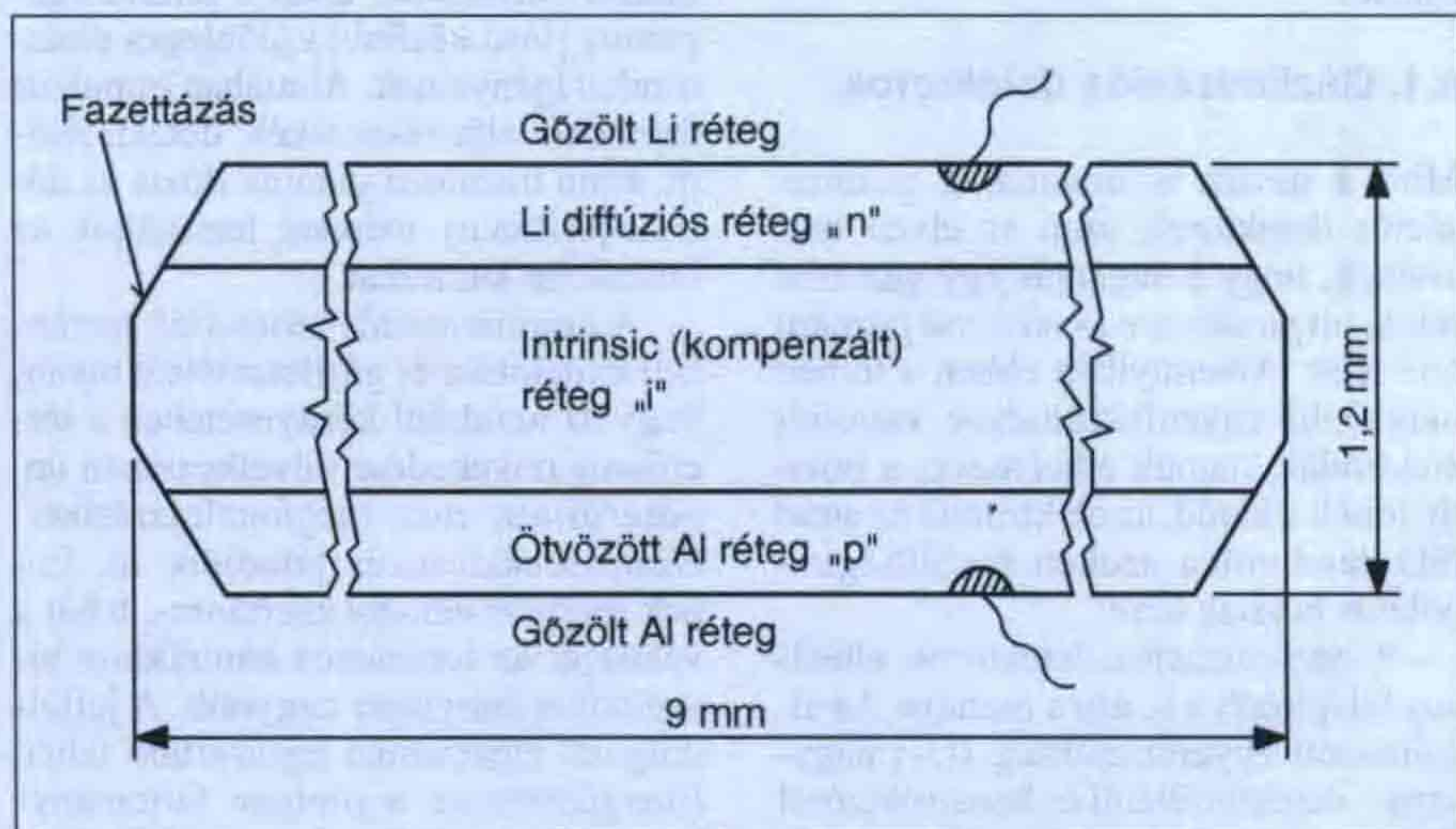
A legkorszerűbb és a jól felszerelt laboratóriumokban a legszélesebb körben alkalmazott detektorok. Az 1960-as évek óta, a félvezető technológiák tökéletesedésével rohamosan terjedt felhasználásuk. Elsősorban szilícium és germánium az alapanyaguk, de alkalmaznak kétkomponensű félvezető anyagokat is (pl. CdTe, kadmiumtellurid).

Szerkezetüket tekintve általában nagyméretű félvezető diódák, de ismert a homogén szerkezetű, nagy tisztaságú (HP, high purity) félvezető anyagból készült detektor is. A félvezető detektorok szilárd ionizációs kamráknak tekinthetők. Míg azoknál a – jó szigetelő tulajdonságú – gáztöltésben a sugárzás hatására elektron és ion párok, ezeknél az egyébként szigetelő, az „i” (intrinsic: tiszta, szennyezésmentes) vagy az ún. kiürített félvezető rétegben *elektron és lyuk párok* jönnek létre. A félvezető lapkára adott egyenfeszültség vagy a diódára kapcsolt záróirányú feszültség hatására a *töltéshordozók kigyűjtődnek*, és ezek hozzák létre a válaszjelet, az elektromos (töltés) impulzust. Hasonlóan az ionizációs kamrák-

hoz, ezekhez is igényes jelfeldolgozó elektronika tartozik.

Egy pin struktúrájú félvezető detektor szerkezetét mutatja a 8. ábra. Az „i” réteg, a *detektor érzékeny térfogata*, tulajdonképpen nagy fajlagos ellenállású félvezető, amelyben a diódára kapcsolt zárófeszültség hatására a töltéshordozók „kiürülnek”. A diódán csak a detektor anyagától és a hőmérsékletétől függő záróáram folyik. (Ez a hátrányuk a gázionizációs detektorokkal szemben, amelyeknél a gáz tökéletes szigetelőnek tekinthető, és ezt a tulajdonságát magasabb hőmérsékleten is megtartja.)

A szilíciumdetektorok érzékenysége (az adott dózisteljesítmény esetén mérhető jelszám) a nagy méretben készíthető gázionizációs és szcintillációs detektorokhoz viszonyítva alacsony. Előnyük viszont, hogy nem igényelnek nagyfeszültséget, mert a nagy fajlagos ellenállású intrinsic réteg már néhány voltos feszültség mellett kiürül, ezért a jelfeldolgozó elektronikához alkalmazott telep feszültsége elegendő a detektor előfeszítéséhez is. Ezért készítettük kis sugárzásjelzőnket ezzel a detektorral!



8. ábra

5. A félvezető detektorok jel nagysága

Mint említettük, a félvezető detektorok működése azon alapszik, hogy a γ -kvantum vagy töltött részecske a dióda érzékeny térfogatában az energiától és a kölcsönhatás jellegétől függő töltésmennyiséget hoz létre:

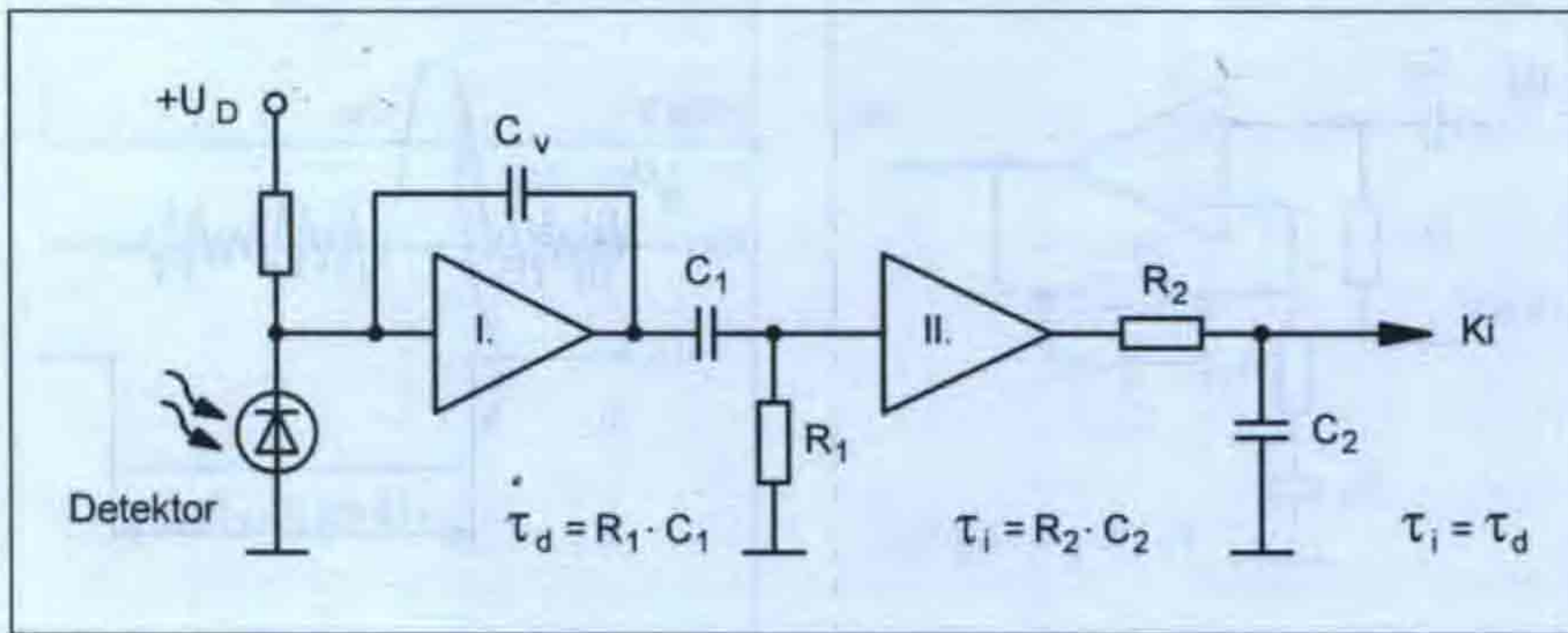
$$Q = e (W/w),$$

ahol e az elemi töltés ($e = 1,6 \times 10^{-19}$ As), W a belépő foton vagy részecske energiája, w egy elektron–lyuk pár létrehozásához szükséges energia (szilícium esetén $w = 3,6$ eV). Ez a töltés a diódára kapcsolt zárófeszültség hatására kigyűjtődik és a detektorkapacitástól függő feszültségimpulzus jön létre:

$$u = Q/C,$$

ahol C a detektor és az előerősítő bemeneti kapacitásának összege. A fenti számításánál feltételezzük, hogy a foton vagy részecske teljes energiáját átadja a kölcsönhatás során. A létrejövő feszültségimpulzus egy rövid felfutású élből (töltéskigyűjtési idő) és lassú lefutású szakaszból (töltéskiürülés) áll.

A szilíciumdetektorok szobahőmérsékleten történő alkalmazásának vannak korlátai. A félvezető detektorok akkor alkalmazhatók az adott fajtájú és energiájú sugárzás detektálására, ha abban a termikus energia által generált töltéshordozók és a felületi kúszóáramokban folyó töltés nagysága (zaj) kisebb a sugárzás által keltett és a detektorban uralkodó télerősség hatására az elektródákra eljutó töltések mennyiségénél (jel). A megadott képletek segít-



9. ábra

ségével kiszámítható impulzus nagysága alacsonyabb energiatartományban, átlagos detektorkapacitást figyelembe véve millivoltos nagyságú jel, amely alig nagyobb a detektor paramétereiből adódó zajfeszültségnél [3].

6. Jelfeldolgozó elektronika

A minden detektor után alkalmazandó analóg elektronika, amelyet *jelfeldolgozó elektronikának* nevezünk, feladata, hogy a lehető legjobb jel-zaj viszony mellett a detektor jelét a további feldolgozást végző (általában digitális) számológó vagy spektrumanalizátor elektronikája számára kellő nagyságúra erősítse. A jelfeldolgozó elektronika elvi rajzát a 9. ábra mutatja.

Az I. fokozat egy *töltésérzékeny előerősítő*, amely egy töltés-feszültség konverter. Megvalósítása általában egy FET bemenetű műveleti erősítő felhasználásával történik, amely integráló típusú erősítőnek van kapcsolva, vagyis a negatív visszacsatoló ágban egy több megaohmos ellenállással párhuzamosan 1 pF értékű kondenzátor kapcsolódik.

Bizonyítható, hogy a kimeneti impulzus nagysága nem függ a detektorkapacitástól, annak nagyságát a visszacsatoló kondenzátor (C_v) értéke határozza meg. (A töltéselőerősítő működésének rövid analízise a [4]-ban megtalálható. – A szerk.)

A II. erősítő a *jelformáló fokozat*, amely egy integráló és egy differenciáló kört tartalmaz. Ezek időállandója azonos, ezt nevezzük jelformálási időállandónak. A megvalósított áramkörnél a második műveleti erősítő bemenetén alkalmazzuk a differenciáló, a visszacsatoló ágban az integráló kört.

Az időállandó meghatározása a következő megfontolások alapján történhet. Az alacsonyabb visszaram-, ami a zaj elsődleges forrása-, elérése érdeké-

ben célszerű lenne minél alacsonyabb detektorfeszültséget alkalmazni, de ezt korlátozza a töltéskigyűjtési idő, amely az alábbi képlet segítségével határozható meg:

$$T_r = d^2 / \mu U_z,$$

ahol T_r a töltéskigyűjtési idő (s), d az érzékeny réteg vastagsága (cm), U_z a detektor zárófeszültség (V), μ a töltéshordozó mozgékonyosság (cm^2/Vs). A felhasznált detektorra elvégezve a számítást azt kapjuk, hogy 5 V feszültségnél a töltéskigyűjtési idő 1 μs . Ennél rövidebb időállandót alkalmazva a jel-nagyságban veszteség lép fel.

A másik tényező, amely a detektorzajban szerepet játszik, a kapacitás, amelynek meghatározására az alábbi gyakorlati képlet szolgál:

$$C = 1,05 (A/d),$$

ahol A a detektor felülete (cm^2), d az érzékeny réteg vastagsága (cm). Az alkalmazott detektor kapacitása 15 pF és a pin struktúrájának köszönhetően az üzemi feszültségtartományban állandó. Egy adott visszaramú és kapacitású detektor zajszintjének minimuma van a jelformálási időállandó függvényében. Kiseb visszaramú és nagyobb kapacitású detektornál (hűtött HPGe) 6–8 μs , nagyobb visszaramú és kisebb kapacitású detektornál 0,2–0,5 μs az optimális időállandó.

7. Konstruktív szempontok, áramköri felépítés

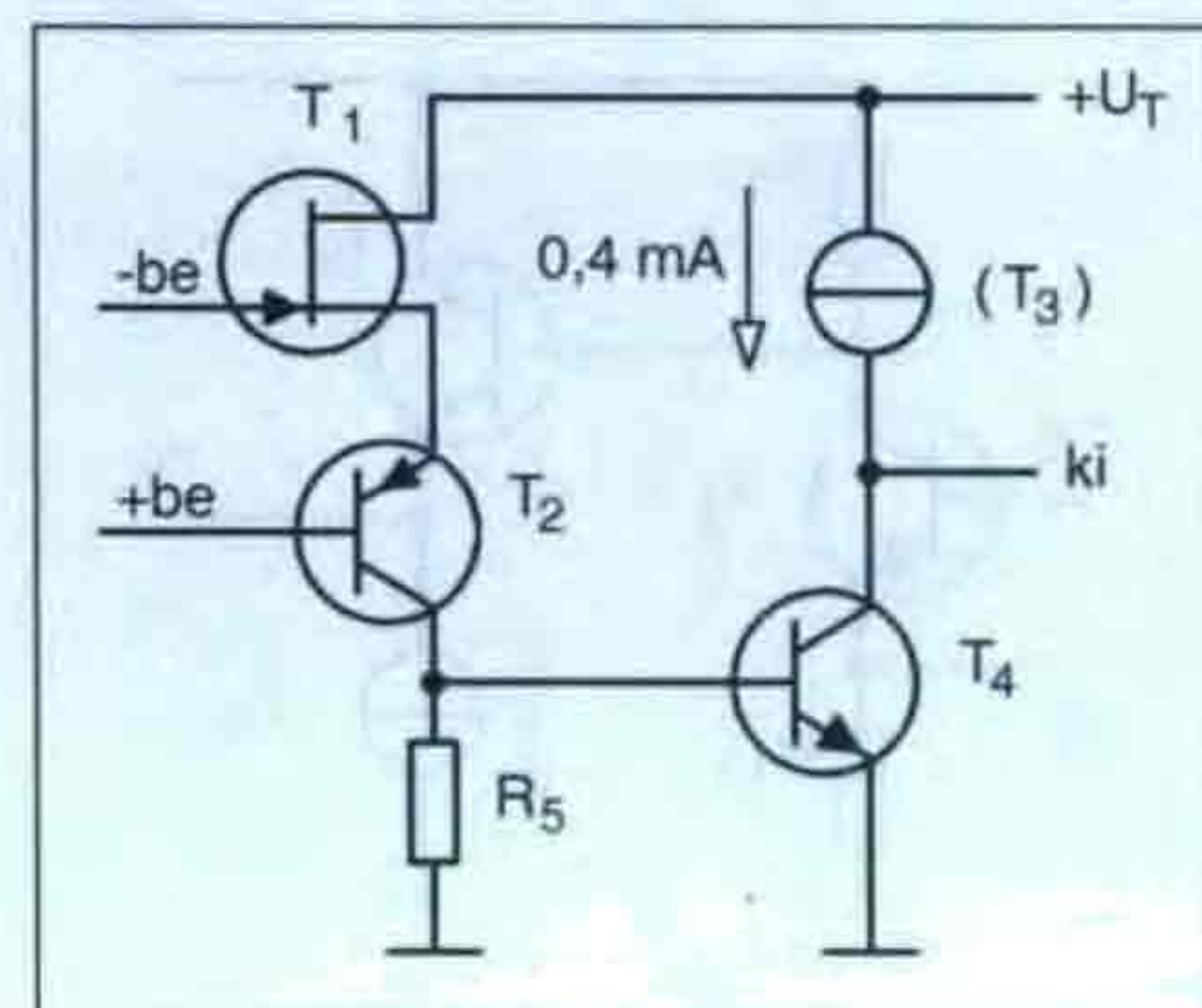
A hosszú elméleti bevezető után rátérhetünk kis műszerünk ismertetésére. A teljes kapcsolás bemutatása előtt az egyes részeket külön tárgyaljuk. Az ábrákon az alkatrészek számozása megfelel a teljes kapcsolási rajzon alkalmazott számozásnak.

A műszer két fő részre oszlik: az előbb tárgyalt jelfeldolgozó (analóg) áramkörre, és a kettős komparátorral megvalósított impulzus- (digitális) áramkörre. Mivel teleses táplálású készülékről van szó, a konstrukciónál törekedni kell a kis fogyasztásra és arra, hogy a telep feszültségének csökkenése lehetőleg ne okozzon működésképtelenséget. A kis áramfogyasztást úgy érjük el, hogy egy áramágban több tranzisztort helyezünk és kis nyugalmi áramú komparátort alkalmazunk. A telep-feszültségtől való függetlenséget úgy biztosítjuk, hogy a kritikus feszültségpontokat diódákkal stabilizáljuk.

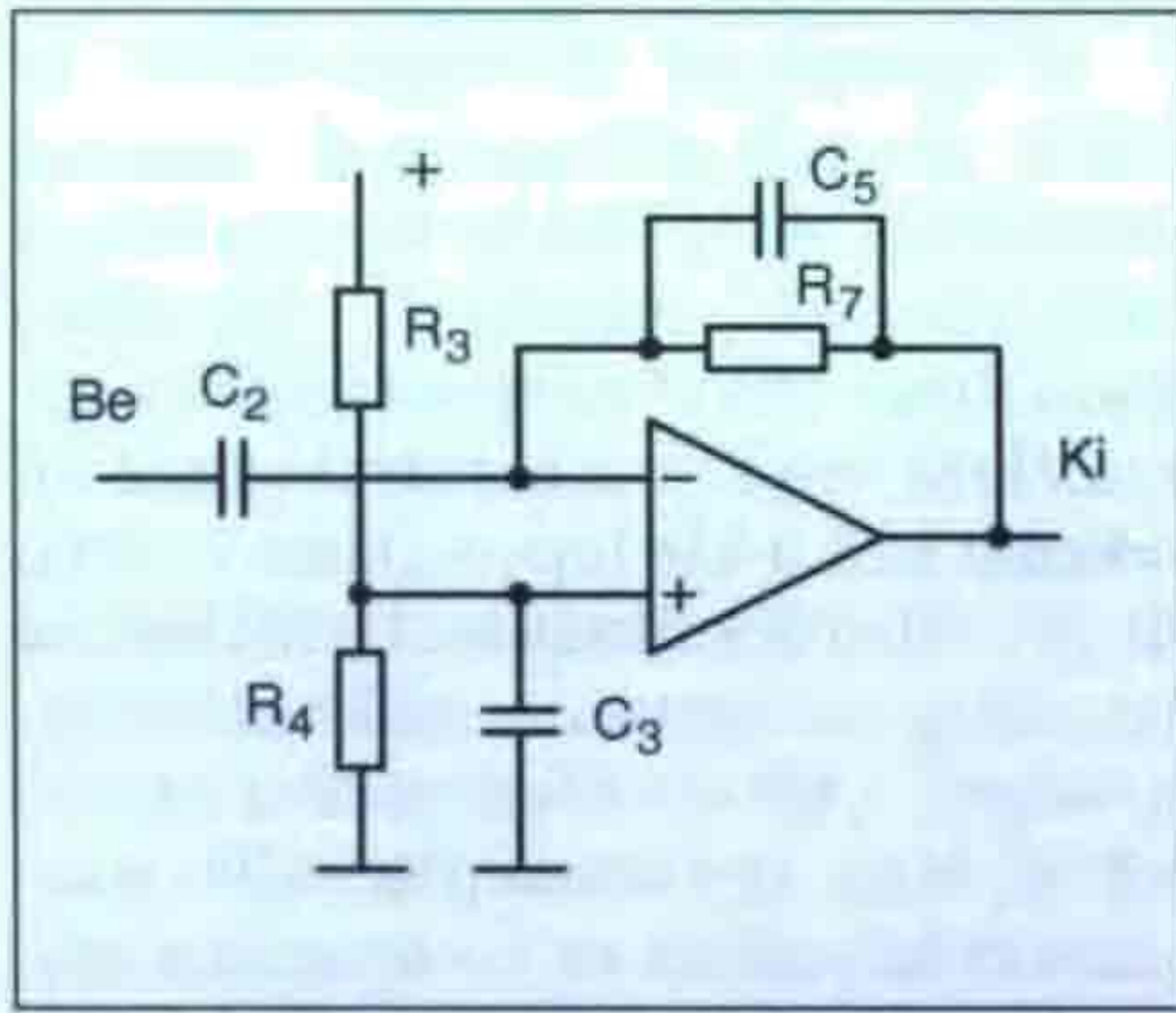
A „Hobby Elektronika” folyóirat olvasói találkozhattak már az előerősítőként felhasznált, diszkrét elemekből épített, FET bemenetű „műveleti erősítővel”, amelynek rajzát a 10. ábrán láthatjuk [5]. A T_1 jFET az invertáló bemenetet megvalósító tranzisztor, amely source-követő kapcsolásban dolgozik és meghajtja a T_2 földelt bázisú tranzisztort. A tranzisztor bázisa az erősítő (hidegített) neminvertáló bemenete, és arra szolgál, hogy a kimeneti nyugalmi feszültséget beállítsa. A végleges kapcsolásban egyszerű feszültségosztót alkalmazunk ezen a bemeneten, hogy a telepfeszültség csökkenésével a kimeneti pont feszültsége is arányosan lejjebb menjen.

Ennek a tranzisztornak a kollektor-ellenállására csatlakozik T_4 földelt emitterű tranzisztor. A nagy erősítést a kollektorkörében levő, a T_3 tranzisztorral megvalósított (a vázlaton csak jelképesen ábrázolt) áramgenerátor biztosítja. Az első áramág (T_1 és T_2 tranzisztor) 0,1 mA-es áramát az R_5 határozza meg. A második áramágban az áramgenerátor által megszabott 0,4 mA folyik.

A vázolt, diszkrét alkatrészekből álló, szokatlan kapcsolástechnikájú műveleti erősítő kidolgozását az tette szükségessé, hogy az egyetlen, vi-



10. ábra



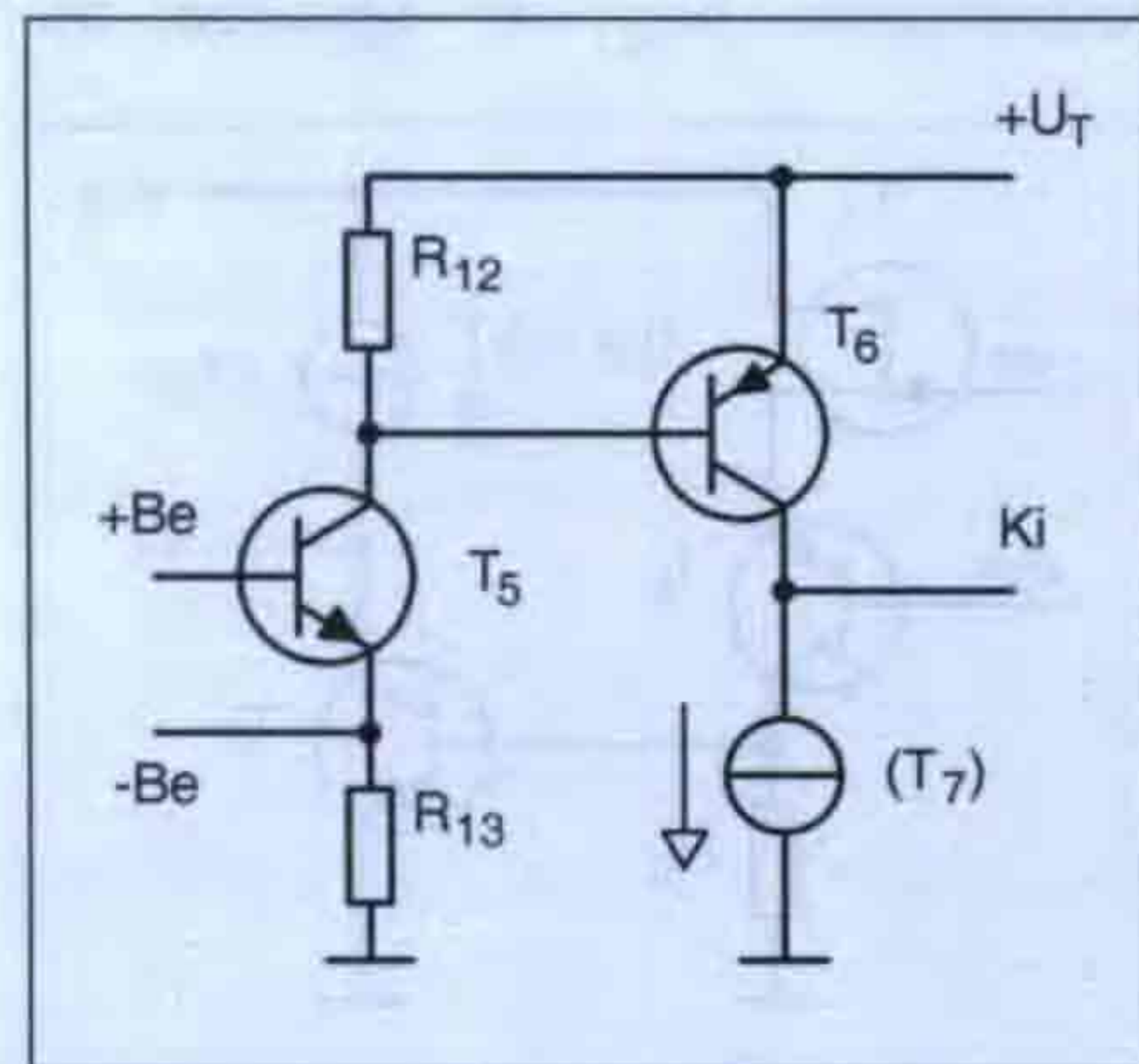
11. ábra

szonylag alacsony tápfeszültségen a kellő dU/dt kimeneti felfutási sebességet (slew-rate értéket) produkáló integrált OPA-k beszerzése az amatőrök számára még most is nehézkes.

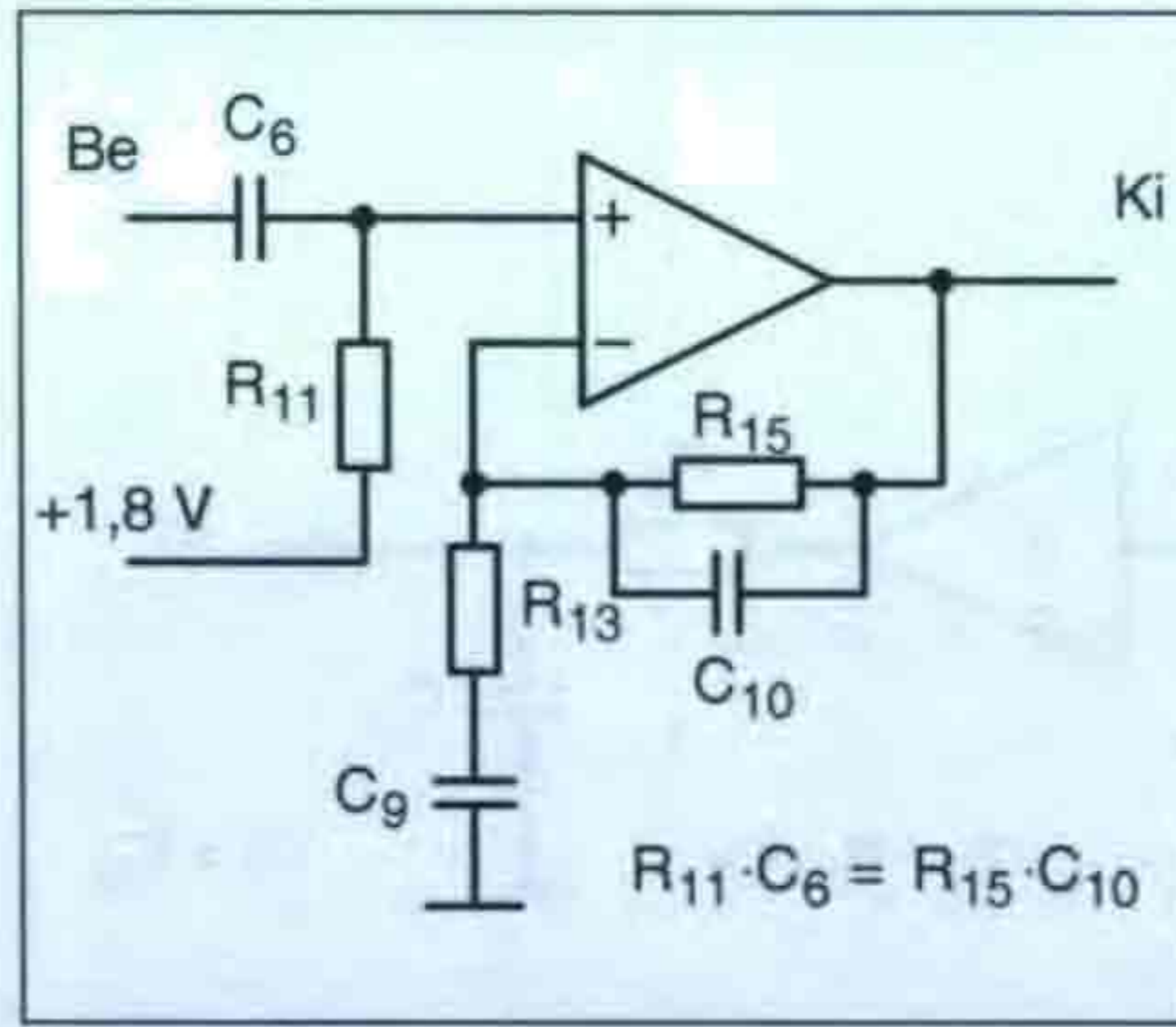
Az integráló típusú erősítőt úgy hozzuk létre, hogy a visszacsatoló ágban R_7 ellenállással párhuzamosan C_5 kondenzátor van kötve (11. ábra). Láttuk, hogy az erősítőben csak egyetlen fázisfordító fokozat van, amely a gerjedékenység szempontjából előnyös. Az említett [5] cikkben közölt diagramból kiolvasható, hogy ebben a beállításban az erősítő sávszélessége 1 MHz körüli.

A jelformáló fokozat három tranzistorból álló főerősítő, amelynek a rajzát a 12. ábra mutatja. Ebben két földelt emitteres tranzisztor dolgozik, kétszeres fázisfordítással, tehát a kimenetről a T_5 tranzisztor emitterére lehet visszacsatolni. T_6 kimeneti tranzisztor kollektorköri munkaellenállása a T_7 áramgenerátor. Hogy a tápfeszültség változásával ne vándoroljon el a munkapont, a T_5 bázisfeszültségét kb. 1,8 V-ra stabilizáljuk három diódával.

A jelformálást a bemeneten levő C_6 , R_{11} differenciáló és a visszacsatoló ágban elhelyezett C_{10} , R_{15} integráló tag végzi (13. ábra). A fokozat feszültség-



12. ábra

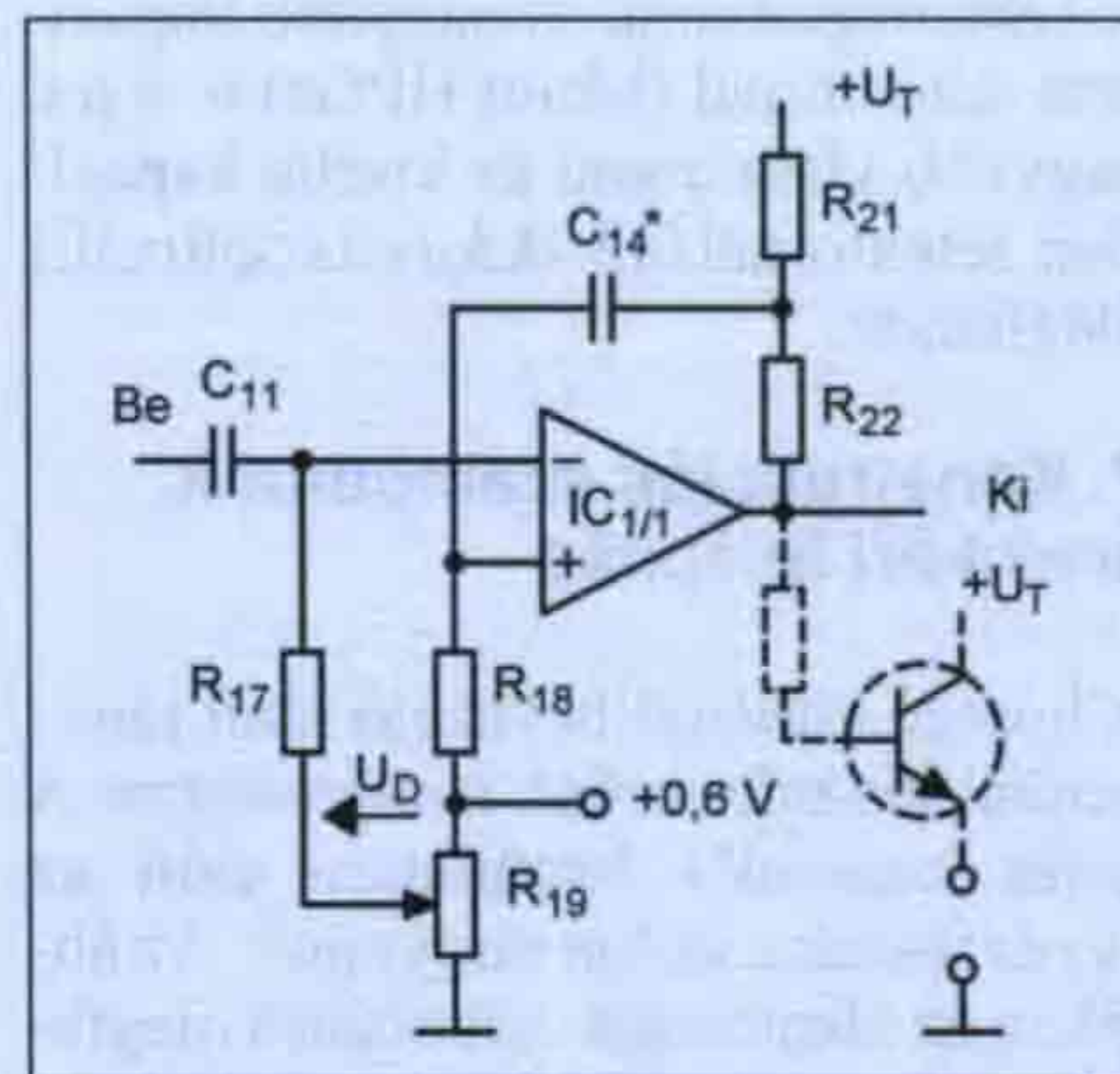


13. ábra

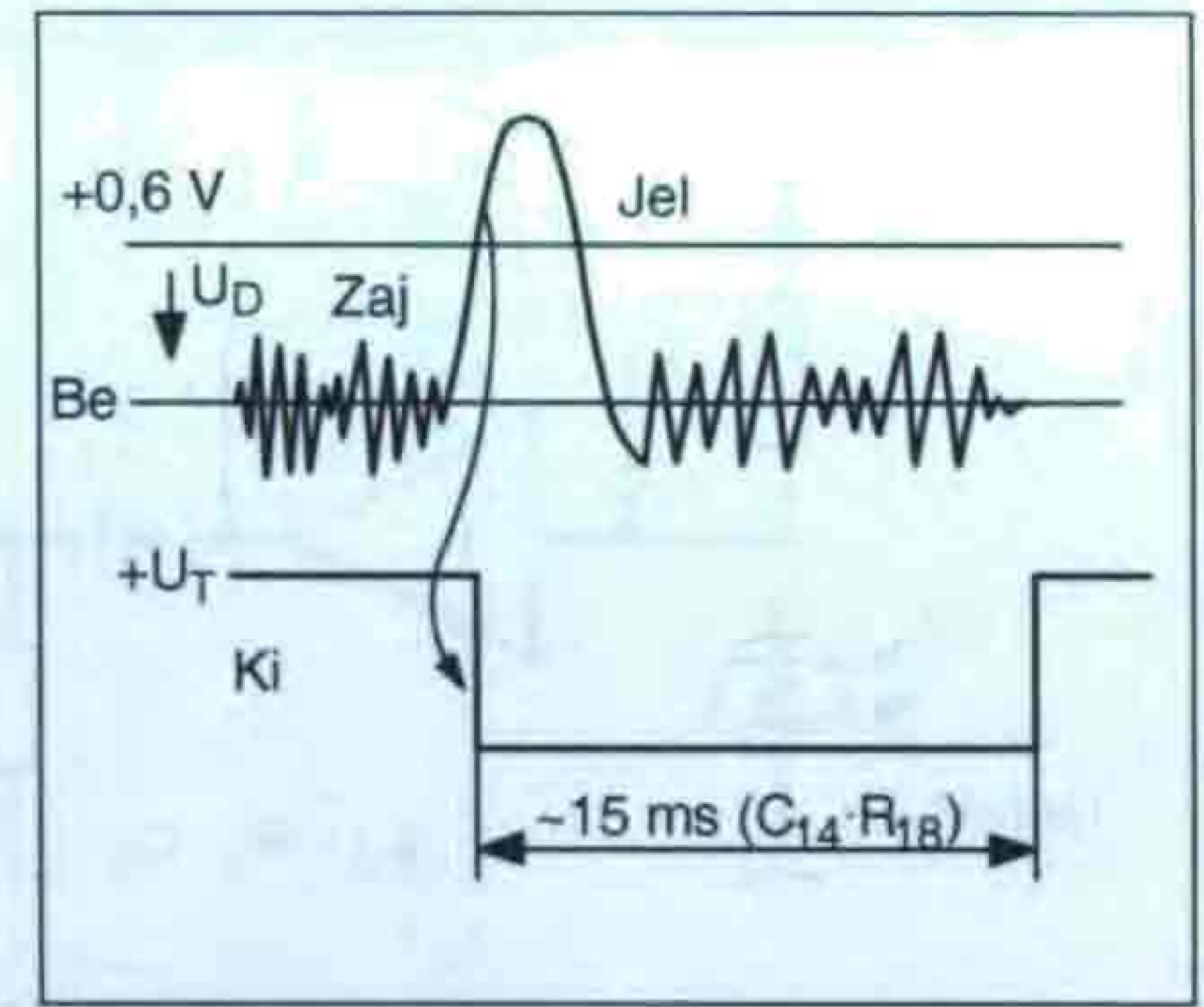
erősítése kb. 40 dB, amelyet az R_{15}/R_{13} hányados határoz meg, de vegyük figyelembe, hogy a jelformálás 10 dB-lel csökkenti a jel nagyságát. A harmadik áramág 0,1 mA-es fogyasztását R_{12} ellenállás értéke határozza meg, a negyedikét (0,3 mA) pedig az áramgenerátor.

A feszültségkomparátor áramkörök különféle felhasználására bőségesen találunk irodalmat, ezek közül felhívom a figyelmet a „Rádiótechnika” régi számaiban olvasható cikksorozatra [6]. Készülékünkben az LM339 típusú négyes komparátor azonos paraméterű kettős változatát, az LM393 típust alkalmazzuk. Ez egy viszonylag lassú, de nagyon kis nyugalmi áramfelvételű, nyitott kollektoros kimenetű komparátor, ezért a kimenet és a pozitív tápfeszültség közé mindig kell munkaellenállást kapcsolnunk.

A kettős tok egyik tagját *diszkriminátorként*, a hasznos nukleáris jeleknek a zajtól való megkülönböztetésére, egyben monostabil multivibrátorként alkalmazzuk. Így – függetlenül a bejövő jel nagyságától és szélességétől – a kimeneten azonos szélességű impulzusokat kapunk. Ennek az áramkörnek a kimenetét abban az esetben használjuk fel, ha belső oszcillátorral rendelkező



14. ábra

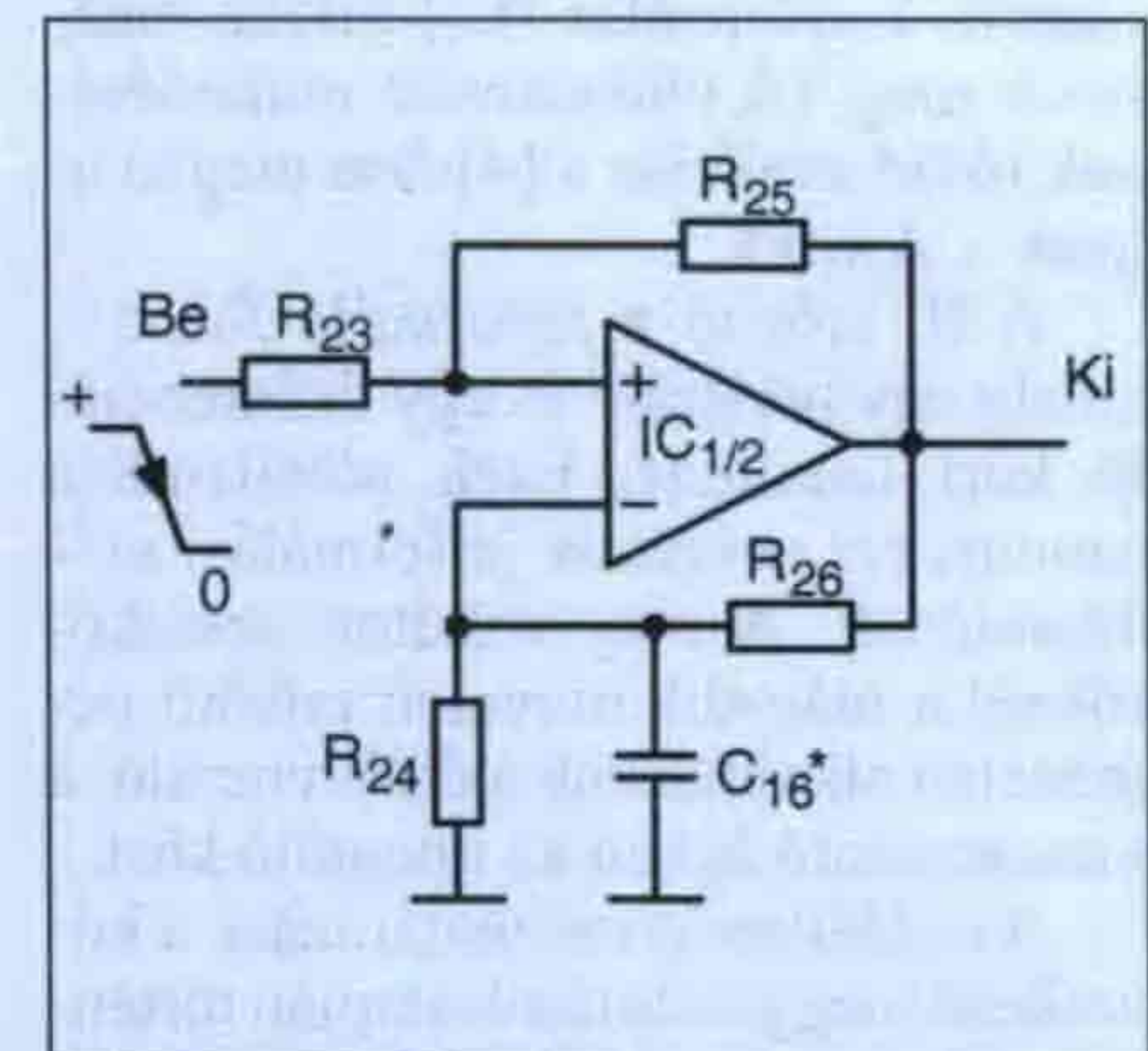


15. ábra

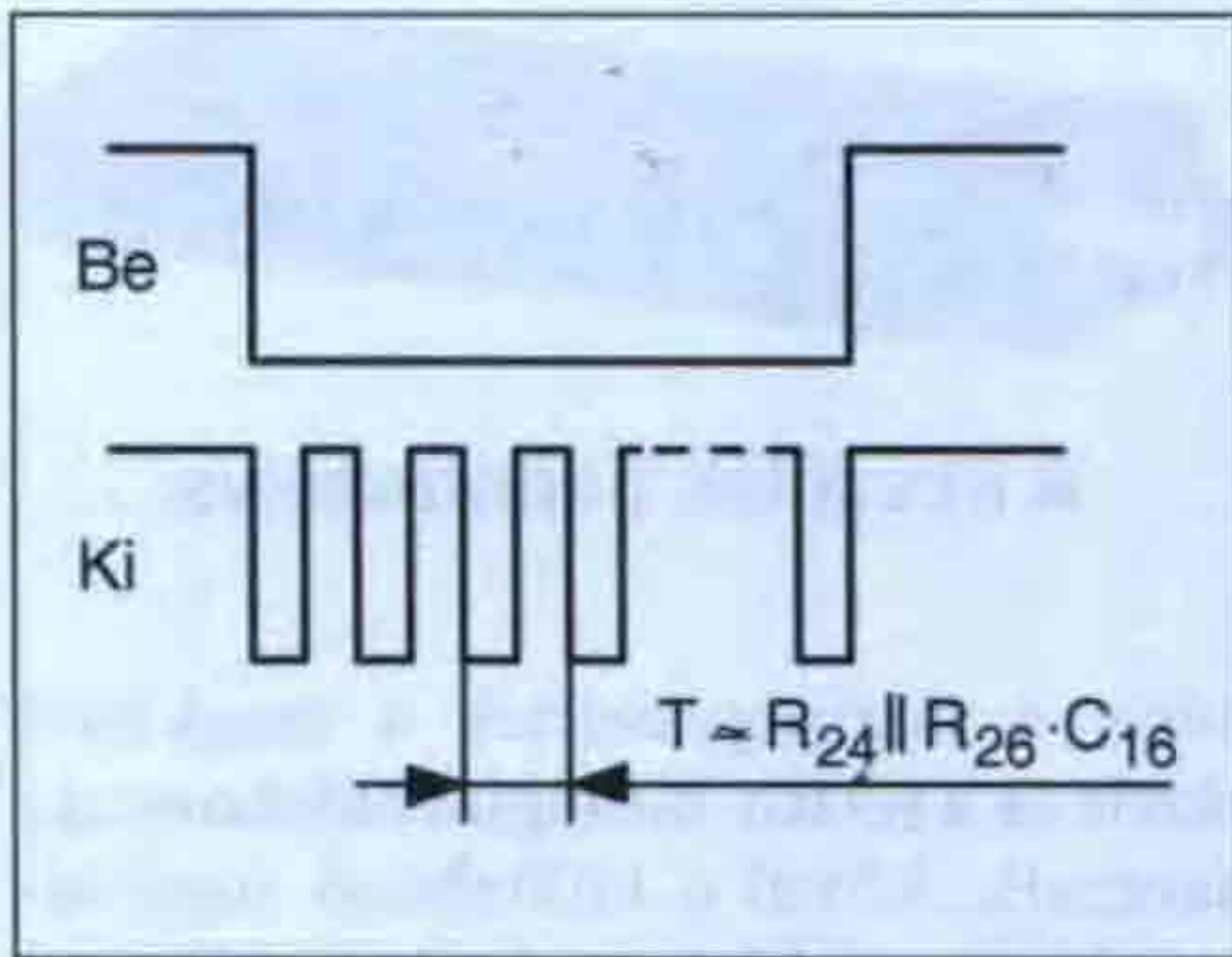
piezó hangadónk van. Megnövelhetjük a hangerőt, ha az áramkör kimenete és a hangadó közé egy npn tranzisztort kapcsolunk az ábrán szaggatott vonalakkal rajzolt résznek megfelelően.

Az áramkör működését a 14. ábrán mutatjuk be. A hasznos jel és a zaj megkülönböztetését úgy érzük el, hogy a komparátor pozitív bemenetét stabil, +0,6 V-ra, a negatív bemenetét a zajfeszültséggel, kb. $U_D = 0,1$ V-tal alacsonyabb szintre állítjuk. Amennyiben a legnagyobb zajamplitúdó kisebb 0,1 V-nál, csak a hasznos, ennél nagyobb jelek fogják a komparátor kimenetét magasból alacsony szintre billenteni. A kimenet C_{14} kondenzátoron keresztül ezt az állapotot fenntartja, amíg a kondenzátor R_{18} ellenálláson keresztül ki nem sül. A kimeneti jel szélessége a C_{14} értékének megválasztásával állítható be (15. ábra).

A második komparátort felhasználhatjuk az előző komparátor által indított astabil multivibrátorként. Erre akkor van szükségünk, ha a piezozümmernek nincs saját oszcillátora, tehát a saját frekvenciájának megfelelő négyzögjelekkel akarjuk a piezokristályt táplálni (16. ábra). Nyugalomban a komparátor negatív bemenete kb. fél, a



16. ábra



17. ábra

pozitív teljes tápfeszültségen van, így a generátor nem működik. Amennyiben az előző komparátor kimeneti szintje alacsony szintre kerül, a pozitív vissza-

koznunk. Megemlítjük, hogy az R_2 a detektor munkaellenállása, az R_1 a zárófeszültséget biztosítja a detektor kör részére. A $D_1 \dots D_5$ 1N4148, 1N4154 vagy hasonló miniatűr Si rétegdióda.

8. Megépítés, bemérés

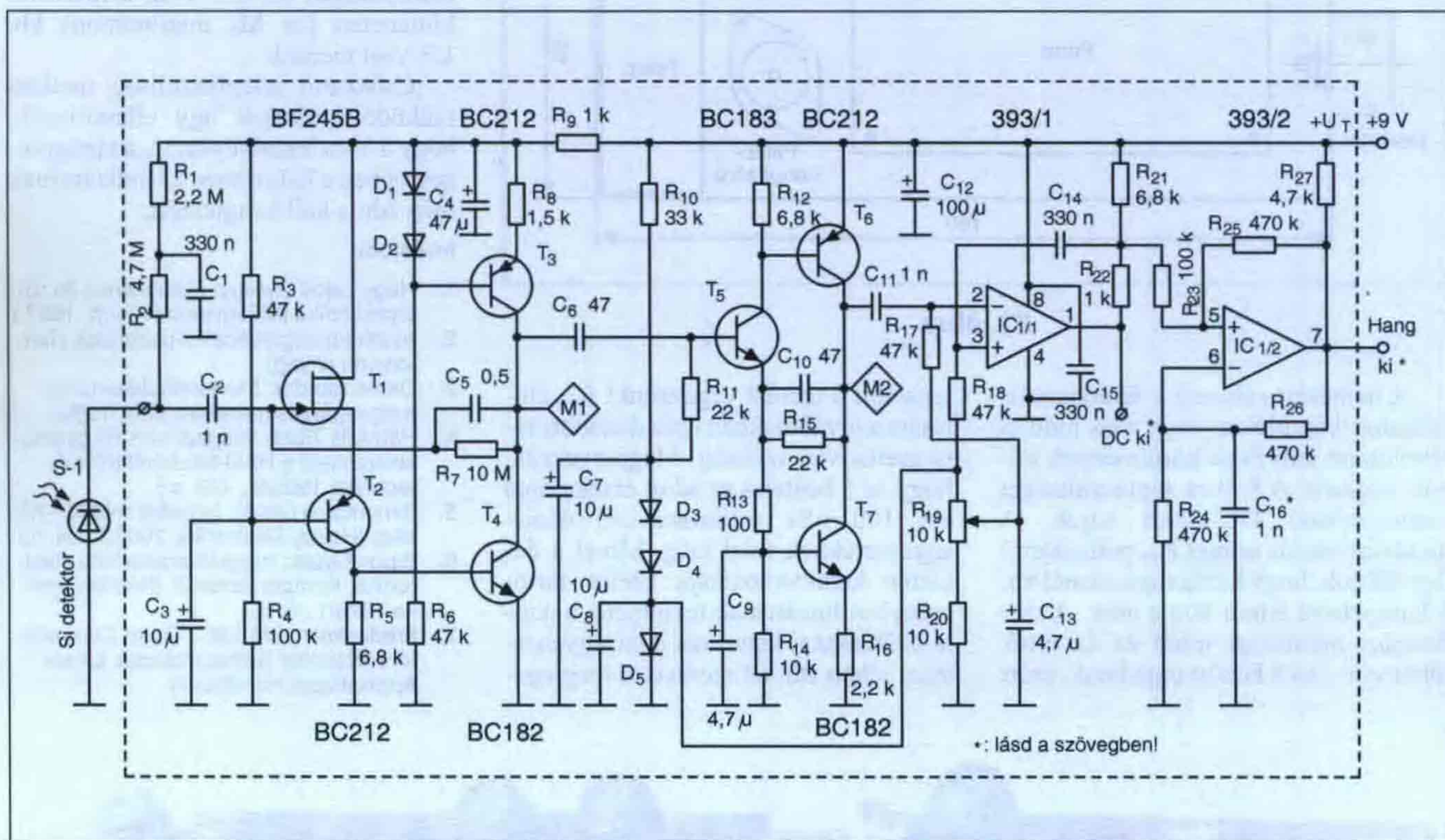
A készülék minden alkatrésze a detektor, telep és a zümmer kivételével egy 35×100 mm méretű, egyoldalon fóliázott nyáklemezen van elhelyezve.

A panel nyákrajzolata a 19. ábrán, az alkatrészek beültetése a 20. ábrán látható.

Az indikátor külső elektromágneses zavarokra érzékeny, ezért mindenképpen fémdobozba kell helyoznunk. A

mintakészülék dobozát 0,5 mm-es horganyzott acéllemezéből készítettem. Mivel a teljes szerelési magasság (alkatrészfüggő!) 12 mm, a doboz belmagasságát 20 mm-re választottam. Az elrendezést a 21. ábrán és a mellékelt fotókon mutatjuk be. A detektor a panel egyik oldalán, a dobozon kívül, annak falához van rögzítve egy M6-os finommenetes (a banánhüvelyeknél alkalmazott) anyával, a hangadó a másik oldalon belül van elhelyezve a teleppel együtt. A doboz oldalára szerelt tolókapcsoló kapcsolja a telepet.

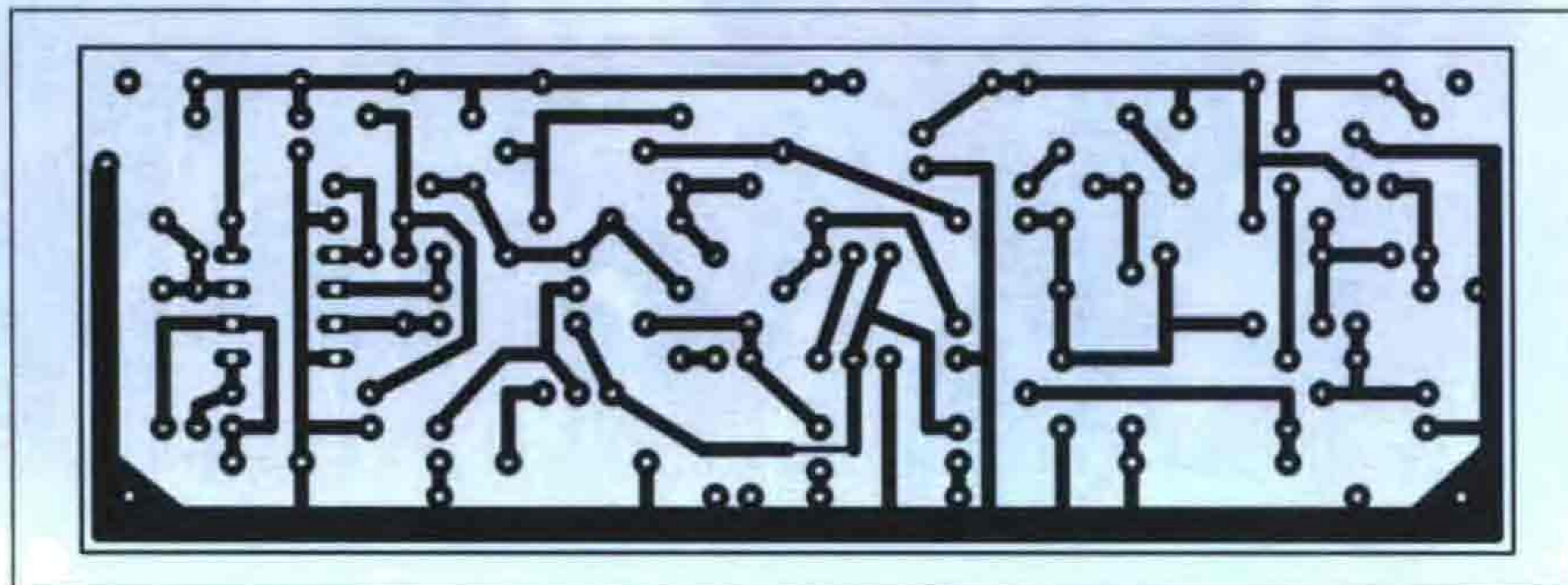
Az S-1 típusú pin sugárzásdetektor a HAM-bazárban lesz beszerezhető. Figyelje a Rádiótechnikában és/vagy annak honlapján megjelenő hirdetéseket!



18. ábra

csatolás következtében az astabil multivibrátor négyszögjeleket ad ki. A frekvenciát C_{16} kondenzátor értékével tudjuk beállítani a piezozümmer önfrekvenciájához (ami általában 3...4 kHz környékén van). Az impulzusdiagramot a 17. ábrán mutatjuk be. A feszültségkomparátor mindkét felhasználásának részletes leírását megtaláljuk a [7] irodalomban.

A részáramkörök tárgyalása után a 18. ábrán látható kapcsolási rajz ismertetésével már nem kell sokat foglal-



19. ábra



A készülék bedobozolva

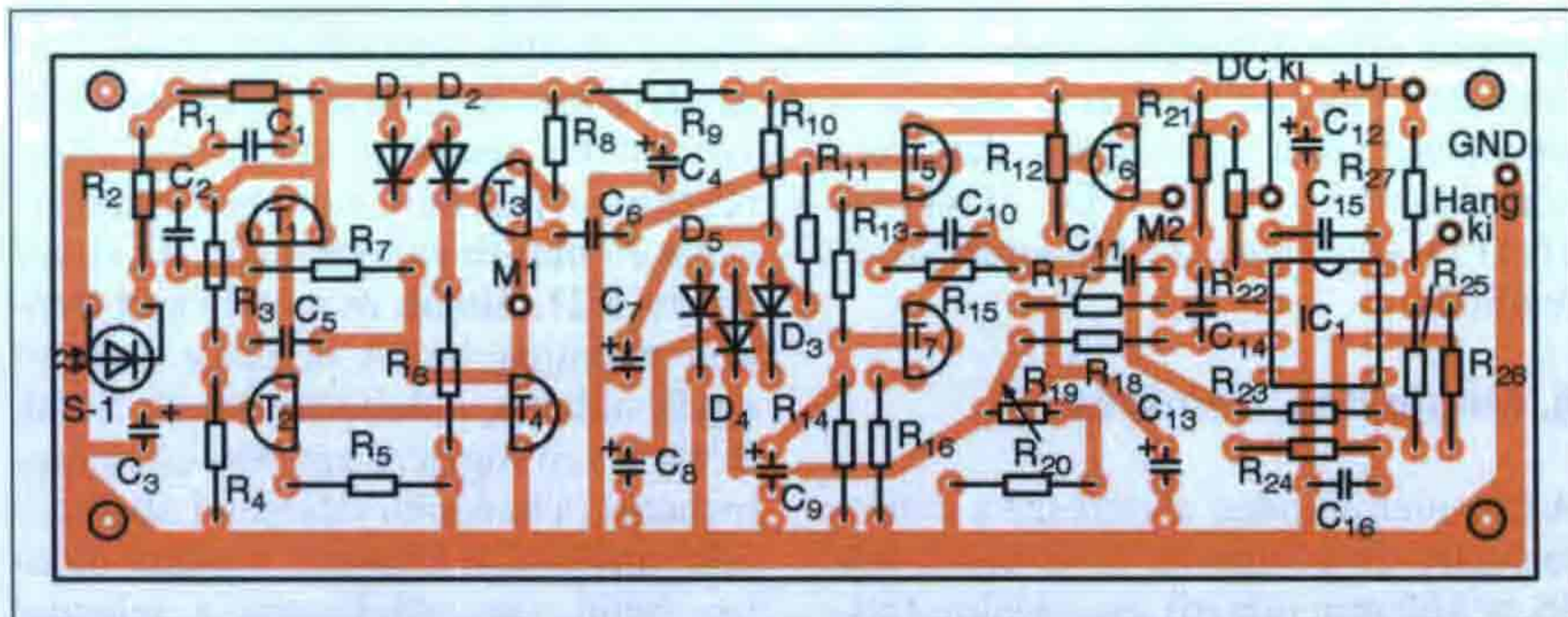
zése: a dózisegyenérték a megkötött dózis és a relatív biológiai hatékonyság szorzata. Mivel a különböző sugárzások biológiai károsító hatását jellemzi, ez az SI mértékegység sugárvédelmi számításoknál és méréseknél használatos.)

Az áramkörökben nagy valószínűséggel nincs elkötés vagy egyéb hiba, ha a nyugalmi áramfelvétel 2 mA körül van, az előerősítő kimenetén (az M_1 mérőponton) kb. 3,5 V-ot, a főerősítő kimenetén (az M_2 mérőponton) kb. 1,3 V-ot mérünk.

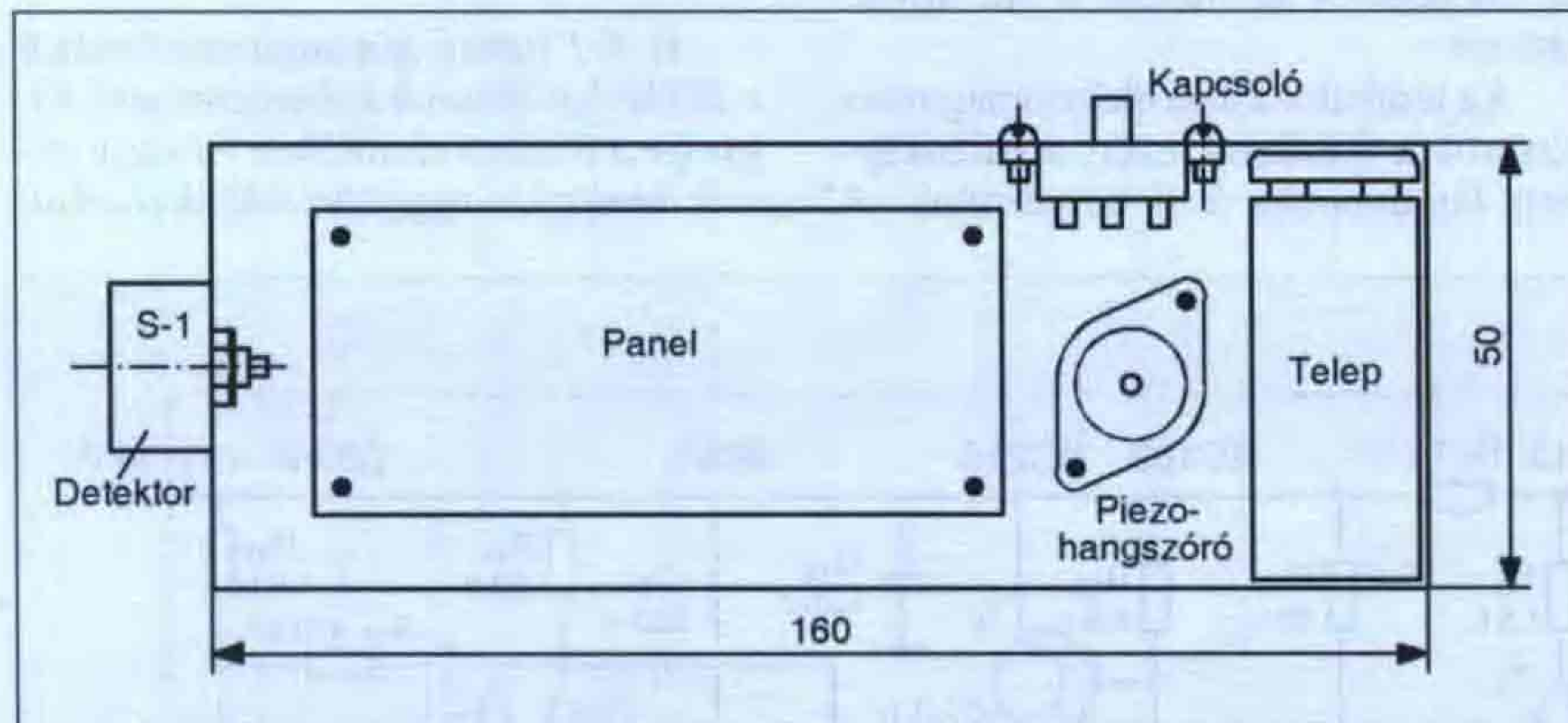
Csökkenő telepfeszültség melletti működőképességet úgy ellenőrizzük, hogy 5 V-ra leszabályozzuk a tápegységet; ebben a helyzetben az indikátornak még adnia kell hangjelzést.

Irodalom:

1. Nagy Lajos György: Radiokémia és izotóptechnika (Műegyetemi Kiadó, 1997.)
2. Alapfokú sugárvédelmi ismeretek (Tanfolyami anyag)
3. Deme Sándor: Félvezető detektorok magsugárzás mérésére (MK, 1968.)
4. Pálincás Tibor: Világszínvonalú gyorsulásérzékelő a HAM-bazárból (Rádiótechnika 1999/9., 429. o.)
5. Simoncsics László: Műveleti erősítő – házilag (Hobby Elektronika, 2002/3., 84. o.)
6. Sipos Gyula: Integrált áramkörös elektronika, Komparátorok 2. (Rádiótechnika 1976/1., 5. o.)
7. Frederiksen: LM 139... Quad Comparators (National Semiconductor, Linear Applications Handbook)



20. ábra



21. ábra

A bemérést célszerű a fémdobozba beépített készüléken vagy más módon létrehozott árnyékolt körülmények között végezni. A 9 V-os tápfeszültséget szabályozható DC-tápról adjuk. A diszkriminációs szintet R_{19} potméterrel úgy állítjuk, hogy háttérsugárzásnál kb. 5 hangjelzést adjon 100 s alatt. A *statistikus ingadozás* miatt ez az érték többnyire 2 és 8 között ingadozik, ezért

legalább 5 mérést végezzünk! R_{19} állítására a továbbiakban csak detektorcse-re esetén van szükség. Megjegyezzük, hogy az 5 beütés/s az adott érzékelőnél kb. 100 μ Sv (mikrosievert) dózisegyenértéknek felel meg. Mivel a detektor karakterisztikája széles tartományban lineárisnak tekinthető, a dupla beütésszám kétszeres dózisegyenértéket jelent stb. (A szerkesztő megjegy-





ELEKTRONIKAI MŰSZEREK

Labor, üzemi, szerviz, oktatási és hobby célokra

ASZTALI ÉS KÉZI FREKVENCIA MÉRŐK
SPEKTRUMANALIZÁTOROK
FUNKCIÓGENERÁTOROK
OSZCILLOSKÓPOK, MÉRŐFEJEK
LABORTÁPEGYSÉGEK
RF JELSZINTMÉRŐK



Oktatási intézményeknek műszereink árából engedményt adunk!

NAGYFREKVENCIÁS CSATLAKOZÓK

RÁDIÓFREKVENCIÁS ESZKÖZÖK 434 MHz, 868 MHz,
2,4 GHz és 5,8 GHz



CCTV RENDSZEREK, TARTOZÉKOK, OBJEKTÍVEK,
VIDEÓJEL FELDOLGOZÓ ÉS ÁTVITELI ESZKÖZÖK,
KÜL ÉS BELTÉRI KAMERAMOZGATÓK,
P/T/Z VEZÉRLŐK, TFT LCD MONITOROK



USB KAMERAMIKROSKÓPOK
ENDOSKÓPKAMERÁK
BÚVÁRKAMERA
AKKUMULÁTOROK
TÖLTŐK
DUGASZTÁPOK



*Előre egyeztetett időpontban a termékeket működés közben is megtekinthetik!
Termékeinkről bővebben: www.profittech.hu*

PROFITECH Kft. 1112 Budapest, Péterhegyi út 40. • Tel./fax: 310-3092, 310-1685 • H-P:8.00-16.00

Új év – tavalyi ár! RÁDIÓTECHNIKA »Árfelezős előfizető« akciónk 2009-re!

A 2009-re szóló »**ÁRFELEZŐS ELŐFIZETŐ**« akciónkban
Ön dönt, melyik kedvezményes lehetőséggel él!

1. LEHETŐSÉG: RÁDIÓTECHNIKA éves előfizetési díj **11.400 Ft** (12 x 950 Ft),
és fél áron, **1900 Ft** + postaköltségért küldünk majd Önnek
1 db 2010-es RT évkönyvet, 2009 novemberében.

2. LEHETŐSÉG: RÁDIÓTECHNIKA éves előfizetési díj **9.500 Ft**,
a normál 11.400 Ft helyett, azaz csak **10 db lap** árát kell kifizetnie.

Az »Árfelezős előfizető« akcióban most is lehetősége van
vagy **egyösszegben**, vagy **2 részletben** befizetni bármelyik fenti előfizetési díjat.

Rendeljen és küldjük a csekket! A csekket kérjük **OLVASHATÓAN** kitölteni!
Kérjük, jelezze, ha számlát is kér az előfizetésről.

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

**Jan. 31-ig
érvényes!**

Ne várjon! Csak jól járhat, bármelyik lehetőséggel él!



A vezetékes rádió

Balás B. Dénes távközlési technikus



Létezett a rádióknak egy különleges formája, amelynél a műsor vezetéken jutott el a hallgatókhoz. Látszólag ez a fából vaskarika tipikus esete. Ha rádió, akkor vezeték nélkül kell működjön, a hangokat a hallgatósághoz egy adóállomás sugárzás útján, „szétszórással” juttatja el. Ha viszont vezetéken megy, akkor nem rádió, hanem, mint Magyarországon is nevezték, „Telefonhírmondó”.

A rádió-műsorszórás kezdeti éveiben, 1920 és 1940 között, több problémával küzdött az új szolgáltatás. Gyengék voltak az adóberendezések, általában néhány kilowatt teljesítményűek, és az adóállomástól távolabb már nem lehetett kielégítően hallani az adást. A detektoros vevők kivételével drágák voltak a vevőkészülékek és még drágábbak a hozzá szükséges elemek, akkumulátorok. Azokon a vidékeken, ahol még nem volt hálózati villamosáram szolgáltatás, a rádió nehezen tudott elterjedni. További problémát jelentettek a hosszú- és középhullámú sávban (különösen nyáron jelentkező) légköri zavarok, melyek sokszor élvezhetetlenné tették a zenei előadások vételét. Az óriási érdeklődés kielégítésére és a jelentkező kezdeti problémák áthidalására hozták létre a vezetékes műsorszolgáltatást.

Országoként és társadalmi rétegenként más és más volt az igény a vezetékes műsorszolgáltatással szemben. A tehetősebb előfizetők elsősorban a zavarmentes vételt igényelték, míg a szegényebbek a villamos hálózattól független, olcsón megvásárolható műsorszolgáltatást keresték.

A vezetékes rádióhálózatokat többféle műszaki megoldással létesítették. A legegyszerűbb az alacsonyfrekvenciás (hangfrekvenciás) átvitel volt. Ennél közvetlenül a stúdióból vagy egy központi vevőkészületről vették az adóállomás hanganyagát és erősítés után, 50–100 V feszültséggel a vezetékhalozaton szétszórták. Minden előfizető kapott egy hangszórót, kikapcsoló és hangerőszabályozó szerelvényel, amely

általában kellemes szobahangerőt biztosított. Ennek módosított változatánál három párhuzamos vezetékpár ment az előfizetőkhöz, három különböző műsossal. Az előfizető egy átkapcsoló segítségével választhatott műsört.

Ahol kiterjedt telefonhálózat létezett, megoldották azt, hogy a telefonvonalon ment a rádióműsor és telefonáláskor a rádióhang lekapcsolódott. Ez főleg a nyugat-európai országokban terjedt el, mert ott a telefon eléggé mindennapos eszköze volt a háztartásoknak.

Legbonyolultabb az ún. vivőfrekvenciás rendszer volt. Telefonvonalon, 250 kHz frekvenciára több hanganyagot ültettek, melyet a vevőnél lehetett szétválasztani. Ez a módszer azonban bonyolultsága miatt általánosan nem terjedt el.

Magyarországon elsősorban a vidék szegénysége igényelt volna valamilyen olcsó rádióhallgatási megoldást, de a szétszórt hálózat építésére nem volt elegendő pénze sem az államnak, sem a magántőkének. A Posta, a rádióelőfizetők számának növelésében volt érdekelt. A telefon pedig még a városokat is gyéren hálózta be, nem egy helyen kézi kapcsolású központokon keresztül.

1936-ban Zelenka László, az ismert magyar villamosmérnök, fél éves tanulmányúton járt Hollandiában, ahol többek között az ottani vezetékes rádióval is megismerkedett. Hollandiában úgy oldották meg a műsor szétszórását, hogy a telefonvezetékekre állandó jelleggel a rádióműsor volt rákapcsolva. Ha viszont telefonálni akart az előfizető vagy őt hívták, akkor a rádióműsor automatikusan lekapcsolódott a telefonvonalról. Zelenka mérnök hazatérése után közreadta tapasztalatait, de közlése érdektelenségbe fulladt.

A holland példa Magyarország telefonviszonyai mellett aligha jelentett megoldást. Maradt a lassú fejlődés és Budapesten a Telefonhírmondó, egészen 1941-ig. Néhány szomszédos országban azonban a vezetékes rádió je-

lentős fejlődése követhető nyomon, tízezrek kapcsolódtak be a vezetékes műsorszórásba.

Németország

Németországban 1923. október 23-án hangzott el a jól ismert bemondás: „Figyelem! Figyelem! Itt Berlin adóállomása a Voxhausból, a 400 méteren. Hölgyeim és uraim, a mai napon drótnélküli telefon útján megkezdjük közleményekből és zenéből álló rádiószórakoztató szolgálatunkat. A használat engedélyköteles...” Ezzel egy számos résztvevővel bíró drótnélküli médium jött létre.

A kezdeti évben kevés adó volt országszerte, mégis sok zavar adódott a közvetítésekben. Ezt a helyzetet még sokan ismerik a televíziózás kezdeti éveiből. Ilyen körülmények között született a gondolat a rádióműsor vezetékes hálózaton történő terjesztésére, a rádióintézmény által végzett kábelbetáplálással. A rádióműsört vagy közvetlenül kisfrekvenciás (hangfrekvenciás) jellel kellett a vezetékhalozatba táplálni (Nieder Frekvenz-Drahtfunk, NF-Drahtfunk) vagy egy nagyfrekvenciás adó modulált jelével táplálták a hálózatot. (Hoch Frekvenz-Drahtfunk, HF-Drahtfunk).

Miként mondják, a „Drahtfunk” vezetékhez kötött rádióműsor szétszórás nem volt igazi rádió, de a hallgatókhoz művészetet, dalokat és természetesen propagandát közvetített. A hálózati műsorszolgáltatásnál az áramellátás a távbeszélő vezetékeken ment, mely végül is különösen megfelelő.

Az első HF-Drahtfunk kísérlet

Miután az I. világháború alatt a nagyfrekvenciás technika nagyon előrehaladt, megalapozott lett a híradó szolgálat. Így hirtelen nagy gyakorlati jelentőséget nyert a nagyfeszültségű vezetékeken folytatott telefonálás és az ehhez közeli eljárás, a rádióműsorok terjesztése.

Bild 3: Einspeisung des Rundfunkprogramms in das Telefonnetz [3]

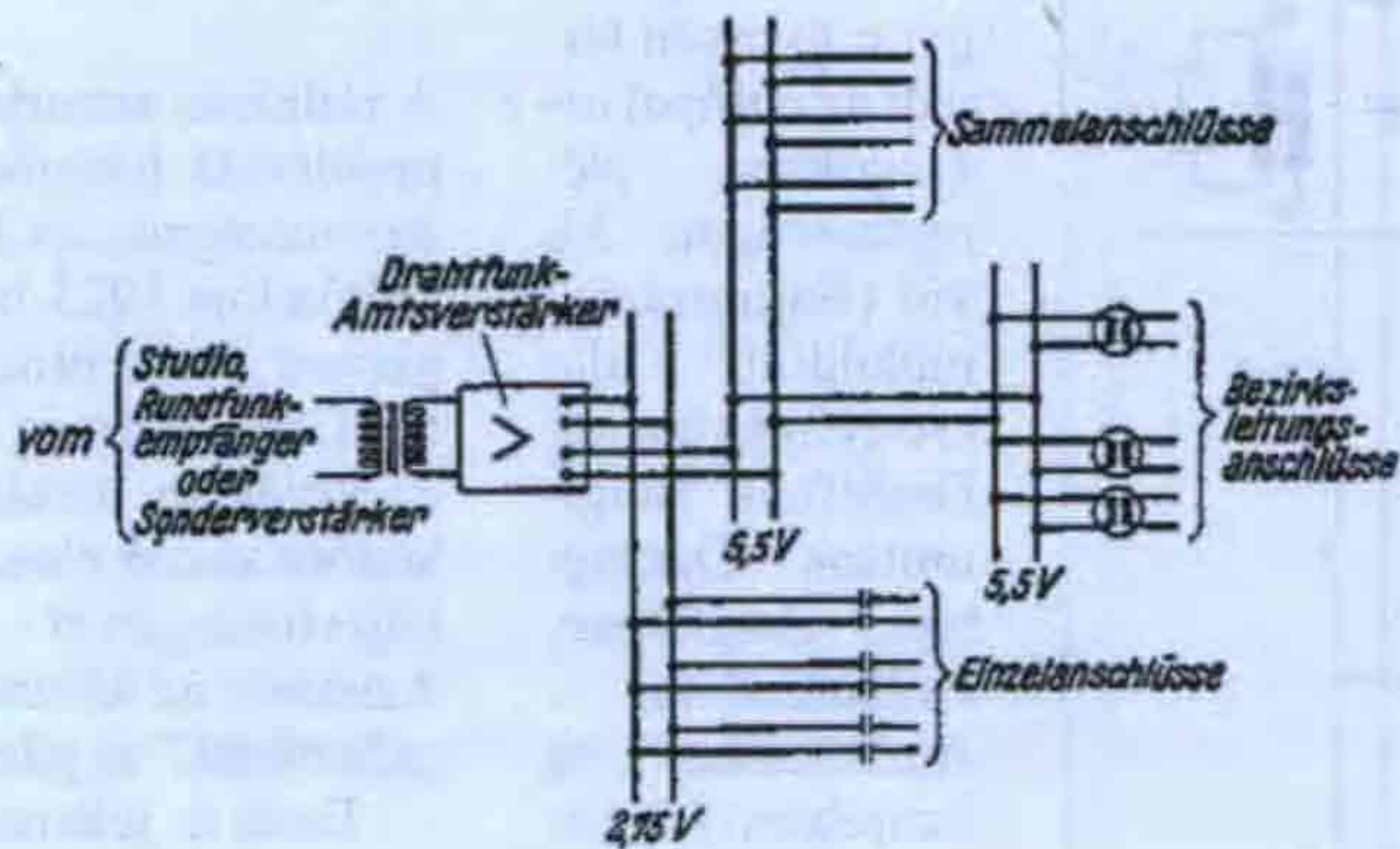


Bild 4: Aufbau eines Einzelanschlusses [3]

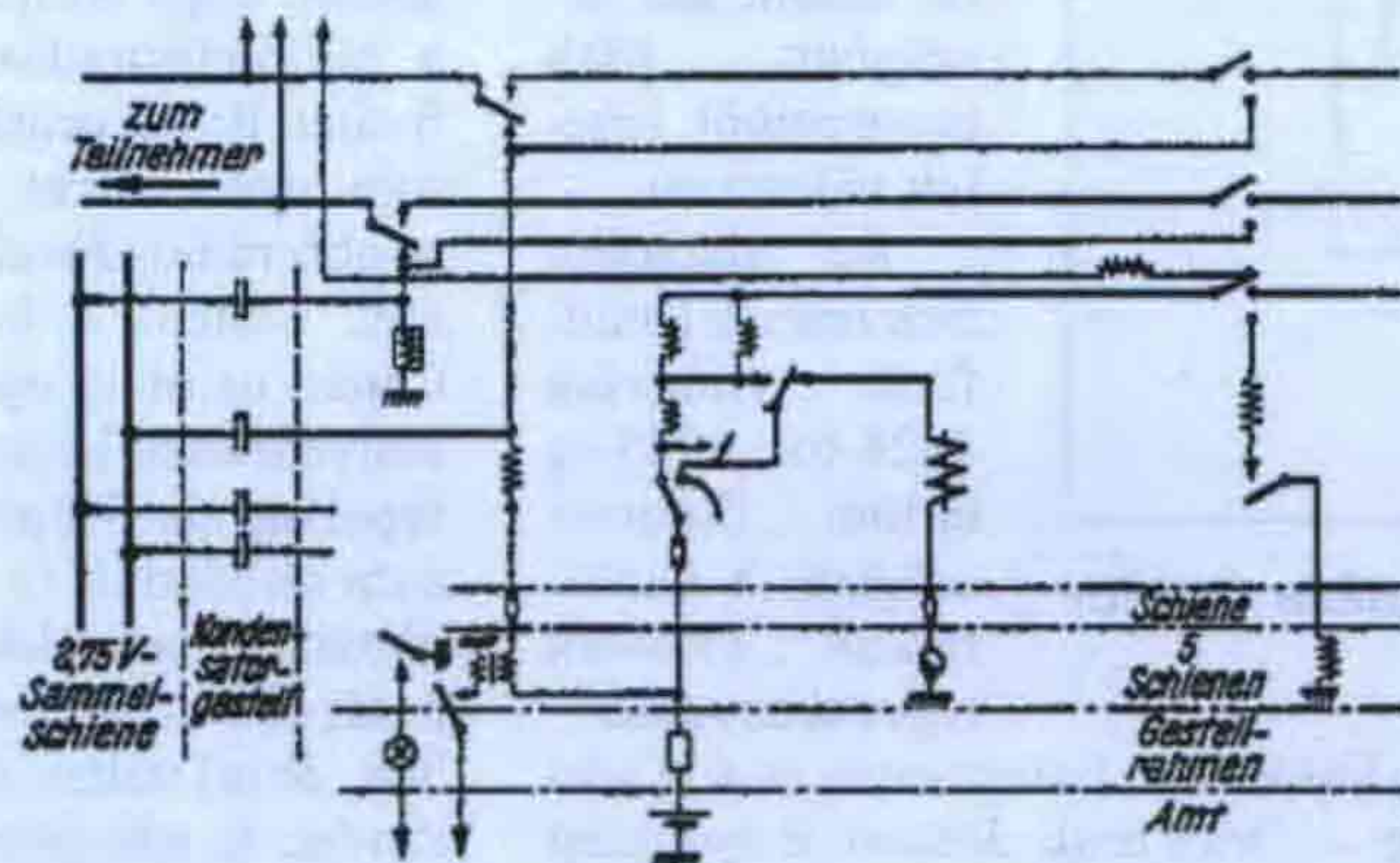
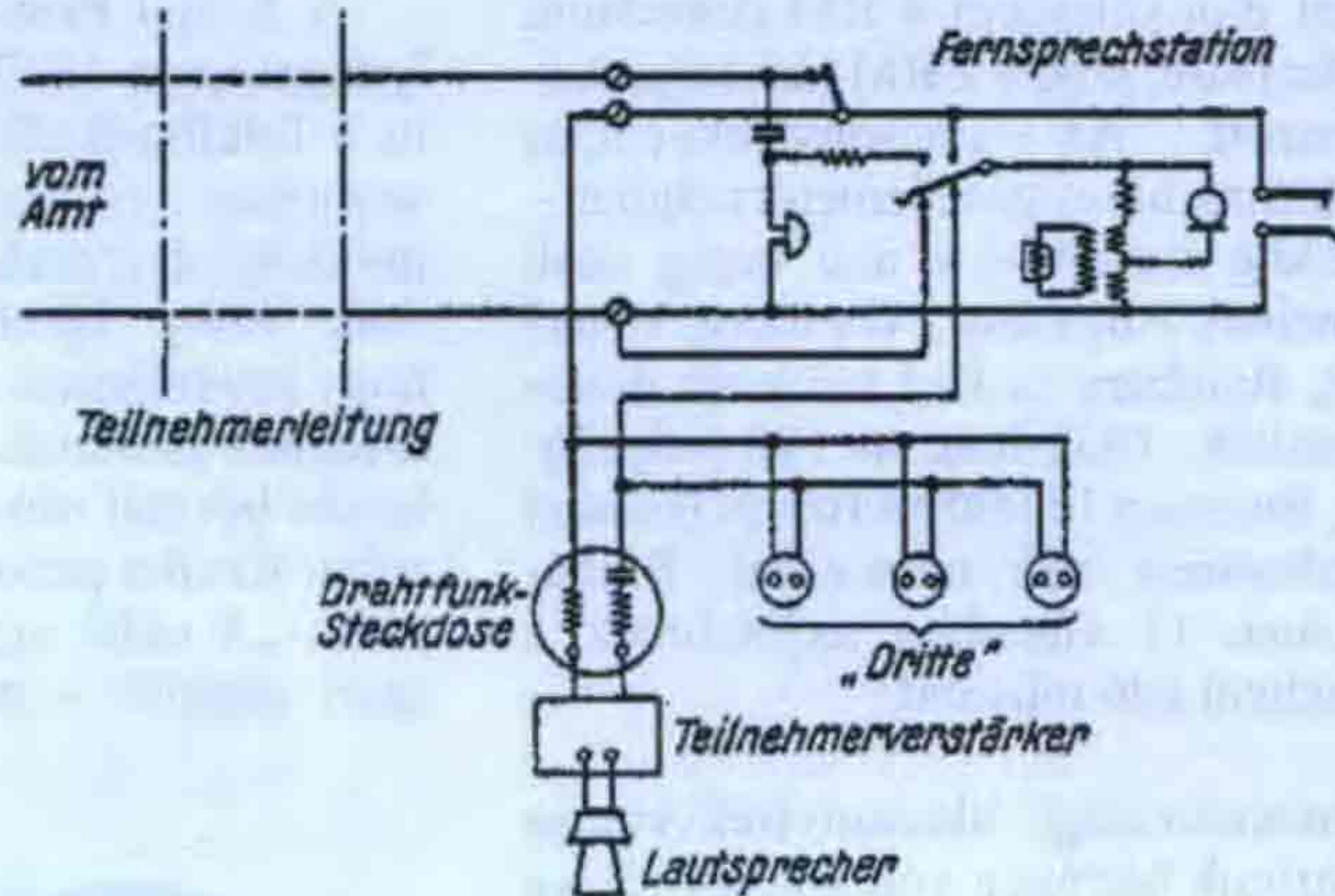


Bild 5: Teilnehmeranschluss [3]



1. ábra. Az NF-Drahtfunk hálózatra juttatása (fent), egyéni előfizetői csatlakozás (középen), egy kombinált telefon/rádió csatlakozás (lent)

Dr. Prinz Reuss 1925-ben a Telefunkennel közösen és a Német Birodalmi Posta hozzájárulásával (DRP) létrehozta az Altenburg Vidéki Erőmű területén az úgynevezett „Elektromos Művek Rádió”-t. Az elektromos ellátó hálózatot használta, az árammal együtt a rádió is házhoz jött. Egy 200 W-os adó a Rositzi Elektromos Erőműben kábelre modulálta a Lipcse-i rádióadó programját, 6000 méter (50 kHz) hullámhosszon, egy nagyfeszültségű védő kondenzátoron át, a 15 kV-os hálózatba, miközben természetesen minden le-

választó kapcsolónál áthidaló kondenzátort kellett felszerelni.

Kétszeres transzformáció után az 50 kHz együtt jelent meg a 110 V-os hálózati feszültséggel. Vételre egy állandóan 6000 m-re hangolt detektoros vevőkészülék szolgált, az antennavezeték egy leválasztó kondenzátoron keresztül a 110 V-os dugóhoz csatlakozott.

A berendezés mintegy egy évig maradt üzemben, a Lipcse-i adó teljesítményének 10 kW-ra emeléséig. Ezután vezeték nélkül is mindenütt jó vételhez

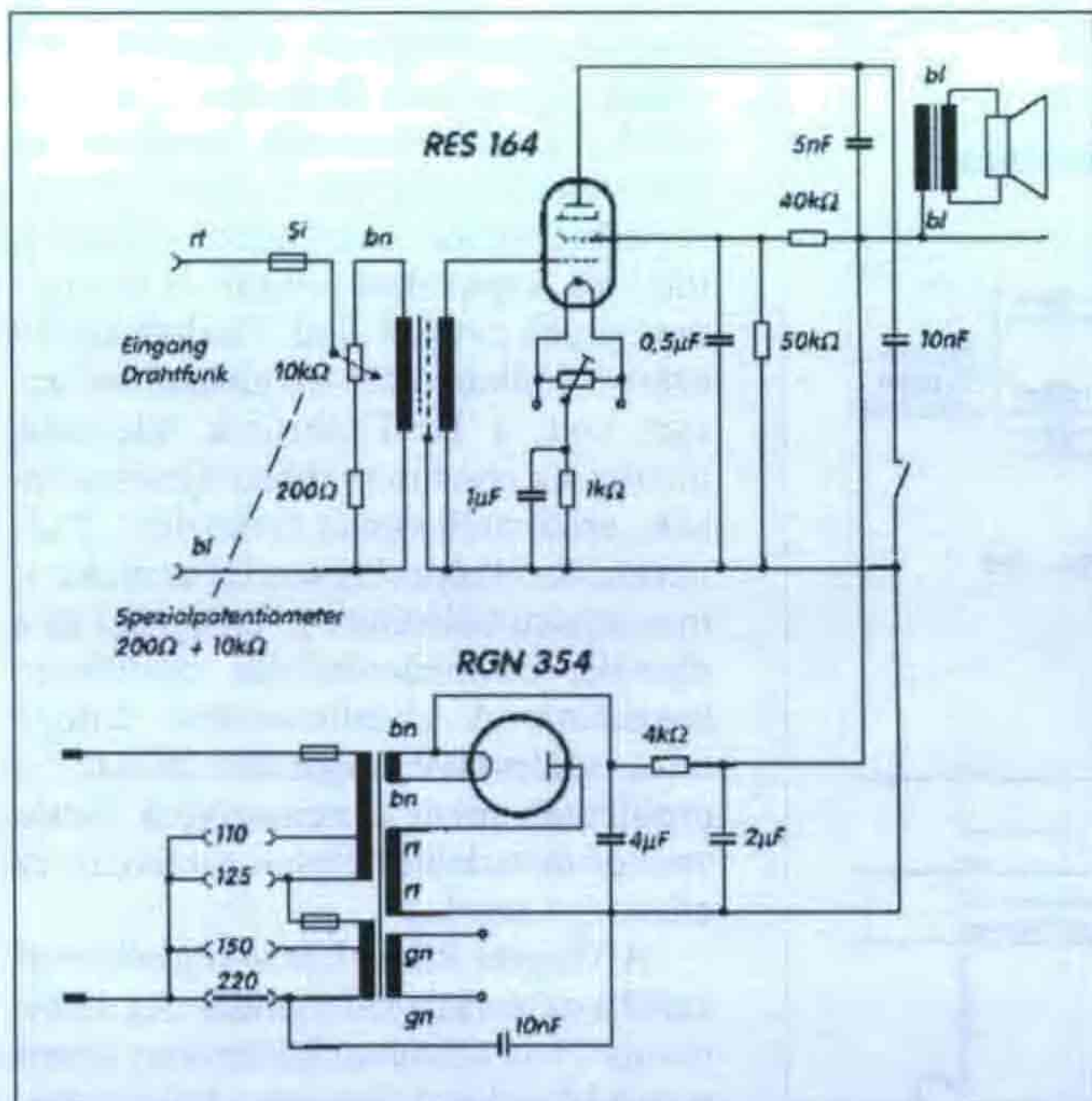
jutottak, úgy hogy az előfizetők nem voltak hajlandók a Drahtfunk díjat kifizetni. A nagyfrekvenciás Drahtfunk az áramelosztó hálózaton ráadásul zavarási problémákkal küszködött, szikrafeltöltődés, kapcsolási szikrák és elektromos gépek zavarai által. Többek között ezért a rádióélvezet meglehetősen zavart volt, a HF-Drahtfunk feledésbe ment. (Az elvet ma többen újraélesztették „erőátviteli vonali távközlés”, PLC néven. Az elképzelés szerint az elektromos elosztóhálózatot az erőátvitel és a digitális információközlés együttesen használná. A kivédhetetlenül fellépő erős, szélessávú sugárzási/zavartatási problémák miatt a nemzetközi rádióamatőr-társadalom élesen tiltakozik ez ellen. – A szerk.)

A Magyar Rádió Újság foglalkozott ezzel a műsorközlési móddal. Az 1924. június 21-ei számban közlemény jelent meg a következő címmel: „Villanyvilágítási vezetéken továbbított telefonhírmondó”. A közlemény szerint Hermann Blaske frankfurti mérnök szabadalmazott eljárásával a központi erőműben felállított 10–20 W teljesítményű adókészülékkel, magas frekvenciájú hullámokkal, 25 km sugarú körben a villanyvezetéken továbbítható a műsor. A vétel Telefunken gyártású detektoros vevőkészülékkel történt.

NF-Drahtfunk

Hosszabb ideig működött az egykori alacsonyfrekvenciás távbeszélő-hálózati műsorközlés, melynél a rendelkezésre álló erősítőkkel, nagyon alacsony költséggel, magas minőségű közvetítést tudtak realizálni.

Az NF-Drahtfunk telefonhálózatba való betáplálásának elvi felépítését az 1. ábra mutatja. A rádióműsor (hangfrekvenciás moduláló jel) kábelben érkezett a stúdióból egy erősítő helyiségbe, vagy egy helyi rádióerősítő közvetítette a távközlő körzetbe. A közvetítőnél egy „Drahtfunk erősítő” végezte a galvanikus leválasztást, két gyűjtőcsatlakozás) vagy a gépi kapcsolású központon keresztül az előfizetőkhez jutott. Előre látóan a telefonelőfizetőknek kiépítették az egyéni csatlakozás lehetőségét. 20–50 szomszédos hallgató részére gyűjtő csatlakozás szolgált, és képes volt egy egész háztömböt ellátni. Gyűjtővezetéknek a távbeszélőkábelben levő szabad ereket használták. Az előfizetői készülékek csatlakoztatására



2. ábra. NF-Drahtfunk vevőkészülék kapcsolása (egyfokozatú hangerősítő)

külön „Draht rádió előfizetői dugaszt” szereltek, amely tartalmazott két ellenállást a túlzott energiavételezés megakadályozására.

A telefonkészülék villaátkapcsolója (magyar szaknyelvben a kézibeszélő automata váltója) telefonálásnál megszakította a műsorvételt. A Draht radio-csatlakozóban levő elválasztó kondenzátor megakadályozta a hurokzárlatot a bemenő transzformátoron és ezzel a központ hívómű (híváskereső) üzembelépését a Draht radio-vevő csatlakoztatásánál. A közvetítés vevőoldali berendezései (2. és 3. ábra) egyszerű hangfrekvenciás erősítők, egy vagy két erősítő fokozattal, közös házba építve a hangszóróval. A rendszer azonban lehetővé tette bármely rádióvevő készülék használatát, amely rendelkezett hangszedő (pick up) bemenettel. Sokszor azonban elegendő volt egy egyszerű fejhallgató. Egy feszültségosztóval lehetett a bemenő feszültséget illeszteni.

A torzításmentes frekvenciaátvitel 100 Hz-től 5000 Hz-ig terjedt. Összehasonlítva az akkori rádióminőséggel, ez egy nagyon jó érték volt. Mindenek előtt a hangszín változott kellemesebbre, mint a vezeték nélküli rádióé volt, mert a magasabb hangok csökkentek, nem hallatszott éles hang. Hiányoztak a rádiózavarok és mellékzörejek is, és a fading jelenség elmaradása nagyon kellemes érzés volt. A távbeszélő hálózattal közös Drahtfunk működtetéséhez nagyon csekély anyagi ráfordítás kel-

lett, 1924-ig nagyon gyorsan terjedt az európai országokban. Németországban kívül (Bajorország) működött alacsonyfrekvenciás Drahtfunk Belgiumban, Danzigban, Angliában, Hollandiában, Ausztriában és Svájcban, köztük ez utóbbi két országban több programból lehetett választani. Az alacsonyfrekvenciás Drahtfunk virágzása 1928-tól 1935-ig tartott. Bajorországban a Drahtfunkot 1924-től (operaközvetítések) különösen fejlesztették és a Hochburg – Drahtfunk adásait helyenként 1945-ig hallgatták. A Drahtfunk előfizetési díja (illetéke) 4 RM (birodalmi márka) volt, amely 2 RM rádiódíjat tartalmazott. Az alacsonyfrekvenciás Drahtfunk hálózatot Németországban – ameddig ismert – a mai napig csak München, Augsburg, Nürnberg, Würzburg, Bamberg és Hof területén dokumentálták. 1932-ben, itt 148 helységben, összesen 17 000 előfizetőt láttak el a müncheni adó műsorával. Rajna-pfalzban 11 városban terjesztették a müncheni adó műsorát.

A németországi alacsonyfrekvenciás Drahtfunk hátránya volt a kötöttség az egyetlen műsorhoz és a műsor megszakítása minden telefonálás alkalmával. Mialatt a programok változatosságának hiányában hátrányt éreztek az előfizetők, ugyanakkor a telefonálás miatti megszakításokra érdekes módon nem panaszkodtak. A nagyfrekvenciás Drahtfunkkal mindkét probléma megoldódott, ez több programot nyújtott és lehetővé tette a műsorhallgatással egyidejűleg a telefonálást is.

Németországban a háború után a még megmaradt nagyfrekvenciás Drahtfunk hálózaton, az amerikai szektorban, 1946. február 7-én „Drahtfunk im Amerikanischen Sektor” (DIAS) név alatt vezeték-rádió szolgáltatás kezdett üzemelni. A berendezés 245 kHz-en dolgozott és 1966 szeptemberéig volt üzemben.

Svájc

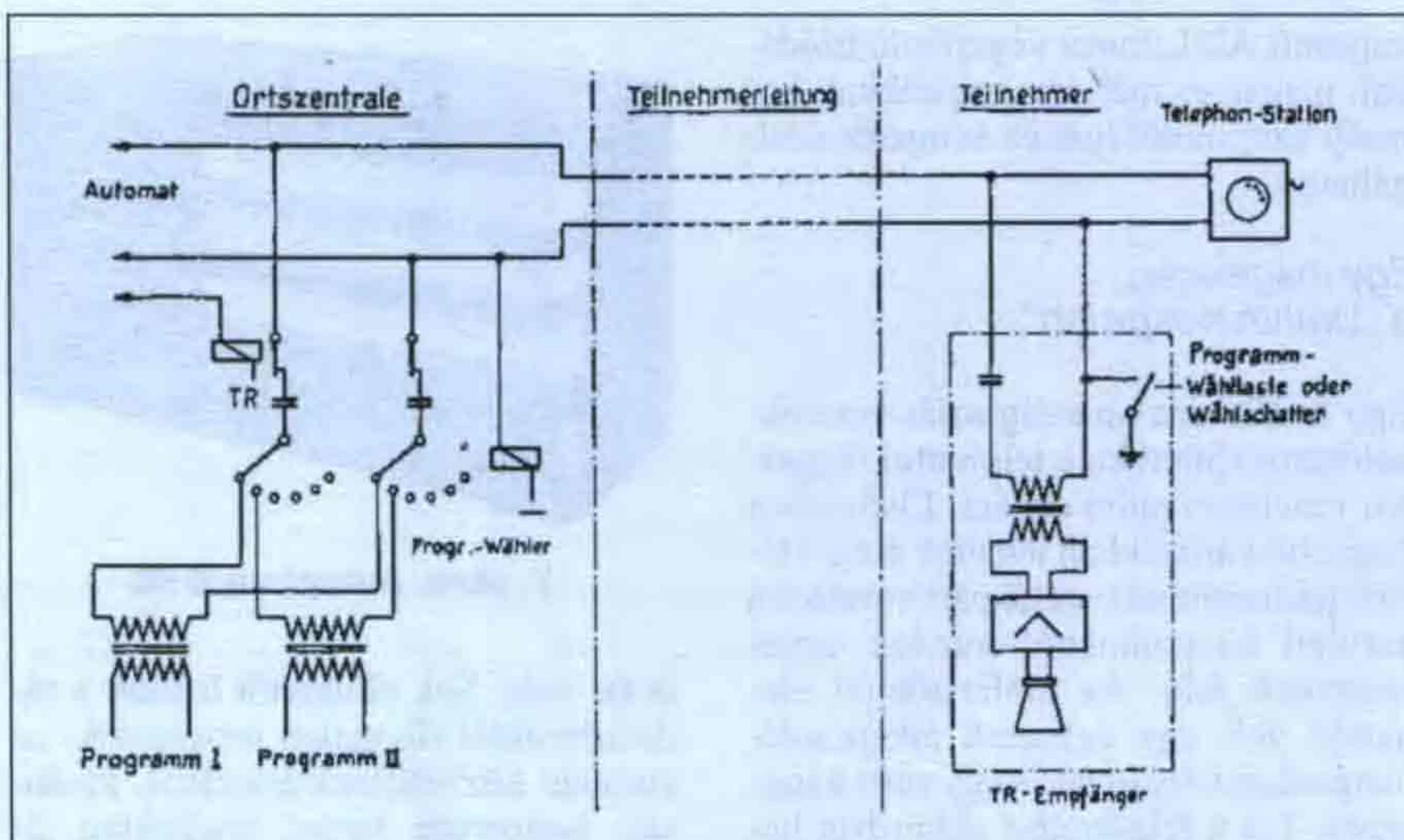
A rádiózás kezdetén Svájcban a vételi problémák hasonlóak voltak, mint Németországban. A Lausanne-i repülőtér rádióadója 1923-ban kísérleti adást sugárzott, zenei programmal. Azután jöttek Genf, Bern és Bazel adói, még hozzá kiválóan tisztán, a 200–600 méter közötti sávon elosztva. Zürich az 1 kW teljesítményével erősnek számított. Azonban az állomások szaporodásával „ellenfelek” is jelentek:

Ezek a jelenségek közrejátszottak abban, hogy Svájcban is szabályozzák a rádióműsoradást. Megalapították a Svájci Rundspruch Társaságot, a három nyelvkörzet részére, három nagyobb rádióadóval: Beromünster a német, Sottens a francia, végül Monte Ceneri az olasz nyelvterületre. Svájcot kényelmesen lehetett hallani egész Európában, de Svájcban a hegyek között nem mindenütt és nem mindig. Zavart okozott a sok elektromos berendezés, például a villamosított vasutak Talernben, de ott voltak az Alpok észak és dél között, és akadályozták a középhullámú vételt. Ez ellen kellett valamit tenni.

A Svájci Posta Táviró és Telefon Igazgatósága (PTT) 1931-ben vezette be a Telefon-Rádiót. A vétel a telefonvezetéken zavarmentes volt és a hangminőség észrevehetően jobb. Sokan csak azért béreltek telefonvonalat, hogy zavarmentes rádióhallgatási lehetőséghez jussanak. A PTT viszont jelentős bevétel növekedést tudott realizálni. Kritika persze így is érte a rendszert: „A rádió egy programmal, nem igazi rádió!” – mondták. A Telefon



3. ábra. NF-Drahtfunk vevő



4. ábra. Programválasztási lehetőség az előfizetőtől

Rundspruch – így nevezik most – járta a maga útját. 1932 után nem sokára két, majd 1938-tól a Monte Cenerit is közvetítve, három programot adott. 1952-ben már öt programból válogathattak az előfizetők. Végül a kiépítést 1958-ban fejezték be, hat program lehetőségével.

A Telefon Rundspruch általában az országos műsort közvetítette, és az ezzel együtt járó nappali és éjszakai adás-szüneteket külföldi programokkal töltötték ki. A többféle program hálózatra adására szolgált az erősítő központ és a kapcsoló berendezés. A központ feladata volt a programok pontos közvetítése, ami viszont nem mindig sikerült.

A II. világháború alatt a programátvétel politikailag messzemenően közömbös maradt, a híreket leadták, azonban a kommentárokat nem. A londoni BBC hírei sok hallgatónak ugyanolyan fontosak voltak, mint a Svájci Távirati Iroda déli hírei az országos adón. A BBC adását rádióon vették át és a TR-hálózatba az adással együtt a német zavaróadás is átjött. A programátvételt nagyon komolyan vették, a műsorfüzetben előre közölték az átvenni szánt műsorokat és az átvételi rendet megbízhatóan betartották. Az erősítőközpont feladata volt, hogy műsor-könyv szerint adja a különféle programokat; ha mégis eltérés volt, azt gondosan feljegyezték.

A háború után békésebb lett a TR, a BBC zavarása megszűnt, és rendszeresen vettek át programokat a francia ORTF és az osztrák ORF műsoraiból, Németországból pedig az amerikai és a francia zónákban működő műsoradóktól.

Közvetítés-technika

A vezeték elejére, a telefonközpontban, kb. 10 mW-nak kellett érkeznie előfizetőnként, ezért a nagy központokhoz 3 W-os, 20 W-os és ritkábban 60 W-os erősítők voltak szükségesek. Az előfizetői vonal végén a kb. 1 mW-os szint közvetlen fejhallgató vételt tett lehetővé.

Kezdetben csak egy program volt vehető. Ahhoz, hogy több program közül lehessen választani, az előfizetői készülékbe egy programválasztó kapcsolót kellett beépíteni. Ezt az átalakítást részben a PTT, részben magániparosok végezték el.

A 4. ábra mutatja a kapcsolási vázlatot. A központban egy szokásos, 12 lépéses forgókapcsolót (markergépet) alkalmaztak, amelynél csak minden második érintkező volt a programok által lefoglalva, tehát legfeljebb hat program választására volt lehetőség. A választógépet az előfizetőtől impulzus módszerrel lehetett vezérelni, egyszerű vevőkészülékben egy ún. impulzuskapcsolóval. Ez eleinte nyomógombkapcsoló volt, majd a későbbiekben számtárcsát építettek be a készülékekbe (5. ábra).

A számtárcsa megoldotta az együttfutás feladatát: pl. a 6. impulzuslépésnél (a 6-os szám tárcsázásánál) jött a 6. program. Az impulzus érintkező a vevőből adott egy földimpulzust a telefonvonal „b-ág”-ra és így vezérelte a programválasztót.

A TR (Telefon Rundspruch) relék telefonbeszélgetés esetén elválasztották a rádióhangot az előfizetőtől. A TR berendezés kimenetén alkalmazott kondenzátor a zárlatvédelmet szolgálta.



5. ábra. Vezetékes rádióvevő programválasztó számtárcsával

Ez a technika az alacsonyfrekvenciás vezetékesrádió technikája volt, azonban egy jelentős hátránya létezett és ez egyben rendszerfeltétel volt: nem volt szabad a készülékeket kihangosított beszélgetésre használni. Még hirdetésekben is közreadták ezt a feltételt. Nyilvános helyiségekben (pl. étterem) egy külön kikapcsoló relével választották el a telefonfülke vonalát a vevőkészüléktől. Így a fülkéből a hang nem ment ki az étterembe. Kórházakban minden program külön vonalon ment a TR háziközpontból a betegágyhoz, ezért ott egy programválasztó kapcsolót és egy hallgatópárnát kellett a betegnek kezelni.

A vevőkészülékek

Egy alacsonyfrekvenciás vezetékesrádió (NF-TR) vevőkészülék elvben egy erősítőtől áll, hangszóróval és programválasztó (nyomógomb) kapcsolóval. Egy kapcsoló-közvetítő egység szolgált a telefonkészülék galvanikus elválasztására.

1938-ig csak a PTT-n keresztül lehetett TR vevőkészülékhez hozzájutni. Ez az intézkedés a válság éveitől, a hazai ipar védelmét szolgálta. 1935-ben már számosan dolgoztak a svájci rádióiparban, mely kínált normál rádiókészüléket is, egybeépítve NF-TR kiegészítővel. Később a TR-t is lehetett használni minden olyan rádiókészülékben, amelyen lemezjátszó bemenet volt, egy kis kiegészítő előtéttel. Ezek a „Radiofil” nevű előtétek egy állomásnév mutató programválasztót és egy kívülről nem hozzáférhető potenciométert tartalmaztak. A potenciométerrel határolták be az erősítést, megakadályozva idegen telefon-beszélgetések lehallgatását. A „Radiofil” készülék fej-



6. ábra. Svájci gyártmányú Autophon T 2S

hallgató vételt tett lehetővé például a magashegyi menedékházakban, ahol telefon volt, de villany még nem.

Az Autophon T 2S (6. ábra) egy jellegzetes, de olcsó vezetékesszérió vevőkészülék. Ennek ára 250 frank volt, az igényesebb kivitelű Autophon B 50-et (7. ábra) 280 frankért lehetett megvásárolni. Ennek nagyméretű állomáskálaja volt, teljesen úgy nézett ki, mint egy igazi asztali rádió. Kapcsolási rajza a 8. ábrán látható. A telefonhívást 25 Hz-es brumogás jelezte, melyet egy mélyhang kiemelő áramkör „figyelt”. A legdrágább változat 390 frankba került és két párhuzamosan

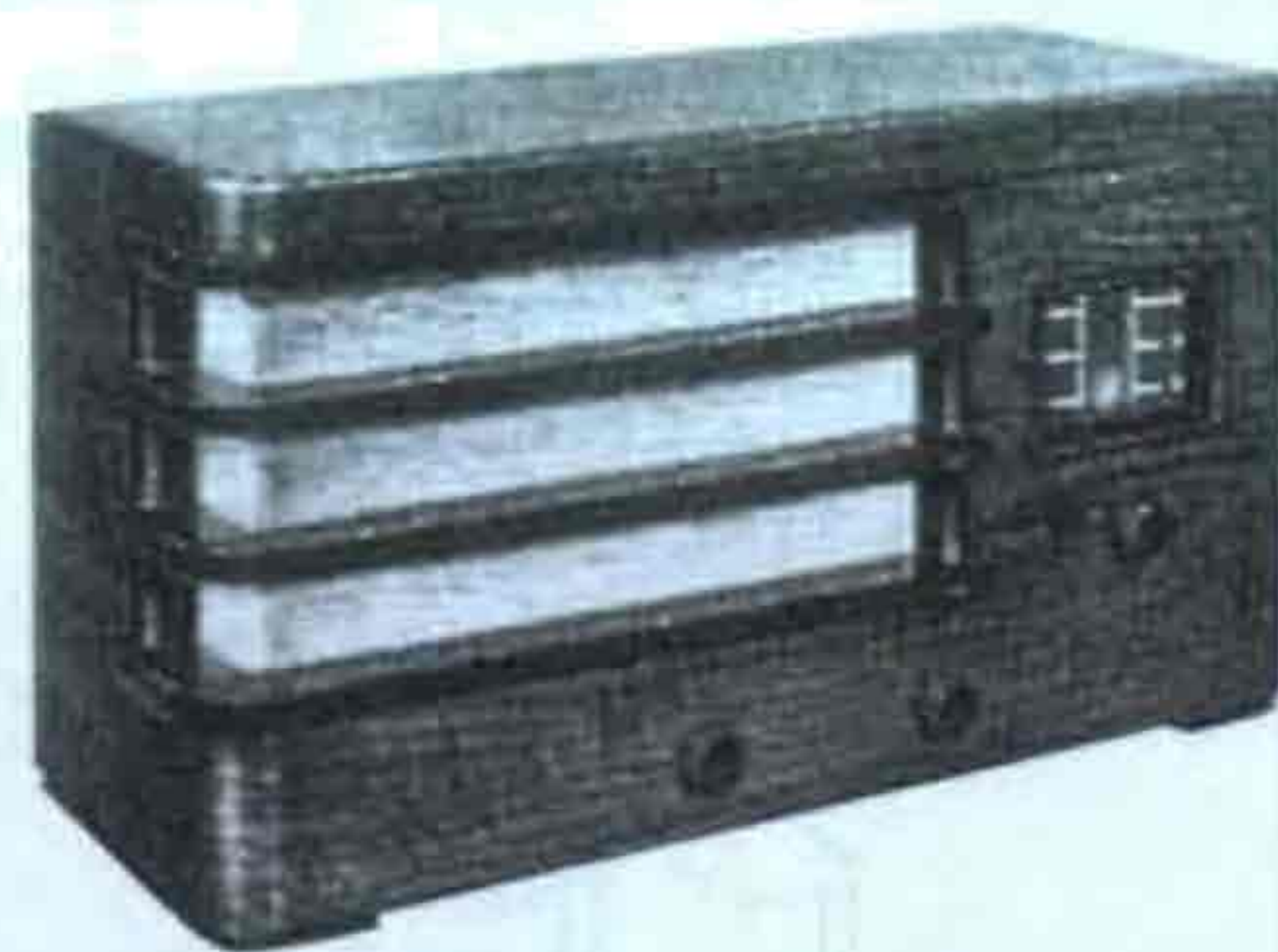
kapcsolt AD1 típusú végerősítő triódával, magas és mélyhangszórókkal, komoly hangminőséget és hangerőt szolgáltatott.

Egy magáncég, a „Drahtrundspruch”

Egy konkurens társaság saját vezeték-hálózatot épített ki, a telefontól független vezetékesszérió céljára. Elsősorban nagyobb városokban jelentek meg. Három párhuzamos vezetékpárt vezettek a kerületi központokból minden egyes résztvevő felé. Az előfizetőknél elegendő volt egy egyszerű átkapcsoló, hangerőszabályzóval és egy sima hangszóró. Ezt a felszerelést akkoriban hetenként 1,40 frankért (olcsón!) lehetett bérelni.

Az ezernyi előfizetőhöz szükséges teljesítményt az elosztó központokba építették. A nagy központoknak 3×1500 W teljesítményük volt és kiszolgáltak 10 000 előfizetőt. A hangfrekvenciát 50 V feszültséggel adták a vonalakra. A programok hallgatottságát egyszerűen lehetett vizsgálni a felvett teljesítmény mérésével.

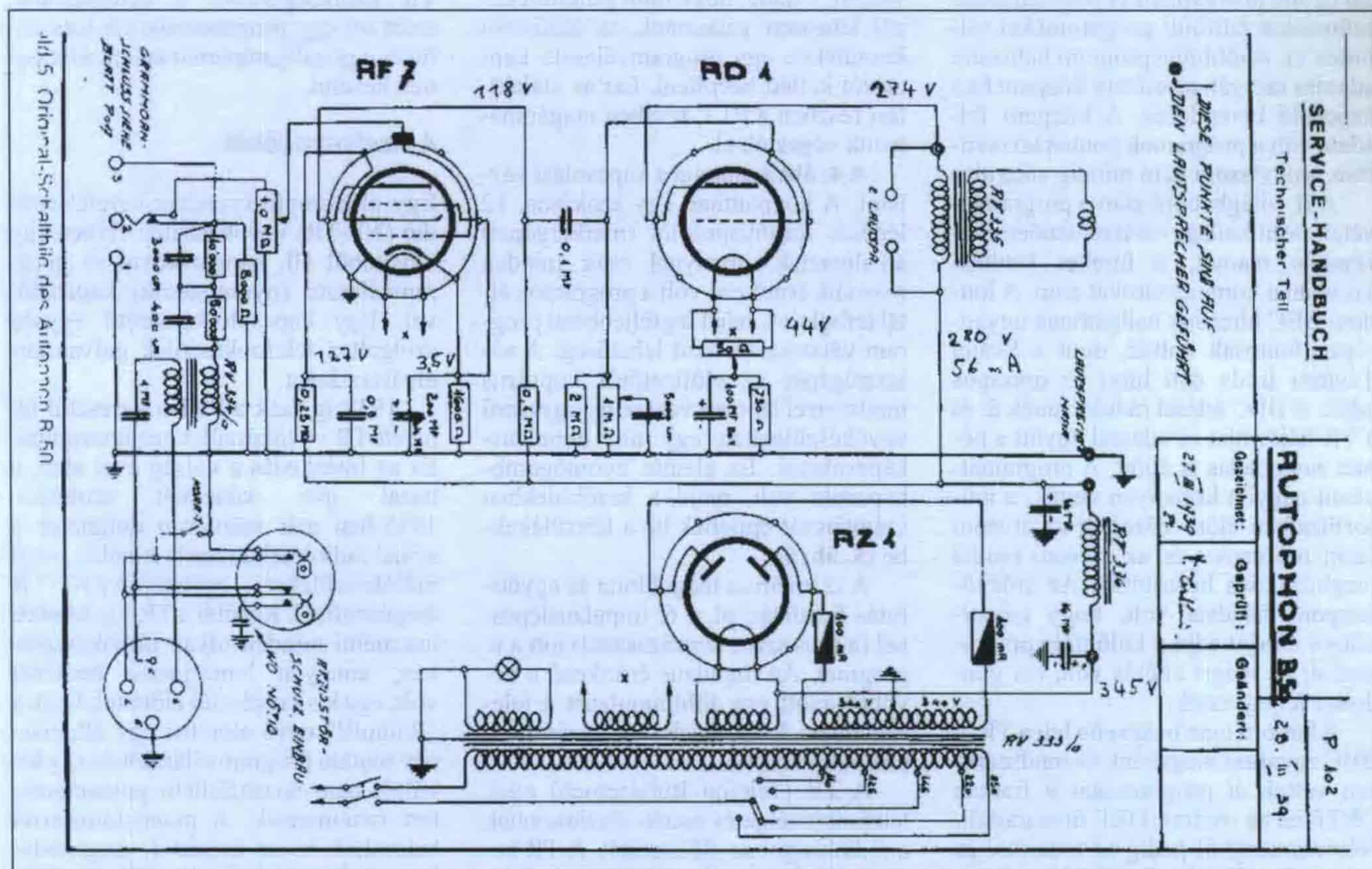
A magán műsoradás nem csak az új időkben jelent meg, a Drahtrundspruch



7. ábra. Autophon B 50

is élt vele. Sok előfizetőt hoztak a rádióadásoktól független programok: az éjszakai közvetítések Baseltől, kívánság koncertek egyes stúdiókból és program-átvételek külföldi rádiókból. Ellentétben a konkurenciával sok rádióprogramot vettek külföldről és adták rá a vezetékesszérióra.

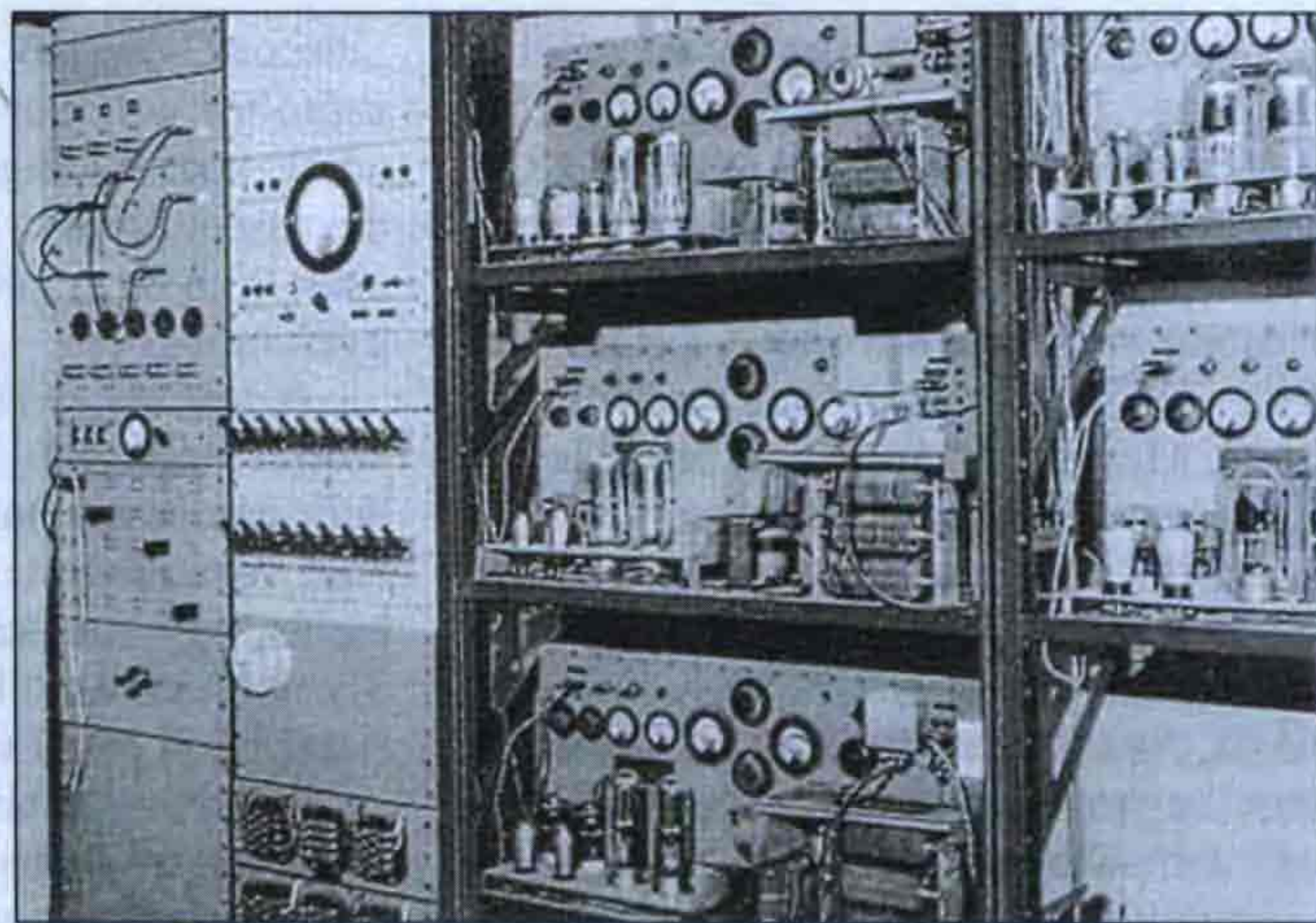
A cég végül a „Rediffusion” nevet vette fel, egy másik pedig a „Radibus” volt (9. ábra). Rediffusion előfizetők részére nyomtatott programot adtak ki. Például Zürichben a Hönggerbergen volt egy vevőállomás telepítve, ahol egy távirányított vevőberendezés vette az adásokat Németországból és Ausztriából. Hasonló berendezések voltak



8. ábra. Az Autophon B50 kapcsolása



9. ábra. Radibus stúdió Biel-Bienne-ben



10. ábra. Egy Redifussion központ erősítővel

más városokban is. A 10. ábra egy Redifussion központot mutat be.

A II. világháború után, 1946 júniusában, a Brüsszeli rádiókonferencián a svájci és a svéd küldöttek beszámoltak a „telefonrádió” kiépítéséről. A Journal des Telecommunications 1946 szeptemberi számában közölte, hogy Svájcban a vezetékes rádióhírdőnök (Rádiódifúzió) 114 754 előfizetője van, melyek úgy oszlanak meg, hogy telefonvezetéken át (Teledifúzió) 81 156, elosztón át (Redifúzió) 21 839, körvezetékre kapcsolva 8759-en hallgatnak műsort.

1945-ben 465 telefonközpont volt a Teledifúzió hálózatába bekapcsolva. Ebből 91 központ öt műsort, 251 központ négy műsort, a többi központ kevesebb műsort szolgáltatott. Az ő rendszerükben 1931-től 1958-ig hat műorból lehetett választani, fő előnye a zavarmentes vétel volt.

Szovjetunió

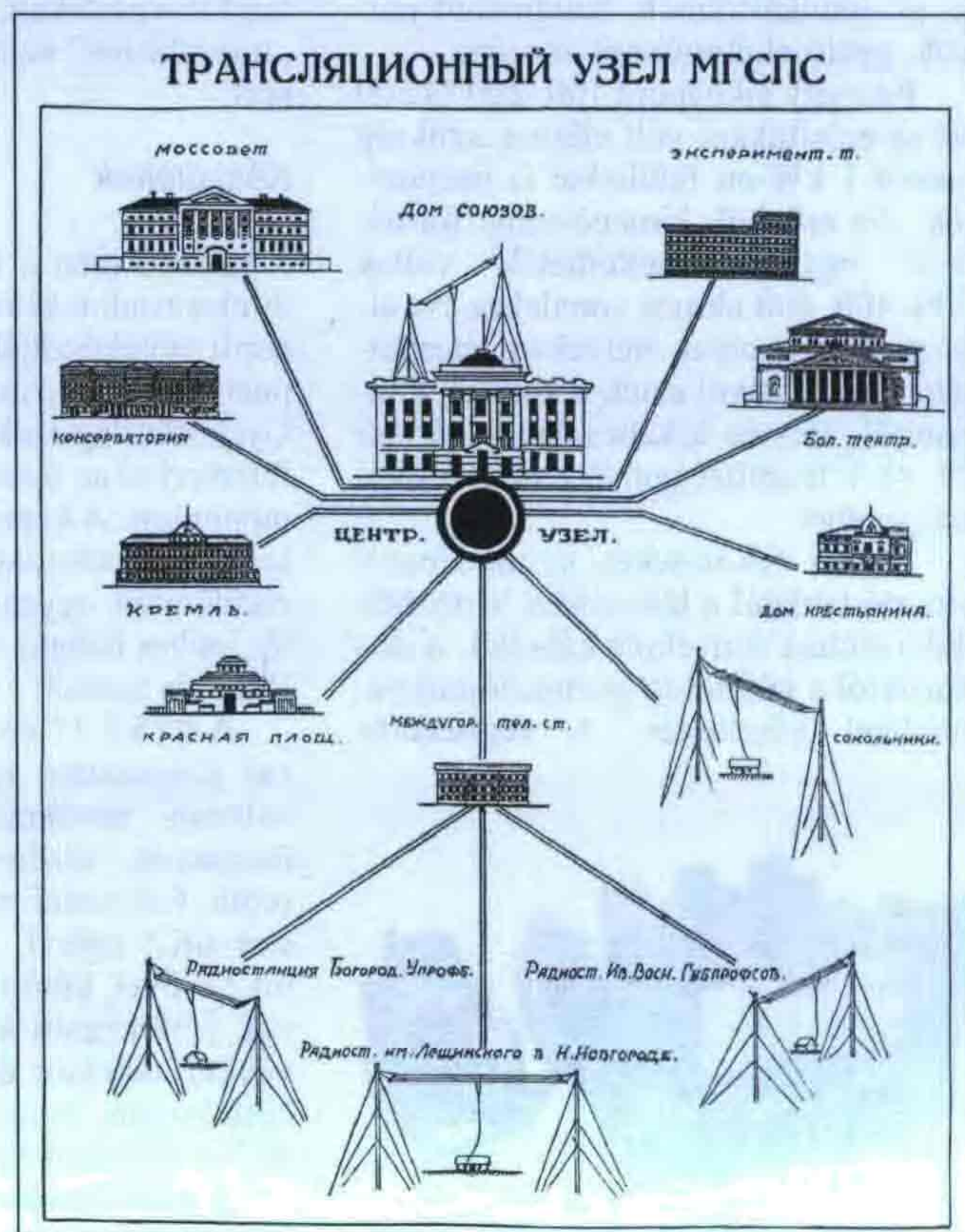
A „beszélő újság” elterjesztésére a Szovjetunió már 1920 körül intézkedéseket tett, de részben a polgárháborús viszonyok, részben a villamosítás hiánya útját állták a rádió gyors elterjedésének. Viszont már 1925-ben terv és kísérleti szinten foglalkoztak a vezetékes rádió elterjesztésével. Előnyös volt ez a megoldás, mert a házakba nem kellett bevezetni a villanyt, nem kellett drága telepeket vásárolni és nem volt szükség külön vevőkészülékekre sem. A vezetékesrádió-hálózaton kívül mindössze egy hangszóróra és egy kapcsolóra volt szükség. Érdekes módon a vezetékes rádiót oroszul „transzlációnak” nevezik, ami szó szerinti fordításban (rádió) közvetítést jelent.

Az 1925-ben megjelent „Radioljubityel” tervezete szerint, a Szakszervezetek székházában hozták létre a fő központot, ahova befutottak a hanganyagok akár színházakból, akár üléstermekből, majd innen lett kiadva a „szerkesztett” hanganyag az adóállomások felé, illetve a vezetékes hálózatra (11. ábra). Ekkor kezdték alkalmazni azt a módszert, hogy egy régió központjából egy rádióadó szétsugározta a műsort, majd a településeken egyetlen – központi – vevőkészülékkel felfogták az adást és erősítés után vezetékes úton szétszították a falu házai vagy legalább községi központjai között. A II. világháború előtti időben sok helyen egy-egy falut, a főtéren felszerelt egyetlen hangszóró látott el információval, műsorral. Ezeket a hangszórókat lehetett látni a korabeli szovjet háborús filmekben, a hatalmas ország lakói így szereztek tudomást a háború kitöréséről.

A harmincas évekből származó információ szerint a városok között 900 V-os feszültséggel vezették a hangfrekvenciát, a városokon belül pedig

vagy letranszformált, vagy az erősítő által szolgáltatott 110–220 V feszültséget osztották szét. 1938-ban jelentek meg az első „transzlációs” vevőkészülékek, melyek erősítővel egybeépítve kisebb gócpontok ellátását biztosították. Ezekben az években használt átviteli erősítő volt a PUU-25 egy SZVD-M vevőhöz építve és közvetítés céljára módosított vevőkészülék, a 6N1.

A magyar Rádió Technika folyóirat 1948 júliusi számában megjelent köz-



11. ábra. Vezetékes rádió „a la soviet”

lemény szerint „Egy-egy falusi erősítő állomás 100 W teljesítményű, 250 hangszóró terhelésére alkalmas 1–3 km távvezetékekkel. Ezt a rendszert nem elektrifikált helyeken használják.” A magyar szakfolyóirat utóda a Rádió és Film Technika ismételtén visszatért a hírre, Magyarországon is érdekes lehetett a szovjet példa leutánzása.

1948 decemberében kétoldalas cikkben ismertette a Szovjetunió vezetékes rádió rendszerét és várható fejlődését. Az írás szerint a szovjet városokban sugaras hálózatot alakítottak ki, egy városi központból a kerületi központokat látták el műsorral és a városi központ rendelkezett stúdióval valamint egy mozgó csoporttal a helyszíni (tér-) hangosítások lebonyolítására. A cikk szerint a térhangosításhoz 10–20 kW-os erősítő berendezés volt szükséges, 30% tartalékkal. (Ez nyilván az összteljesítményt jelenti, egy-egy erősítő csak 1–2 kW teljesítményű lehetett.)

A kerületi központ készen kapta a hanganyagot, de szükség esetén saját műsort is összeállított. Hanganyagát a közvetlen környék épületei és távolabbi alközpontok felé továbbította, (össz-) teljesítménye már csak 3 kW volt. Külön alközpontokat alakítottak ki pl. munkásklubok, hangosított parkok, gyermekjátsszóterek részére.

Egy-egy alközpont 100–200 és 500 W-os erősítővel volt ellátva, szükség esetén 1 kW-on felülieket is beépítettek. Az erősítők kimenő-transzformátorai egyaránt beköthetők voltak 200–400–600 ohmos vonalakra. Az alközpontokat olyan helyeken létesítették, melyek távol estek a kerületi központtól. Be- és kikapcsolás vezérlése 24–48 V feszültséggel történt a kerületi központból.

A házi bekötéseket, az alközponti elosztó táblától a lépcsőházi biztosíték dobozokhoz árnyékolt kábellel, a dobozoktól a lakásokig gyengeáramú vezetékkel készítették. A végbekötés



12. ábra. A PTSZ-47 rádiócsomóponti készülék 1947-ből

„Rekord” típusú lengőnyelvel hangszóróhoz volt méretezve, külön kérésre adtak hozzá hangerő szabályozót. Érdekesség, hogy egy-egy hangszórót csak 0,25 W teljesítménnyel vettek figyelembe.

A vezetékes rádió beszerelése egy előfizetőnek 30–50 rubeljébe került, beleszámítva a hangszóró és a lépcsőházi vezeték árát. (Ez bizony nem volt kevés, egy munkás 50–60, egy orvos 80 rubelt keresett havonta!) A havi előfizetés 3–4 rubel volt.

A térhangosításhoz szabványosított 5–10 és 100 W-os dinamikus hangszórókat használtak, mindhárom típust készítettek rövid, illetve hosszú tölcserrel. Ha a közelben volt alközpont, akkor az utcai hangszórókat oda kötötték be. A hangszórók egy része még gerjesztett típus volt, ezek a gerjesztést is az alközpontokból kapták. Az utcai hangszórók nem voltak állandóan rákötve a hálózatra, hanem csak alkalmanként csatlakoztak. Egy-egy ünnep előtt például 50 darab utcai hangszórót kellett bekötni, ennek „normája” 6 munkás részére 4–6 óra volt.

Vidéken azokban a falvakban, ahol 1000 háznál több volt, külön vevő központot alakítottak ki, a szükséges erősítővel. A nagyon távoli kistelepülések telefon-vezetéken, vagy külön épített „transzlációs” vezetéken kapták a műsort.

Készülékek

A háború után a Petropavlovszki Rádióüzem adott ki komplett rádiócsomóponti vevőkészülékeket: a PTSZ-47 típust 1947-ben, majd az UTSZ-48-at. Gyakorlatilag ezek a készülékek voltak felszerelve az összes háború utáni csomóponton. A képen látható módosított készülék eredetileg fémházban volt, az elkülönített egyenirányító a készüléktől jobbra látható. Egy korabeli készülék-leírás szerint:

A PTSZ-47 vevőkészülék (12. ábra) kifejezetten speciális transzlációs hálózati vevőkészülék, 10 lámpás, összsávú, elsőosztályú szuperheterodin. Fokozatai: nagyfrekvenciás erősítő 6K7 csővel, keverő 6SA7 vagy 6A7 csővel, külön oszcillátor 6F6 csővel, kétfokozatú KF erősítő 6K7 csővel, detektor dióda 6H6 csővel és kétfokozatú hangfrekvenciás erősítő 6F5 és 6F6 csővel.

A vevő kimenete a speciális rádiócsomóponti (energiaforrás) követelményeknek megfelelően méretezett. Csat-

lakoztatható lemezjátszó és mikrofon adapter is.

Ez a vevőkészülék hosszuhullámú, középhullámú és négy rövidhullámú sávban működik, egy közös 40–75 méter és három nyújtott sávban (30,6–32,25 m, 24,8–26 m-ig és 19–20,3 m-ig). A vevő összeszerelésénél az egyenes vonalú sasszira fémdobozt építettek, amelynek a fedele kinyitható. Kezelőszervek (rövidítve): balról jobbra az első forgatógomb hangszín és hálózati kapcsoló, második a hangerő szabályozó, harmadik a hangolás, negyedik a hullámsáv váltó, ötödik az üzemmód átkapcsoló (vétél, adapter, mikrofon). Az optikai indikátor 6E5 elektroncső.

1987 decemberében a moszkvai Ukrajna Szállóban még volt alkalmam látni és kipróbálni egy vezetékes rádió készüléket. Emlékezetem szerint kettő vagy három műsor közül lehetett választani. A 13. ábra a Baltika típusú szovjet vezetékes rádiót mutatja.

A háború utáni helyzet

Európában, a megszállt keleti országokban, meglehetősen széles körben terjedt el a legolcsóbb változat: a hangfrekvenciás módszer. Tudomásunk szerint Ausztriában, Kelet-Németországban, Lengyelországban, Csehszlovákiában és Magyarországon bizonyosan volt, a többi országban csak feltételezzük, hogy lehetett.

Lengyelország valamennyi rádióadója elpusztult a II. világháborúban (volt pl. olyan 50 kW-os rövidhullámú adójuk, amelyet a németek „hadiszákmányként” leszereltek és Németországba szállítottak), ezért az újjáépítés első éveiben a vezetékes rádió kiépítése jelentette a gyors megoldást.

Szlovákiában ma is láthatók a falvakban az utcai hangszórók és vezetékeik. Nyilván ma már csak hangosan beszélő, ún. „kisbíró” feladattal.



13. ábra. A Baltika szovjet vezetékes rádió (Kiss Frigyes gyűjtéséből)



14. ábra. Vezetékes rádiógócpont Magyarországon

Ausztriában, a bécsi Technikai Múzeum postaműszaki kiállításán 1991-ig külön teremben mutatták be a Draht-radio egy megmaradt körzet-vevőkészülékét, erősítővel és hangszórával.

Angliában a BBC szervezett vezetékes rádiószolgálatot. A magyar Rádió és Film Technika folyóirat 1949 januári számában olvashattuk: „A műsort a telefonhálózaton át adják. Az előfizető feltárcsáz egy számot és közli, hogy melyik állomást kívánja hallani. Ezután átkapcsol a telefonról egy hangerősítőre, amelynek hangszórából hallja a kívánt műsort. Ha közben keresik telefonon, azt is jelzi a készülék. A telefonhírmondó ezen modernizált alakjának az az előnye a normális rádióhoz képest, hogy zavaroktól és interferenciától mentesen szól. Falukban a telefonhálózattól függetlenül oldják meg, egy központi vevővel és leágazó vonalakkal. Svájcban is van hasonló rendszer.”

Magyarország

Magyarországon, a Telefonhírmondó szervezetében, egészen a negyvenes évekig, jelentős hagyománya volt a vezetékes rádióknak. A Telefonhírmondó hivatalos megszűnése után, megmaradt egy formája a budapesti kórházakban. A kórházak továbbra is kapták vezetékben a Magyar Rádió műsorát, közvetlenül a Stúdióból.

Az ötvenes években a Magyar Posta megkezdte a magyarországi vezetékesrádió hálózatának kiépítését. A kisebb és nagyobb falvakon kívül, még Budapesten is létesítettek vezetékes rá-



15. ábra. A vezetékes rádió belseje: dinamikus hangszóró, vonaltrafó és hangerőszabályozó ki-be kapcsolóval

dió rendszereket, amelyek részben a házakhoz bevezetett, részben kültéri, közterületi hangszórákkal voltak telepítve. A szükséges erősítő központok (gócpontok) fő eszközei általában 100 W-os Audio erősítők voltak, amelyek névleg 100 V feszültséget szolgáltatottak a 600 ohmos vonalakra. Egy ilyen erősítőt mintegy 300 „állomás” (azaz gyakorlatilag Néprádió-hangszórák) megszólaltatására terveztek. Az egyik budapesti gócot az egykor Klo-tild-palotának nevezett postaépületben építették ki, de vidéken is általában postaépületekben kaptak helyet a gócpontok. Az előfizetési díj rendkívül olcsó volt: 6 Ft egy hónapra.

A vezetékes rádió hangszóráját kis fadobozba helyezték el, falra akasztható kivitelben és speciális illesztő transzformátort alkalmaztak hozzá (15. ábra). Ez a transzformátor illesztette az 5 ohmos hangszórárt a 600 ohmos vonalhoz, egyben átkapcsoló segítségével a hangerő szabályozás feladatát is ellátta. A transzformátor szekunder körében az 5 ohmos oldalon leágazásokat alakítottak ki és hatállású kapcsolóval, 5 fokozatban lehetett beállítani a hangerőt. Az illesztő-transzformátor primer (600 ohmos) oldala állandóan rá volt kapcsolva a vonalra.

Nemcsak a hangszóró volt Néprádió-típusú, hanem az illesztő transzformátor vasmagja, az átkapcsoló szerkezet és forgatógombja is. Nyilván ugyanaz a gyár készítette azokat, valószínűleg az Orion.

A lakásokban, illetve közintézményekben elhelyezett fadobozos hangszórákat az Alföldön „kolhozdoboznak”, az utcai tölcsér-hangszórákat „pléhmarcsának” nevezték.

Budapesten a hangfrekvenciás feszültség kábelen érkezett a gócerősítő-



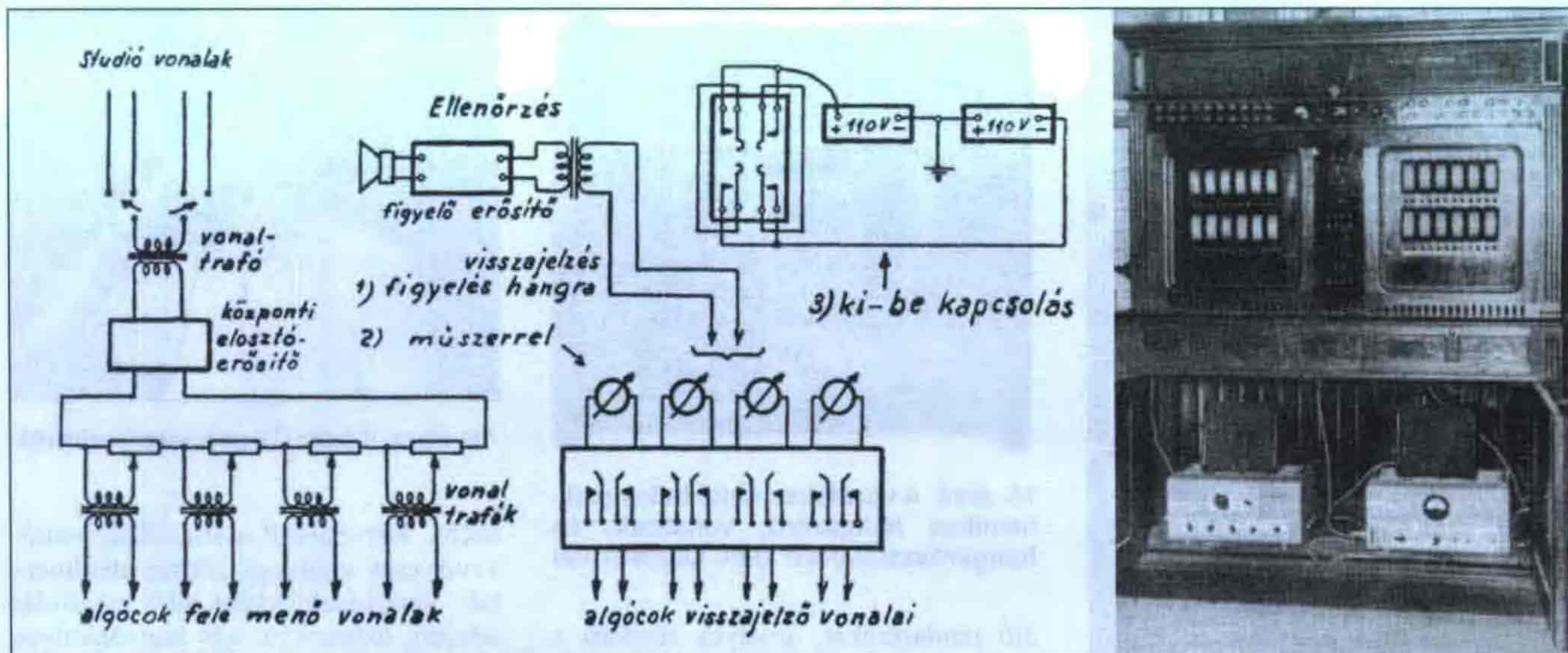
16. ábra. Kádár Géza postafőmérnök

tőkbe, közvetlenül a stúdióból, rádió-vevőt csak vidéki góckban alkalmaztak. Vevőkészülékként több megoldás létezett, helyenként egy hagyományos rádió-vevőkészülék csatlakozott az erősítőre, másutt a rádióvevő bele volt építve az ugyancsak Audio gyártmányú előerősítőbe. Ez utóbbi azonban – a Néprádióhoz hasonlóan – csak a két főadó és egy helyi, ún. reléadó vételére volt alkalmas. Háromállású kapcsolóval kellett kiválasztani a venni kívánt adóállomást. A hatvanas években ilyen vezetékes rádiókat használtak a magyar katonai laktanyákban is, ahol a külföldi rádióállomások hallgatása és saját rádiókészülékek használata tilos volt.

Mivel szöveg bemondására és hanglemezek bejátszására a központnak alkalmasnak kellett lennie, mikrofon-előerősítőt illetve keverő-erősítőt mindig alkalmaztak a 100 W-os vég-erősítők előtt. Ezek az előerősítők mikrofon csatornát, lemezjátszó csatornát és rádiócsatornát tartalmaztak, egyes előerősítőkbe elektromos gongot is beépítettek (pl. AK 302). Kimenetükön a 100 W-os erősítők vezérléséhez szükséges 1,55 V normál-szintet szolgáltat-ták.

Magyarországon 1950–1953 között kormányzati kérésre a Magyar Posta építette ki a vezetékes rádió rendszert, a „könyves” Kádár Géza postafőmérnök (16. ábra) irányításával. Kádár Géza a megbízást lelkiismeretesen, mérnöki precizitással teljesítette, munkatársai-val mintegy 200 ezer lakásba vezetve be a vezetékes rádiót.

A vezetékes rádióval kapcsolatban manapság gyakran elhangzik az a „vád”, hogy a Rákosi rendszer egyik eszköze volt ahhoz, hogy a lakosság ne foghasson külföldi műsorokat. Tény, hogy a kezdeményezés az MDP Politikai Bizottságtól indult. A PB elé 1950. november 22-én benyújtott javaslat szerint „Háború esetén az ellenséges



17. ábra. A vezetékes rádió főgócberendezése és elvi kapcsolási vázlata

rádiópropaganda behatolásának megakadályozására célszerűnek mutatkozhat a rádiókészülékek bevonása. Erre az esetre is biztosítani kell azonban a központi hírszerzés lehetőségét és ezért az Államgazdasági Bizottság javasolja, hogy építsünk ki vezetékes rádiórendszert."

Tervezetük szerint a vezetékes rádió előfizetők számának évenkénti növekedése: 8000, 50 000, 150 000, 150 000, 150 000 lett volna. Ez azt jelentette, hogy öt év alatt 500 000 előfizetőt kapcsolnak be a hálózatba. A dolog nem lett népszerű, a kezdeti lendület hamarosan lecsökken.

„A magyar híradástechnika évszázada” című könyv szerint 1954-ben 200 000 vezetékes rádió előfizetőről tudtak, azonban 1957-ig csak 50 000-rel növekedett az előfizetők száma. Stefanik Pál: „A magyar rövidhullámú amatőr rádiózás története 1945–1955” című könyvében közli a „Főgócberendezés” fényképét és a vezetékes rádió rendszer egyszerűsített kapcsolási rajzát (17. ábra). Látható a fényképen, hogy a főgóc-berendezést egy régi kézikapcsolá-

sú telefonközpont szekrényébe építették bele. Ez a kép vélhetően a budapesti berendezést mutatja, a vidéki gócpontok igénytelenebb és egyszerűbb szerkezetűek voltak.

A kapcsolási rajz is tartalmaz érdekességet: a főgóc berendezésben megoldották az algócok visszajelzését és ellenőrzését, mind műszerrel, mind ellenőrző hangszóróval rá lehetett kapcsolódni a visszajelző áramkörökre. (Az ellenőrzésnek ez a technikai megoldása meglehetősen költséges volt, a budapesti főgóc berendezésen kívül nem tudunk más ilyen ellenőrzési megoldásról.)

A hálózat kialakítására és üzemeltetésére létrehozták a Vezetékes Rádió

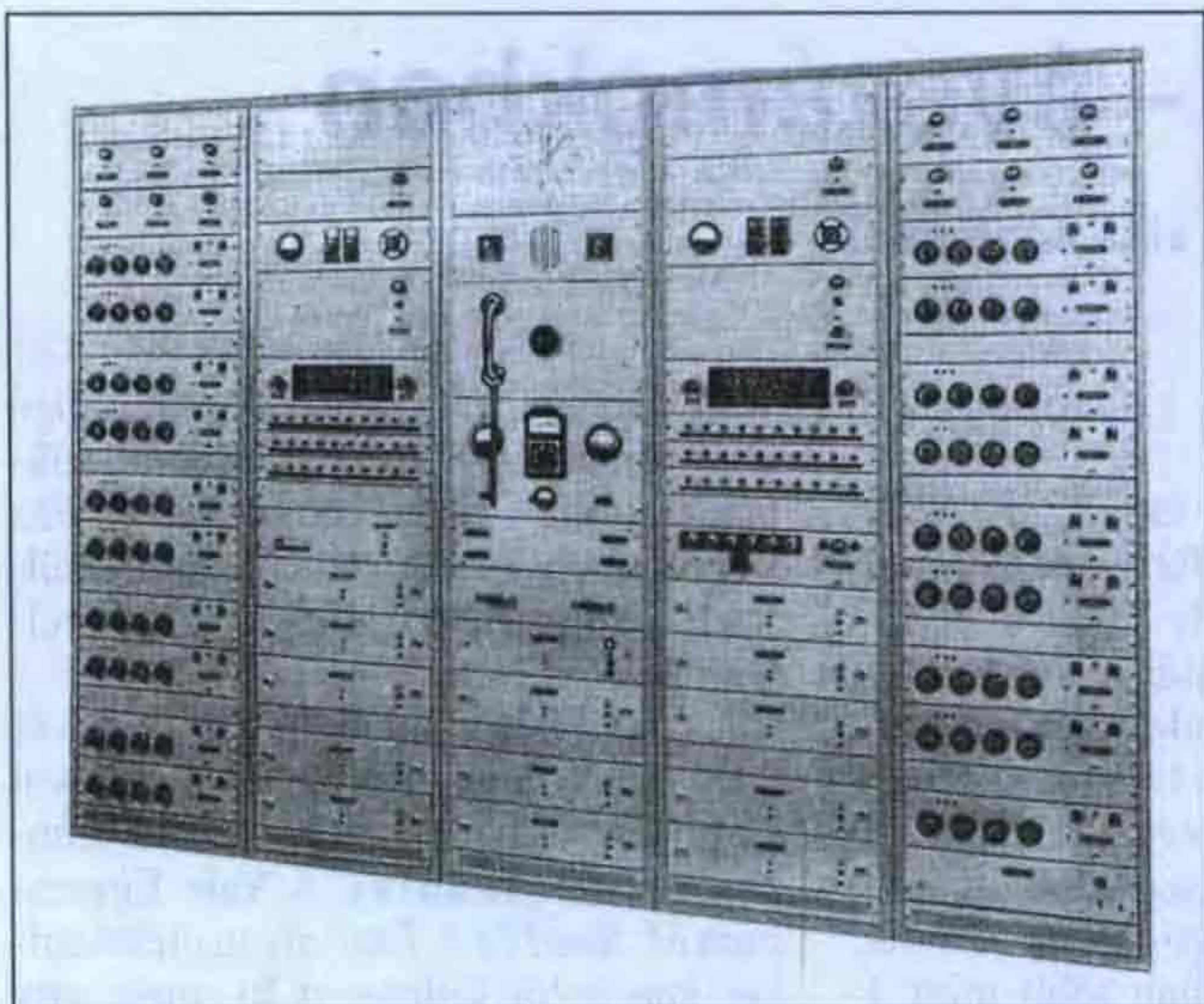
Üzemi Vállalatot, mely a díjbeszedést is intézte. A beszolgáltatások legkegyetlenebb évében, 1952-ben alaposan megnőtt a vállalat baja az előfizetőkkel. Faluhelyen oly mértékű volt az elszegényedés, hogy a havi 6 Ft kifizetése is problémát jelentett. Az 1952-es év végén például egy baranya megyei faluban az előfizetők 96%-a lemondta az előfizetést... Ennek azonban nem annyira anyagi, mint inkább politikai oka volt. Mindezek ellenére a háború utáni kifosztott és elszegényedett országban szórakozási és tájékozódási lehetőséget jelentett a vezetékes rádió. Akihez bevezették, bizony örült neki... A vezetékes rádió egy kicsinyített megjelenési formája volt az iskolákban,



18. ábra. Orion 450 M iskolarádió



19. ábra. Orion 313L (középen) Hercegh István kiállításán (Balatonfüred)



20. ábra. RFT gyártmányú vez.rádió erősítőközpont

kollégiumokban, esetleg gyárakban megjelent hangosító berendezés, amelyet Magyarországon ugyancsak az ötvenes évek elején kezdtek alkalmazni.

1949-ben az Orion gyár (nyilvánvalóan utasításra) kihozott egy kis vezeték-rádió készüléket „Iskolarádió” (Orion 450M) néven. A fémdobozos készülék hangszórója átkapcsolás után mikrofonként szolgált és négy vezeték-páron, négy kisebb hangszórót működtetett. Az EBL 21 típusú végerősítő cső hangszórónként kb. 1 W-ot biztosított. Rádió közvetítő üzemmódban a Néprádióhoz hasonlóan három rádióállomásból lehetett választani (18. ábra).

Hasonló célú berendezés volt az Orion gyár 1950-ben megjelent 313L típusú vevőkészüléke, beépített lemezjátszóval és 2 darab EBL 21 csőből felépített ellenütemű végfokozattal (19. ábra). A 313 típusjelű Néprádióhoz csak annyi köze van a készüléknek, hogy ennél is egy választókapcsoló jelentette az állomáskeresési lehetőséget, sem forgókondenzátort, sem skálát nem tartalmazott. Ezzel a készülékkel is három rádióállomást: a Kossuthot, a Petőfit és egy Közvetítőt lehetett továbbítani külső hangszórókra, továbbá a lemezjátszót és helyi mikrofont. A hangfrekvenciás kimenő teljesítmény mintegy 8 W lehetett. Kis stúdióként tudott működni a készülék, ehhez jelzőlámpákat alkalmaztak, más lámpa világított, ha a belső hangszóró is üzemelt és más lámpa, ha csak a külső hangszórók működtek. Ez utóbbi esetben lehetett a mikrofont használni. (Mikrofon nem volt beépítve a készülékbe, azt külön kellett csatlakoztatni.)

Hangszórónként 1 W-tal számolva 6–8 db hangszóró csatlakoztatására volt lehetőség. Kéves példány készült belőle, meg lehetőségen ritka készülék.

Kelet-Németországban az RFT által gyártott központokat alkalmazták, amelyek 25 W-os erősítőmodulokból, szinte tetszés szerinti teljesítménnyel épültek fel (20. ábra). Ezek a berendezések is 100 V-ot szolgáltattak,

bár különböző szabályozási és elosztási megoldások miatt (ugyanis általában tíz „alközpont” csatlakozott egy főerősítőhöz) végül csak 85 V jutott a vonalakra.

Ezek rádióvevője azonban nagyteljesítményű, „világvevő” minőségű készülék volt, lehetővé téve bármely európai adóállomás vételét. A képen látható központ 19 modullal, mintegy 500 W teljesítményt szolgáltatott.

1960-as években, az olcsó tranzistoros rádióvevő készülékek megjelenésével és elterjedésével, a rádió mindennapos eszközünké vált és feleslegessé tette a vezeték-rádió minden formáját. Magyarországon az 1960-as évtized végén ugyanaz a Kádár Géza vezényelte a vezeték-rádió hálózatának leszerelését, aki létesítette. Leszerelni azonban nem mindent kellett. A háztetőkön felállított tartókat, a vékony vezetékeket, az egyszerű szigetelőket nem volt érdemes leszerelni. A hálózata-

tok egyes falvakban a községi tanács kezelésében maradtak, kisbíró helyettesítő, hírmondó feladattal. Csak a központot kellett a postáról a tanácsházára áthelyezni. Napjainkra általában már ezek sem működnek.

Kunszentmiklós főutcáján (Rákóczi út) 2007 áprilisában a szerzőnek a régi vezeték-rádió hálózatának egy 15–20 méter hosszú szakaszát sikerült megtalálni és lefényképezni. A 2 mm átmérőjű félkemény bronzhuzalokat tetőgerinctől tetőgerincig, kb. 40 cm magasan a gerinc felett, acélcső tartókon, porcelánszigetelőkre erősítve vezették (21. ábra).

A postamúzeum Diósdí Rádió és Televízió Múzeumában kiállítottak egy gócponti erősítőt, a hozzátartozó rádióvevővel együtt. Ma már csak ez a kiállítás emlékeztet az egykor tekintélyes hálózatra.

Irodalom:

- Balás B. Dénes: Kádár Géza postamérnök élete és munkássága. Kéziratban. 2005.
- Burkhardt, Herbert: Fachkunde für Elektroakustik. Fachbuchverlag GMBH Leipzig 1953
- Huth, Arno: Radio heute und morgen. Europa Verlag Zürich. 1944
- Künzel, Otto, Ulm.: Drahtfunk. Funk Gesichte 23 (2000) Nr. 133.
- Nübel, Wolfgang K. Herrliberg (CH) : Der Niederfrequenz. Rundspruch (NF-TR) in der Schweiz Funk Geschichte 23 (2000) Nr. 134.
- Radioljubityel, 1925/ No. 17-18. Transzlacionnűj uzel MGSZPSZ
- Révész Béla: Manipulációs technikák a hidegháború korai időszakában. Acta Jur. Et Pol. Szeged, 1996
- Stefanik Pál: A magyar rövidhullámú amatőr rádiózás története 1945–1955. Ajtósi Dürer Kiadó, Budapest, 1998
- Sz. Ignatyev: Transzlacionnűje prijemniki. „Radio” 1949/ No 4. Moszkva
- Funk Geschichte 174. 2007. aug-sept., Gerhard Bogner előadása



21. ábra. Az egykori vezeték-rádió jellegzetes szerelvényei

Technikatörténet – évszámokban

dr. Fábrián Tibor okl. villamosmérnök



Ahogy száz évvel ezelőtt a franciák a mobiltelefont elképzelték...
[Természet Világa. 1995. 3. sz. 140. old. alapján]

10 éve történt

– Az 1999. évi fizikai Nobel-díjat *Gerardus 't HOOFT* (*1946) és *Martinus J. G. VELTMAN* (*1931) holland fizikus kapta a gyenge kölcsönhatás kvantumstruktúrájának magyarázataért.

– Februárban a Nokia bemutatta az első *WAP*-os (Wireless Application Protocol), internet-hozzáférést nyújtó médiatelefont, a 7110-et. A mobil Nyugat-Európában a nyár elejétől, hazánkban novembertől árusították.

– Az e-mail-ekben terjedő *Melissa*-t az év márciusában, az *Explore.Zip* „férget” pedig júniusban fedezték fel. A férgek mintegy 15 millió PC-t fertőztek meg.

– Áprilisban az amerikai nagyvállalatok által szervezett *Digital Display Working Group* kidolgozta a *DVI* (Digital Video Interface) csatlakozót és szabványt.

– Április 28-án Palo Altóban (Kalifornia) meghalt *Arthur Leonard SCHAWLOW* (*1921) amerikai No-

bel-díjas fizikus, a szilárdtest-lézer egyik alkotója.

– Május 17-én indult a *SETI* (Search for Extra-Terrestrial Intelligence)-program, mely a földön kívüli civilizációk felkutatására irányul. A *SETI@home* címen jelentkező PC tulajdonosok az Arecibo Obszervatórium rádióteleszkópjával vett jeleket az internetről letölthető „screen saver” jellegű programmal dolgozhatják fel. Az év végéig a programban több mint 1 millióan vettek részt, mintegy 54 ezer komputerévnyi önkéntes munkát végeztek.

– Az Antenna Hungaria augusztusban kezdte meg az MTV 1. műsorát sugárzó UHF sávú földi gerincadók átállítását a CCIR szabványnak megfelelő 5,5 MHz-es kép/hangvivő távolságra. Október 15-től az MTV 1. programja már a NICAM rendszerű sztereóban volt hallható Budapesten, az UHF 41 csatornán.

– Az USA-ban *Shawn FANNING* elkészítette a *Napster*-t, a zenei fájlcsereprogramot. Az Amerikai Lemezkiadók Szövetsége (RIAA) – öt nagy lemezkiadó céggel együtt – bíróság elé vitte az ügyet, s 2000 májusában megnyerte a pert: a szolgáltatást betiltották. Az év októberében *Jon Lech JOHANSEN* 15 éves norvég tanuló közzétette az interneten a DVD filmek másolását lehetővé tevő kódfeltörő *DeCSS* programját. A norvég gazdasági rendőrség 2000 januárjában lefoglalta a „bűnjeleket”, a programot elkobozták.

– A processzorok órajele elérte, majd meghaladta az 500 MHz-et. Az év első felében az Intel *Pentium III* processzorok 450, 500, 550 és 600 MHz-es változatban kerültek forgalomba. A második félévben az Advanced Micro Devices (AMD) elkészítette az *Athlon* 700, majd 800 MHz-es, az Alpha Processor Incorporated (API) az *Alpha* 750 MHz-es, az Intel pedig a *Pentium III* 700 és 733 MHz-es változatát.

– November 30-án megindította szolgáltatásait a Vodafone Magyarország Rt., részben az ország nagyvárosaiban és az M1 autópálya körzetében létesített saját, részben pedig a Westel 900 és a Pannon GSM hálózatán keresztül.

– December 15-én Komáromban lejött a gyártószalagról az első, hazánkban előállított Nokia mobiltelefon. Ekkor még a 3210-es típust többnyire külföldről származó alkatrészekből szerelték össze.

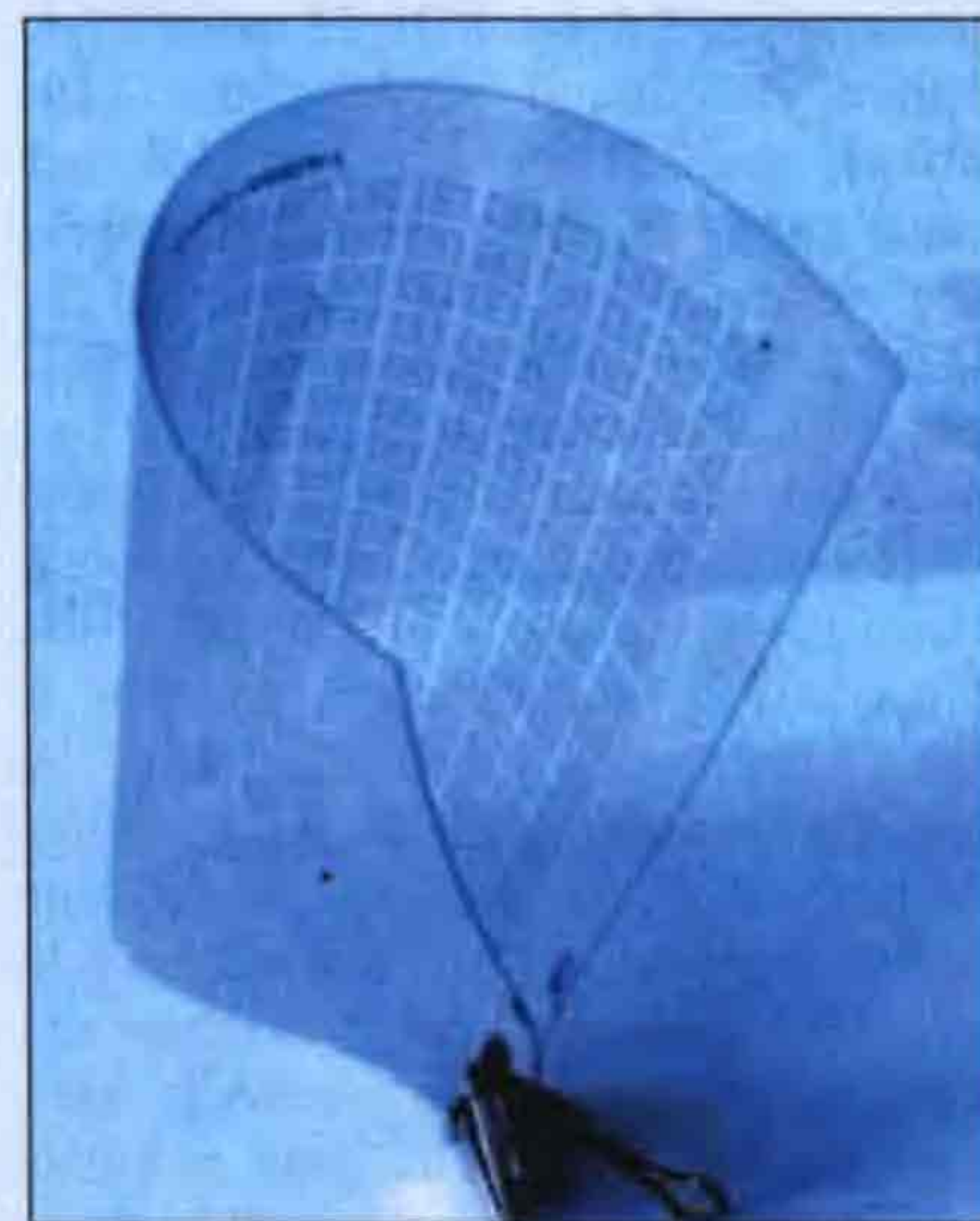
– Az IBM bemutatta a szerves és szervetlen anyagok kombinálásával előállított „hajlékony” vékonyfilmtranszisztort (1. ábra). A Yale Egyetemen *M. Reed* és *J. Tour* olyan elektronikai kapcsolót fejlesztett ki, mely egy darab szerves molekulán alapul.

25 éve történt

– Az 1984. évi fizikai Nobel-díjat *Carlo RUBBIA* (*1934) olasz származású amerikai fizikus és *Simon van der MEER* (*1925) holland számítógép-mérnök kapta a gyenge kölcsönhatás közvetítő részecskéinek felfedezéséért.

– Január 7-én meghalt *Alfred KASTLER* (*1902) Nobel-díjas francia fizikus, a „lézer atyja”, az optikai „pumpálás” felfedezője. 1965 márciusában elsőként végzett sikeres műhold-bemérést lézer segítségével.

– Január 25-én az Apple Inc. bemutatta a „Mac”-nek becézett grafikus kezelőfelületű, egeres/ikonos programozású *Macintosh* PC-t. A gép a



1. ábra: Nanohuzalokkal készített vékonyfilm FET-ek [www.bsi.de/literat/studien/nanotech/]



2. ábra: Az OSCAR 11 a szerelőpadon [www.dk3wn.info/]

Motorola 68000 processzorra épült, 128 KiB RAM-mal, 64 KiB ROM-mal és 3,5"-es „mikrofloppy”-meghajtóval rendelkezett. 1984-ben – a gyártás első 100 napja alatt – 65 ezer gépet adtak el, darabonként 2295 dollárért. A grafikai és a szövegfeldolgozó szoftver 195 dollárba került.

– Március 1-jén a vandenbergi légierő támaszpontonról fellőtték az OSCAR 11 (Orbiting Satellites Carrying Amateur Radio) kb. 60 kg tömegű, 355×355×584 mm méretű amatőr műholdat, mely a 626...637 km magasságú pályán mintegy 97 perc alatt került meg a Földet. A műholddal hajtották végre az amatőr csomagrádiós és az első digitális „tárolj és továbbíts” jellegű átviteli kísérleteket (**2. ábra**).

– Április 6-án meghalt *Harold B. LAW* (*1911) amerikai fizikus. Az RCA-nál az *A. Rose* által vezetett kutatócsoportban tevékeny részt vállalt az *Image Orthicon* elektronikus képbontó cső kifejlesztésében.

– Májusban kezdték árusítani 399 fontért *Clive SINCLAIR* – a szoftver hibáitól már mentesített – házi számítógépét, a *QL*-t (*Quantum Leap*). Egyike volt azon gépeknek, melyben az új 16/32 bites processzort, a 7,5 MHz-es órajelű Motorola 68008-at alkalmazták. 128 KiB RAM-mal és 32 KiB ROM-mal rendelkezett, grafikus színes megjelenítője 512×256 pixeles felbontású volt. QDOS és a SuperBASIC operációs rendszerét ROM-ban tárolták. A gépbe két 128 kibibájtos mágnesszala-

gos mikrodrájt is beépítettek (**3. ábra**).

– Az *Ashton-Tate* júniustól forgalmazta a *dBASE III* adatbázis-kezelő programot.

– Június 26-án Budapesten meghalt *ALMÁSSY György Dr.* (*1919) Kossuth-díjas gépészmérnök, a BME professzora, a mikrohullámú átviteltechnikai eszközök, műszerek és mérések nemzetközileg elismert kutatója.

– Augusztusban jelent meg a piacon a 80286 processzorra épülő *IBM AT* (*Advanced Technology*) személyi számítógép. A géphez az *MS-DOS 3.0* verzióját adták. Az AT-ben alkalmazták elsőként a *POST* (*power-on self test*) funkciót: a gép bekapcsolás után, ha nem tudott rendesen „feltápáskodni”, meghatározott számú sípolással tájékoztatta kezelőjét a hiba jellegéről és annak valószínű okáról.

– Meghalt *John Turton RANDALL* (*1905) angol mérnök, a soküreges magnetron egyik feltalálója.

– Az *ARPANet*-re bekötötték az első domain-név szerveret (*DNS, Domain Name Server*), bevezették a domainnevek rendszerét.

– A *Philips* és a *Sony* szabványosította a *Compact Disk Read Only Memory* formátumot, piacra hozta az első CD-ROM-okat.

– Október 20-án meghalt *Paul Adrien Maurice DIRAC* (*1902) Nobel-díjas angol fizikus. Lerakta a kvantum-elektrodinamika alapjait, megalakította az elektron relativisztikus hullámegyenletét, kutatásai alapján hipotézist állított fel a pozitron létezésére vonatkozóan.

50 éve történt

– Az 1959. évi fizikai Nobel-díjat *Emilio Gino SEGRÉ* (1905–1989) olasz származású amerikai fizikus és *Owen CHAMBERLAIN* (1920–2006)



4. ábra. Hans Karl August Bredow [http://home.t-online.de/home/realschule-kw/]



3. ábra. Sir Clive Sinclair és a QL. [http://oldcomputers.net/]

amerikai fizikus kapta az antiprotonok felfedezéséért.

– Január 9-én Wiesbadenben meghalt *Hans Karl August BREDOW* (*1879) rádiómérnök, a németországi műsorszóró hálózat megszervezője. 1917-ben, mint a Rheims melletti katonai szikratávíró állomás vezetője, adóján újsághíreket és harmonikazenét közvetített a tábori vevőállomások távirászái számára. Adásait a „grober Unfug!” (kb. „közrend elleni vétség”) szavakkal fejezte be, jelezvén, hogy tevékenysége illegális. 1919 novemberében – a Birodalmi Postaminisztérium államtitkáráként – újságírók előtt tartott bemutatón csöves adójával demonstrálta a műsorszórás lehetőségeit. Ekkor vezette be a német nyelvterületen ma is használt „Rundfunk” kifejezést a „Radio” helyett. 1925-től a kilenc regionális német adót összefogó és koordináló szervezet, a *Reichs-Rundfunk-Gesellschaft* vezetője volt, de a náci uralom kezdetekor minden tisztességéről lemondott és visszavonult a közszerepléstől (**4. ábra**).

– Február 2-án kezdték árusítani Budapesten, a Magyar Honvédelmi Sportszövetség Rádióamatőr- és Modellező boltjában az első Tungram gyártmányú tranzisztorokat: a szovjet licenc alapján készült P6 típuscsalád, majd P13...P15 sorozat tagjait. Például a P6A 45,50 Ft-ba, a P6D 79,50 Ft-ba, ugyanekkor a Rádiótechnika 4 Ft-ba, a fűzött szakkönyvek 6...25 Ft-ba kerültek, a vászonkötésű Rádiótechnikai Kislexikon ára pedig 55 Ft volt. Az



5. ábra. A „színesített” Munkácsy [www.radiotvmuseum.hu/radioanno/images/keszulek/TV/ alapjan]

Egyesült Izzó a péti kísérleti germániumüzemében előállított hazai alapanyagból 1959-ben 160 ezer tranzisztort és 500 ezer diódát gyártott. Összehasonlításként: Japánban kb. 10 millió, az USA-ban kb. 7,5 millió tranzisztort állítottak elő havonta...

– Február 7-én ünnepélyes keretek között adták át Pécsen, a Misina-tetőn telepített BHG gyártmányú 1/0,2 kW-os, az OIRT 2. csatornán sugárzó tévéadót. Mivel mikrolánc még nem volt, a moduláláshoz szükséges jelet az adótól kb. 400 m-re telepített, a budapesti adóra hangolt érzékeny vevő szolgáltatotta (ún. Ballempfang-módszer a látóhatáron túli adó reflexiók vételére). A miskolci (avasi) ideiglenes tévéadó november 11-én, a soproni (Károly kilátói) adó pedig december 23-án kezdte meg az OIR 9. csatornán 50/10 W-tal a kísérleti sugárzást. Az adóberendezéseket a francia CSF gyár készítette.

– A székesfehérvári *Vadásztölténgyárban* (a későbbi Videotonban) az év elején kezdték meg – a hazánkban újdonságnak számító – „nagyképcsőves”, 53 cm képátlójú Munkácsy sorozatgyártását. A 18 elektroncsővel, Mullard gyártmányú képcsővel felépített, két hangszórós, „mindössze” 36 kg-os vevő különlegessége a kontraszt, fényerő és hangerő szabályozására szolgáló „köldökzsinóros” távvezérlő volt. Májustól már potom 5900 Ft-ért árusították az egykori Keravill üzletekben. A Munkácsyból összesen 121 ezer készült, a fele exportra ment. Ahogy a www.radiotvmuseum.hu honlapon olvasható, a készülékhez – magyar találmány alapján – a képernyő elé függeszthető színes üveglapot is gyártot-

tak, s ettől színessé vált pl. a római olimpia közvetítése, „de a bemondó is mindig kék hajjal és zöld ruhában jelent meg a képernyőn.” (5. ábra).

– Február 15-én meghalt *Owen Williams RICHARDSON* (*1879) angol fizikus. Az 1928. évi fizikai Nobel-díjat a termikus emisszió törvényének felfedezéséért kapta. Megállapította az elektronemisszió áramsűrűségének a katód felületi hőmérsékletétől való függését, a közvetett fűtésű elektroncsövek fejlesztéséhez izzókatódokat dolgozott ki.

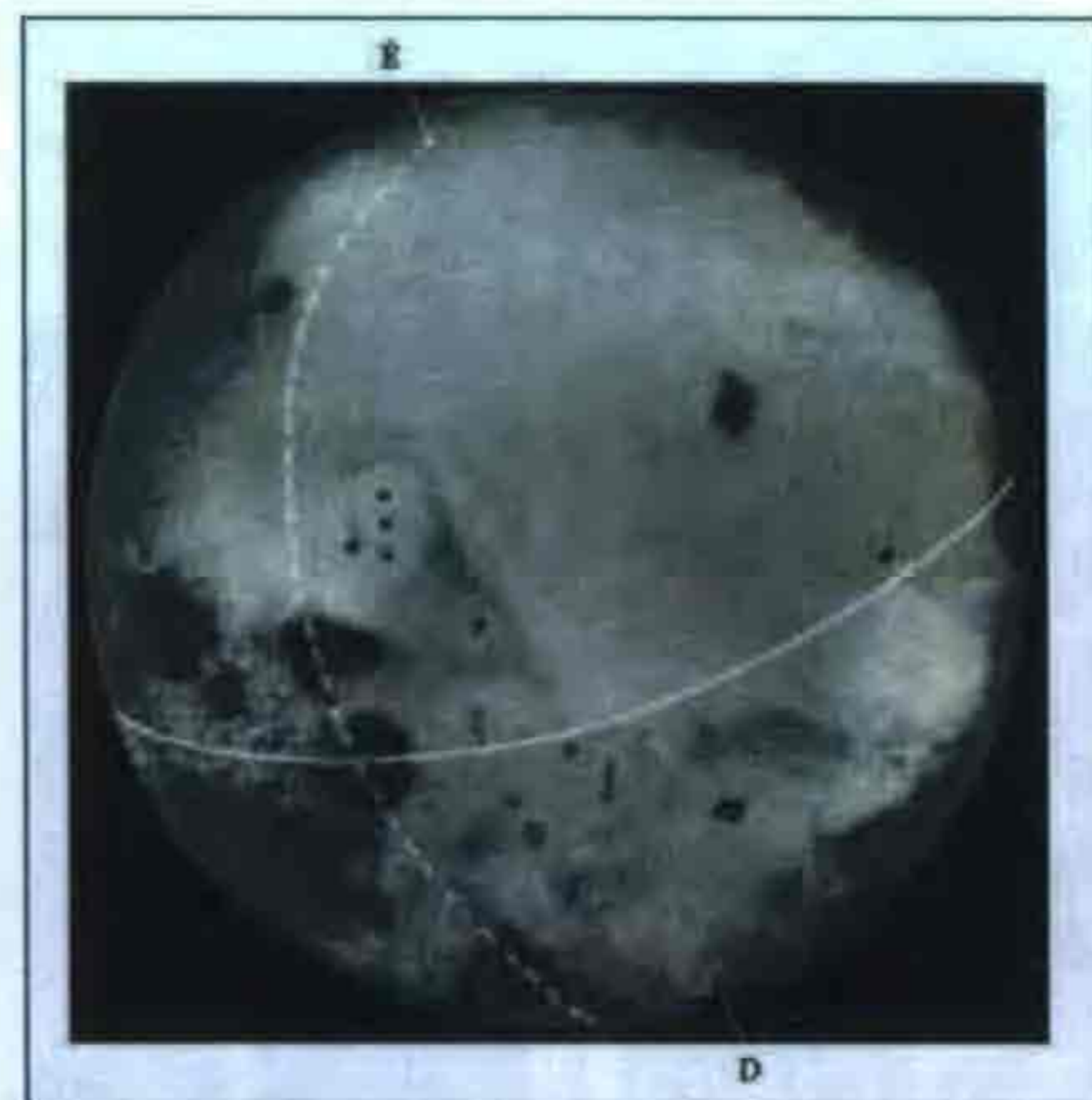
– Március 25-én helyezték üzembe Csillebércen hazánk első, kísérleti atomreaktorát. Az üdülőtelep lakosai úgy tudták, hogy mellettük „csokoládégyár” épül...

– Április 8-án meghalt az Augsburg melletti Althegenbergben *Jonathan Adolf ZENNECK* (*1871) német zoológus, fizikus, *K. F. Braun* asszisztense. 1900-ban építette meg az első irányított sugárzású antennát. 1906-ban megállapította, hogy az elektromágneses hullámokat a föld felülete annál kevésbé abszorbeálja, minél nagyobb azok hullámhossza. Hullámmérőt, frekvenciasokszorozási eljárást talált fel, de jelentősek az ionoszférával kapcsolatos kutatásai is.

– Április 16-án Budapesten meghalt *VIGH Bertalan* (*1887) gépészmérnök, a hazai közép- és felsőfokú villamosipari szakoktatás megszervezője. Az ő nevéhez fűződik pl. az igazgatása alatt lévő Tavaszmező utcai M. kir. Állami Mechanikai és Elektromosipari Szakiskolában 1924 őszén az első 4–6 hetes rádiótanfolyamok megrendezése; a háború után pedig a már Kandó Kálmán Műszaki Középiskola nevet viselő intézményben a „rádiószerelői tanfolyamok” szervezése.

– Május 1-jén tette meg találmányi bejelentéseit a planár tranzisztorra és annak gyártására vonatkozóan *Jean Amédée HOERNI* svájci származású amerikai fizikus, a Fairchild munkatársa. Május 21-én követte őt a Motorlánál *Harry Carl KNOWLES* amerikai fizikus, aki a mesa tranzisztorra és ennek gyártási eljárására kért szabadalmat.

– Július 30-án jelentette be „Semiconductor Device-and-Lead Structure” címmel a szilícium alapú, planár technológiájú integrált áramkörre vonatkozó találmányát *Robert Norton NOYCE* amerikai villamosmérnök-fizikus a Fairchild Semiconductor, majd az Intel Corp. alapítóinak egyike.



6. ábra. A Hold „túlsó” oldala. A szaggatott vonal a látható – nem látható terület határát, a folytonos vonal pedig a Hold egyenlítőjét jelöli [Radio. 1959. 12. sz. B.II. alapján.]

– Szeptember 15-től sugározta kísérleti műsorát India első tévé-állomása. A műszaki berendezéseket a holland Philipstől kapták ajándékba. Delhiben és környékén – az UNESCO segítségével – 71 vevőt telepítettek, s az adásokat nyilvános „tévé-termekben” lehetett nézni.

– Szeptember 22-én lépett üzembe Új-Foundland és Franciaország között a TAT-2 Atlanti-óceáni koaxiális távbeszélő kábel, mely TDM átvitelt biztosít a beszédzúnetek kihasználásával. A kábelbe épített erősítők átlagos távolsága 70 km, sáv szélességük 164 kHz, az áramkörök száma kábelenként 48.

– Október 4-én bocsátották fel a Luna-3 szovjet műholdat, amely három nappal később elkészítette az első fényképeket a Holdnak a Földről nem látható oldaláról (6. ábra).

– November 7-én kezdte meg Szófiában kísérleti adását az OIR 7. csatornán a Bolgár Televízió egy 500 W-os angol gyártmányú adóval. Az adó ünnepélyes átadása december 26-án volt. Heti két alkalommal sugároztak műsort Szófia 148 regisztrált előfizetője számára.

– November 15-én meghalt *Charles Thomson Rees WILSON* (*1869) skót származású angol fizikus. 1927-ben kapott fizikai Nobel-díjat – *A. H. Comptonnal* megosztva – az elektromosan töltött részecskék pályáját láthatóvá tevő ködkamra megalkotásáért.

– November 21-én Budapesten meghalt *VEREBÉLY László* (*1883) Kossuth-díjas gépész- és villamosmérnök, Európa első villamosmérnöke

(1910). Kandó Kálmán munkatársa és munkájának folytatója volt: vezetésével épült meg az első országos erőmű Bánhidán, korszerűsítette a fázisváltós mozdonyt, villamosította a Budapest–Bécs vasútvonal hazai szakaszát. Ő javasolta a trianoni békekötés után a fázisvezetők színéül a vöröset, sárgát és világoskékét (Budapest zászlójának színeit).

– Az év végén az amerikai Philco cég – megelőzve a Sonyt – megkezdte a teljesen tranzistorizált, hordozható, fekete-fehér *Safari* (Mod. H2010L) tévé árusítását 250 dollárért. A készülék függőlegesen álló 5 cm-es képcsővel készült, a képet homorú, hétszeresen nagyító tükörben lehetett látni. A 21 tranzistoros vevő 7,5 V-ról üzemelt, mérete kb. 140×203×381 mm, tömege a telepekkel együtt 7 kg volt (7. ábra).

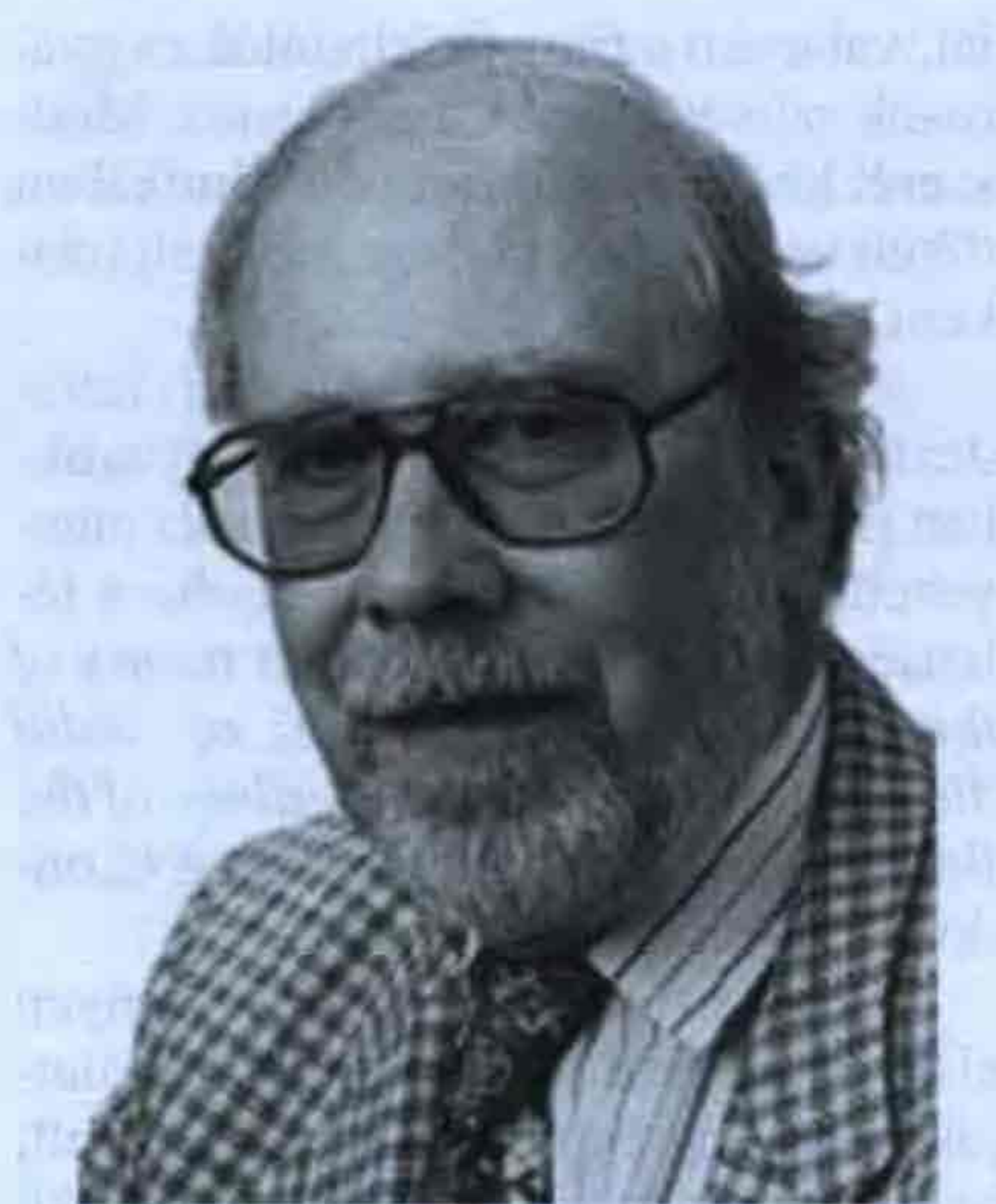


7. ábra. Az első sorozatban gyártott hordozható tranzistoros tévé [www.earlytelevision.org/]

75 éve történt

– Ebben az évben a fizikai Nobel-díjat nem adták ki.

– Január elsejével megalakult az *International Telecommunication Union (ITU)*, a Nemzetközi Távközlési Unió. Elődszervezetei: a Nemzetközi Táviró Unió (*International Telegraph Union, 1865*), Nemzetközi Rádiótáviró Konvenció (*International Radiotelegraph Convention, 1906*), ill. az ezek összevonásával megalakított *International Telecommunication Convention (1932)*. Az ITU 1947-től az ENSZ szakosított szervezete.



8. ábra. Niklaus Emil Wirth [www.verw.ethz.ch/]

– Január 13-án Budapesten megtartotta alakuló közgyűlését a Magyar Rövidhullámú Amatőrök Országos Egyesülete (MRAOE, a MRAE utódja). Az Egyesület a M. kir. Honvéd Művégtagpótló Intézet Mátyás tér 6. sz. alatti épületében kapott helyet. A műszaki tanácsadók között olyan neveket találunk, mint Nekolny Kurt, Molnár János vagy Jovitza György.

– Január 13-án meghalt *Paul Ulrich VILLARD* (*1860) francia fizikus, E. Rutherford munkatársa. 1900-ban felfedezte a radioaktív sugárzások harmadik fajtáját, a gamma-sugárzást. Nevéhez fűződik a feszültségtöbbszöröző kaszkádkapcsolás kidolgozása.

– Január 14-ről 15-re virradó éjszaka az európai rádióadók többsége – az 1933-as luzerni konferencia határozatának megfelelően – új hullámhosszra állt át. Több európai ország mellett hazánk sem írta alá a határozatot, mert abban *Budapest II.* számára a kedvezőtlen 227,1 m-es hullámhosszat jelölték ki, és az igényelt öt frekvencia helyett csak hármát ítétek meg. A *Budapest I.* számára kijelölt 549,5 m-es hullámhosszat a Magyar Posta elfogadta.

– Február 15-én született Winterthurban *Niklaus Emil WIRTH* svájci villamosmérnök, informatikus, a Pascal (1970), a Modula-2 (1980) és az Oberon (1988) strukturált programnyelvek kifejlesztője, a Lilith és a Ceres PC konstruktőre (8. ábra).

– Április 1-jén a Német Birodalmi Posta szabványosította az elektronikai tévé-adást és -vételt: a sorfelbontást 180-ban, a képváltási frekvenciát 25 kép/s-ban határozta meg.

– Április 18-án a Német Birodalmi Posta megkezdte kísérleti tévé-adását. A Telefunken gyártmányú berlini adó a 180 soros bontású képeket 6,77 m-en, a kísérő hangot 7,06 m-en sugározta. A filmbontást léghijas szekrényben percnként 6000-t forgó Nipkow-tárcsa végezte. Ebben az évben jelent meg a képernyőn a kontinens első tévé-be-mondója, *Ursula Patzschke* színésznő, aki a műsorközlés mellett saját monológjait és verseit is előadta.

– Június 6-án Daytonban meghalt *Charles Francis JENKINS* (*1867), az amerikai televízió egyik úttörője. A vákuum-fotocellára alapozott mechanikai képbontójú, glimmlámpás megjelenítőjű tévé-rendszerének segítségével már 1923 júniusában 48 soros bontású mozgó árnyképeket közvetített a haditengerészet NOF jelű adójáról (Anacostia) a mintegy 8 km-re lévő washingtoni laboratóriumába. A *Jenkins Laboratories W3XK* hívójelű rövidhullámú tévéadója elsőként kapta meg a Federal Radio Commissiontól az adóengedélyt, s 1928. július 2-től a *Jenkins Television* megkezdte Washingtonból rendszeres „rádiómozi” adásait (9. ábra). Az év végén az adásoknak már több ezer nézője volt az Egyesült Államok keleti partján.

– A július 1-én hatálybalépő távközlési törvénnyel egyidejűleg megalakul az Egyesült Államok hírközlését és műsorszórását koordináló független, öt tagból álló irányító testület, az *U. S. Federal Communications Commission (FCC)*. Előszervezete az 1927-ben létrehozott *Federal Radio Commission (FRC)* volt.

– Október 25-én Bécsben meghalt *KREMENEČKY János* (*1850) mérnök, a bécsi Első Osztrák-Magyar Villanyvilágítási és Erőátviteli Gyár, majd a budapesti Magyar Wolframlámpa-



9. ábra. Charles Francis Jenkins és a mechanikus képbontó. [www.tvhistory.tv/, a Popular Radio 1925. aug. 112. old. alapján.]



10. ábra. A Metallum izzólámpa reklámja. [Az Orion története, 1913-1963. 11. old. alapján.]

gyár Rt. (az Orion elődje) megalapítója. Ez utóbbi a Fővárosi Elektromos Művek Váci út 74. sz. alatti épületének negyedik emeletén kezdte meg működését 1913-ban, s az első időkben – az Egyesült Izzó konkurenseként – „Metallum” márkájú volfrámszálas izzókat gyártott (10. ábra).

– November 15-én megkezdődtek Moszkvában a rendszeres kísérleti tv-adások. A képbontásra és -visszaalakításra Nipkow-tárcsát használtak, a kép 30 soros bontású volt. Az első műsorban Csehov: A gonosztevő c. elbeszélése és egy énekszám hangzott el, majd balettet láthatott a munkásklubokban összegyűlt nézősereg.

– December 14-én jelentkezett először a Budapest II. rádió 20 kW-tal a 840 m-es, majd rövidebb ez után a 834,5 m-es hullámhosszon. A kísérleti adásokat december 23-án tették rendszeressé.

– December 20-án a csepeli adóállomást végleg felszámolták: ledöntötték a még állva maradt 120 m-es antenntornyot.

– December 23-tól rendszeressé vált a Magyar Rádió műsorainak sugárzása 6,84 és 13,81 MHz-en a Székesfehérvár-Sóstói állomásról.

– VRABÉLY Theodot budapesti tisztviselő elektronikai háttér-bekeverési találmányával elnyerte a marseillei nemzetközi versenyen a város nagydí-

ját, valamint a francia feltalálók és gyárosok szövetségének aranyérmét. Módszerét később a színes-tévé-technikában tökéletesítették, és „blue box” eljárás-ként vált ismertté.

– Clarence Melvin ZENER felfedezte a szilárd dielektromos anyagokban (nem a félvezetőkben!) a róla elnevezett letörési effektust, megadta a jelenség magyarázatát. Cikke *A theory of the electrical breakdown of solid dielectrics* címmel a *Proceedings of the Royal Society* lapban jelent meg (London, 1934).

– A genfi párbajtörvívó versenyen először használtak elektromos találatjelzőt. A gép együttes találatot jelzett, ha 40 ms-on belül mindkét versenyző talált. A törvívásban egy évvel később kísérelték meg a találatjelző bevezetését. Az 1914 előtti időkben a párbajtör és a tör hegyéből festékcseppek nyomódtak ki a védőkupakból, nyomot hagyva a plasatronon. A bíró az érvényes, megadott találatot ceruzával áthúzta. Amikor 1920-ban bevezették a háromszög alakú hegyet, a festék használata nem volt lehetséges.

100 éve történt

– Az ez évi fizikai Nobel-díjat „a drótnélküli táviró kifejlesztésében való érdemeik elismeréséül” Karl Ferdinand BRAUN és Guglielmo MARCONI kapta.

– Május 7-én Bridgeport (Connecticut) városában született Edwin Herbert LAND (†1991) amerikai fotokémikus, a Polaroid Corporation alapítója és elnöke. Kidolgozta és szabadalmaztatta a fekete-fehér és a színes diffúziós fényképezési technológiát, valamint az ehhez szükséges fényképezőgépet. (A polaroid eljárás alapját Rott Andor magyar feltaláló ötlete képezi!)

– Május 29-én Herényben meghalt GOTHARD Jenő (*1857) csillagász, gépészmérnök. 1880-as évek elején táviróvonalon telefon-összeköttetést teremtett a szombathelyi főgimnázium és herényi laboratóriuma, majd laboratóriuma és Konkoly-Thege Miklós 170–180 km-re lévő ógyallai csillagvizsgálója között. (Ez utóbbi volt az első hazai „interurbán” beszélgetés!) Felfedezte, és elsőként lefényképezte a Lyra gyűrűsköd központi csillagát. Több csillagászati és fényképezési műszert talált fel és készített el saját kezűleg, ezek között pl. egy kétaknás keresőjű „fotópuskát”, mellyel 12 lemezt lehetett exponálni.

– Január 16-án E. H. Shackleton antarktiszi expedícióján E. DAVID ausztrál geológus és csapata, D. Mawson és A. Mackay, felfedezték a mágneses déli sarkot a 72° 25' déli szélesség és 154° keleti hosszúság alatt. (A szerkesztő megjegyzése: a fenti adatok helyessége vitatott. A mágneses sarkok ugyan állandóan vándorolnak, de a déli sark ma megállapított, 65°, ill. 138° körüli koordinátáitól a fenti értékek irreálisan távol esnek.)

– Július 26-án Budapesten meghalt SCHENEK István (*1830) gyógyszerész, kémikus, a selmecebányai Erdészeti és Bányászati Akadémia vegytan tanszékének vezetője. Farbaky István-nal közös találmányukat – a közvilágításra is alkalmas, nagyfelületű és nagykapacitású ólomrácsos akkumulátort – 1884-ben szabadalmaztatták. A 18 V kapocsfeszültségű akkukat számos helyen használták: ezekről működött pl. a bécsi Opera, a selmecebányai Akadémia, a pesti Hungaria Szálló, a Tudományegyetem, a Műegyetem világítása.

– Az Egyesült Izzó bejegyeztette a TUNGSRAM védjegyet, mely az angol tungsten és a német Wolfram azonos értelmű szavak összevonásából származott. A volfrámszálas izzólámpák gyártására vonatkozó TUNGSRAM szabadalom amerikai gyártási jogát a General Electric 250 ezer dollárért vásárolta meg.

– Szeptember 9-én született Kingfisherben (Oklahoma) Arthur A. COLLINS (†1987) amerikai mérnök-fizikus, W9CXX RH-amatőr, a Collins Radio Co. megalapítója. Nevéhez számtalan rádiótechnikai találmány fűződik, pl. nagyfrekvenciás modulátor, LC-szűrő, mechanikus szűrő. Vállalata amatőr és katonai adó-vevőket gyártott (11. ábra).

– Megjelentek az első ívlámpák Budapesten, a Kerepesi út (ma Rákóczi út) Kis- és Nagykörút közötti szaka-



11. ábra. A Collins Radio Co. 51S-1 típusú kettős szupere 1959-ből (200 kHz – 30 MHz; AM, LSB, USB, CW) [www.dr-boesch.ch/radio/]

nullapontjával az 1709-es év leghidegebb hőmérsékletét választotta, második alappontként a víz fagyáspontját vette, és e tartományt 32 részre osztotta. Így az emberi vér „átlagos” hőmérséklete 100 °F-nek, a víz forráspontja 212 °F-nek adódott.

400 éve történt

– Galileo GALILEI itáliai természettudós – németalföldi minták alapján –

olyan kétlencsés teleszkópokat készített, amelyek egyenes állású képet adtak. (A máig gallilei-távcsőnek nevezett eszköz objektívét egy pozitív lencse, okulárját pedig egy negatív lencse képezte.)

A velencei dózsának is bemutatott első példány nagyítása 8-szoros, későbbieké 10...30-szoros volt. Ezek segítségével fedezte fel a Hold krátereit, a Jupiter három holdját, a Saturnus gyűrűjét (15. ábra).

– Johannes KEPLER német csillagász leírta a bolygók mozgását, matematikailag megfogalmazta, és nyilvánosságra hozta a róla elnevezett első két mozgási törvényt.

(E visszatekintés az 1992-es évkönyvünkben megkezdett, azonos című „sorozat” folytatásának is tekinthető. A szövegben *-gal a születési, †-tel a halálévi évet jelöltük. A szerk.)

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 alapmodul és kezdőmodul, USB-s tápkábel (9.990 Ft)
- **Szoftvert:** NightPic V8.1 + PicProg V2.5 programokat (11.990 + 5.990 Ft)
- **Útmutatót:** a „PIC - kezdőknek” című Hobby Elektronika Füzetet (2.790 Ft)



A Kezdő PIC-ező csomag ára csak 30.760 Ft!

Már megvette az **Útmutatót** (a HEF 3-at) és/vagy a **Szoftvert** (a NightPic V8.1 + PicProg V2.5-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

1

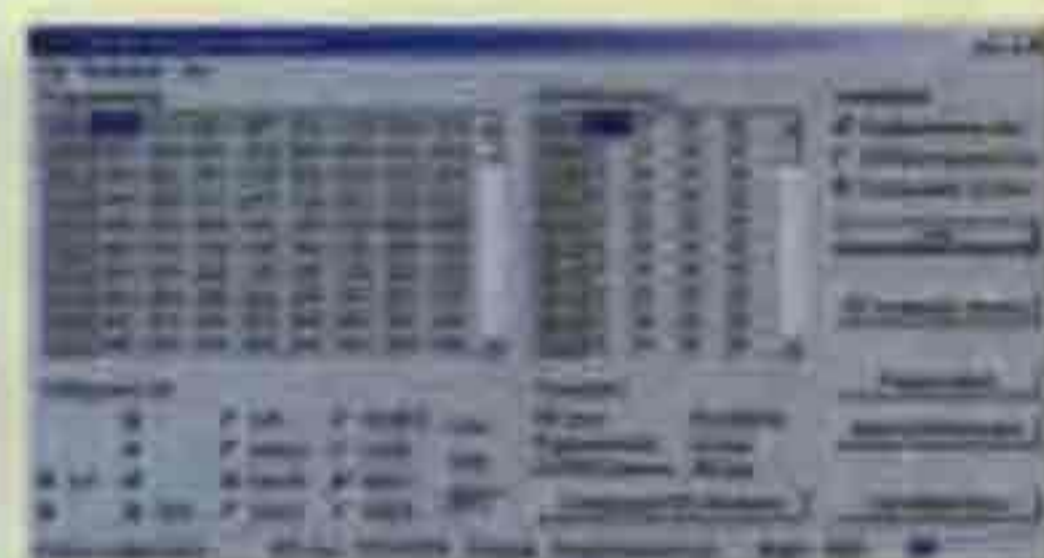
Laptopján csak USB port van?

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. 603 239-4932/36 239-4933/36
hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu

PICBASIC magyarul!

Nálunk kapható a nagysikerű NightPic szoftvercsomag legújabb verziója!

NightPic V8.1 – csak 11.990 Ft!

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. 603 239-932/36 239-4933/36 hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu

Titkos ábrák a csipek felületén

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök, KF GAMF Kar, madarasz.laszlo@gamf.kefo.hu

Az integrált áramkörökkel kapcsolatos sok különféle olvasnivalóban többek között ilyen kifejezések is feltűntek az utóbbi időben, mint a „chip art” (csipművészet), a „silicon art” (szilíciumművészet), a „chip graffiti” (csip graffiti), „silicon doodling” (szilícium firkálás), melyek mind ugyanazt a friss keletű önkifejezési módot takarják: az integrált áramkörök felületére rajzolt mikroszkopikus méretű grafikus alkotásokat.

A csipfirka-gyűjtemények megjelenése

Az integrált áramkörök litografikus lépések sorozatával készülnek. Kis hullámhosszúságú fényre érzékeny bevonatot képeznek a felületükön, és maszkokon át megvilágítják (vagy újabban az igen finom rajzolatot a még rövidebb hullámhosszúságú röntgensugárral „rajzolják fel”. A szerk.), majd oldószerrel lemossák a kikeményedett részletek közül a fényérzékeny anyagot. A keletkező „ablakokon” át kezelhető a szilícium felszíne. Az elkészült IC felületét felnagyítva a litografikus szilíciumkezelő lépések eredményei és a legfelső egy vagy több fémező réteg látható. Ha a legutolsó szilíciumkezelő maszkokon illetve a fémezőmaszkokon feliratokat, ábrákat helyeznek el, akkor ezek az elkészült áramkör felszínén láthatók lesznek.

A maszkokat készítő tervezők a maszkok kisebb-nagyobb kihasználatlan területeit látva gyakran engedtek a csábításnak, és valamilyen ábrát, felira-

tot, szellemes grafikát helyeztek el az egyébként üres részeken. Nagyon fontos, hogy ezek nem zavarhatják az IC működését, de a gyártását sem! Mivel csak a „művész” idejét kell rááldozni, nem jelentenek többletköltséget sem, ezért a gyártó cégek vezetői többnyire szemet hunynak a csipfirkák felett, bár ezek hivatalosan nem engedélyezett alkotások (ezért illik rájuk a graffiti elnevezés). Esetenként a típusjel vagy a gyártó logója jelenik meg az IC-en, ezt természetesen a gyártó „rendeli meg”.

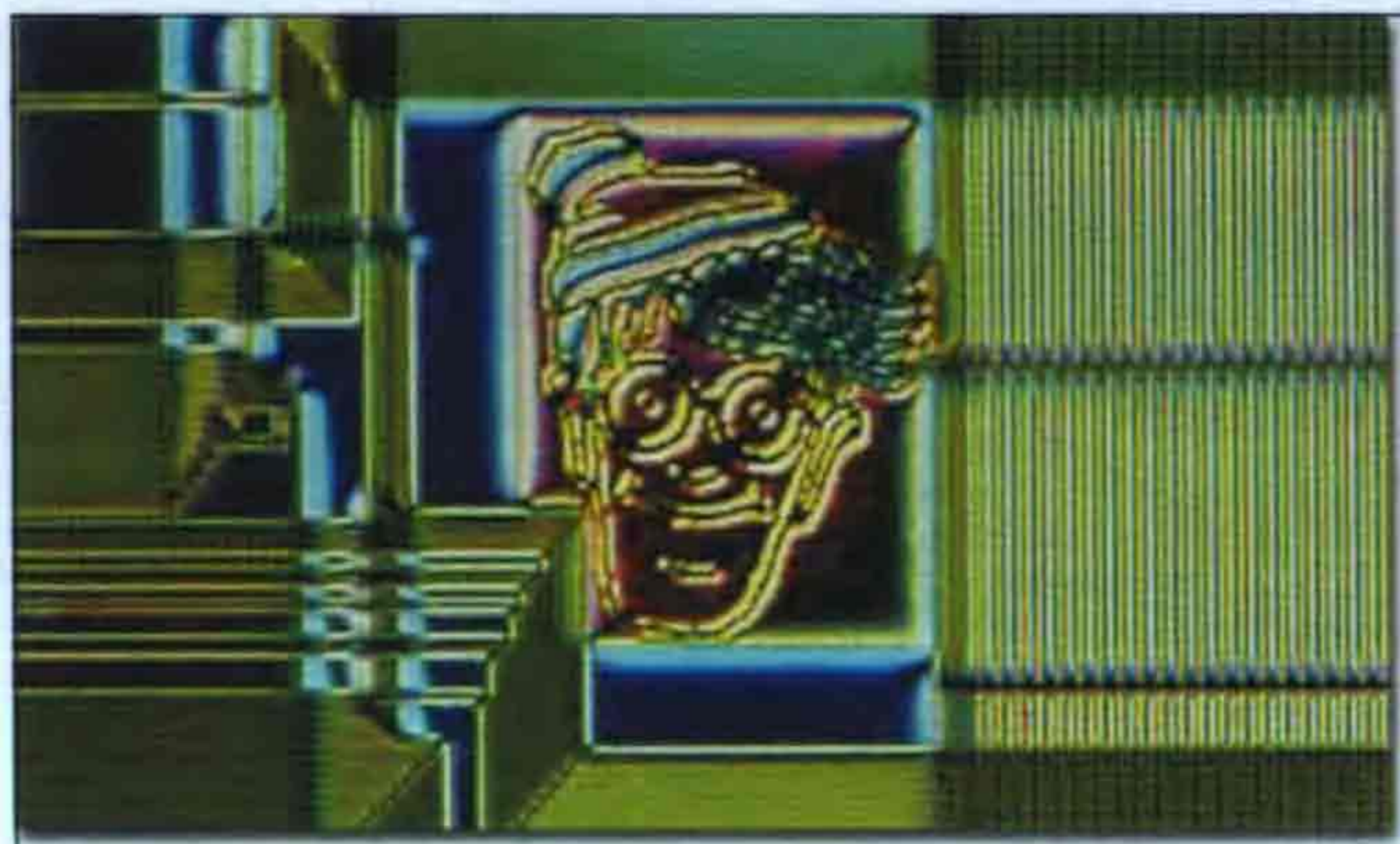
Nagyon sajátos művészeti tevékenység ez, hiszen az eredményét tulajdonképpen soha senki nem látja. A csipeket elkészülésük után műanyag vagy fémkerámia tokozásba helyezik, amin keresztül természetesen az ábrákat nem lehet látni. De ha kibontanak egy áramkört, akkor sem lehet azonnal gyönyörködni ezekben a firkákban, mert mikroszkopikus méretűek. Mivel félig-meddig illegálisak és rejtettek is, ezért sokan a szoftverekben megbújó „húsvéti tojások” hardveres megfelelőinek tartják ezeket.

A húsvéti tojás, azaz az „easter egg” [1, 2] olyan rejtetten elhelyezett működő program egy szoftveren belül, ami a szoftvertermékhez funkcionálisan nem kapcsolódik, attól teljesen független, általában a megrendelő nem is tud róla, a szoftver fejlesztője rejtette el. A szoftvertermék felhasználója általában igen speciális parancsok útján tudja aktivizálni ezt a rejtett programot, amit esetenként a készítői lepleznek le. A Microsoft egyes termékeiben pl. Pinball já-

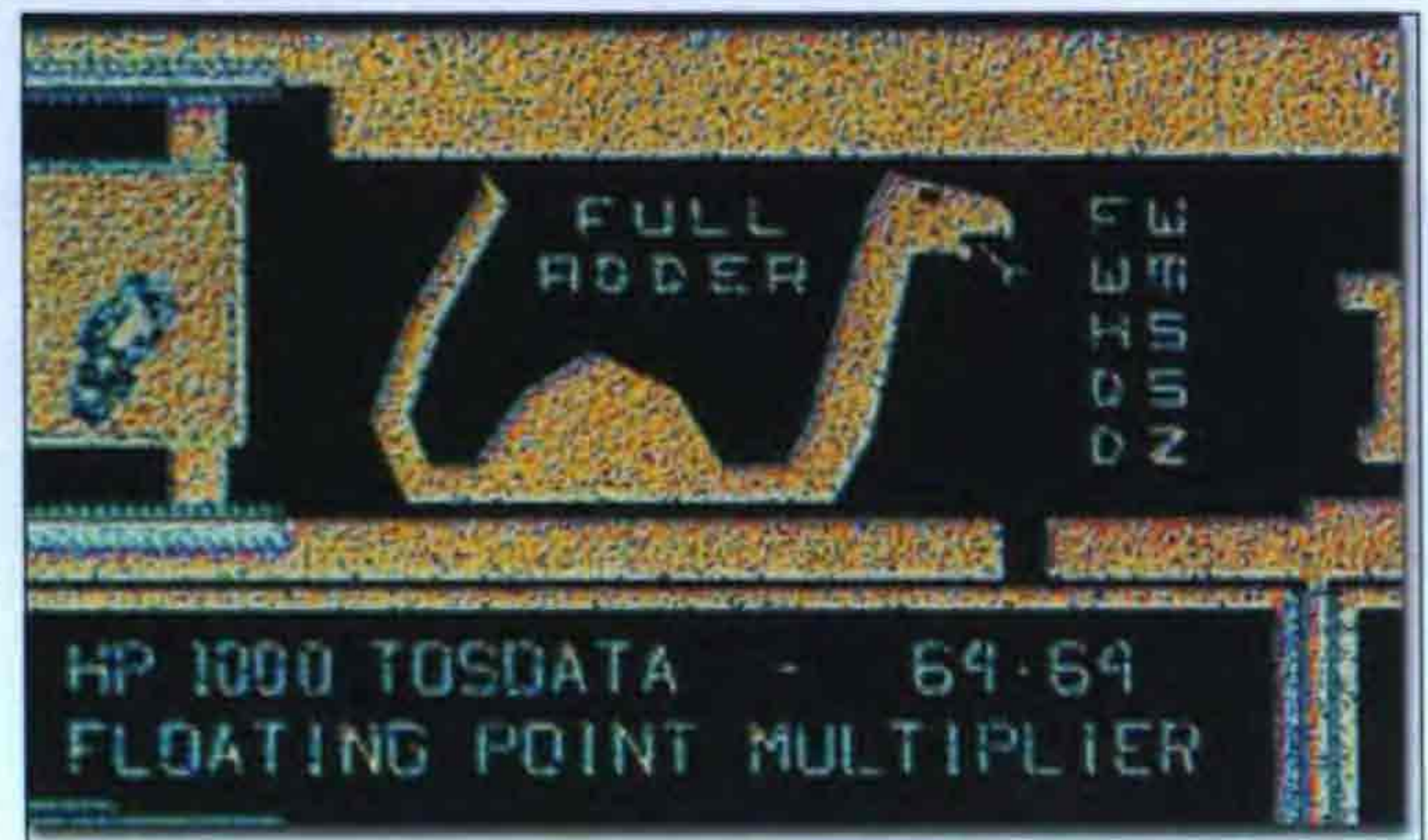
tékot, máshol repülőgép-szimulátort rejtettek el ilyen módon. A Microsoft, mint a legtöbb szoftvergyártó, küzd a húsvéti tojások ellen, a szoftverek javításainak egy része ezeket iktatja ki, de az új verziókba megint becsempésznek néhányat a programozók. Amikor egy szoftver termék 30 millió kódsorból áll, abban bizony bármit el lehet rejteni... A gyártók ellenérzései mellett az is egyre nehezíti azonban az ilyen programcskák beépítését, hogy egyre inkább szoftverek gyártják az új programokat, s az automatikus teszteken a funkció nélkülinek látszó kódsorok bizony fennakadnak.

Sajátos módon hasonló ok miatt ritkulnak az IC-firkák is, ahogyan a maszkok készítése egyre inkább automatikus (mind kisebbek a kihasználatlan felületek) és ahogyan az egyre komolyabb tesztelő szoftverek hibának minősítik a művészi rajzocskákat. Az is nehezíti az ábrácskák elhelyezését a csipeken, hogy rendkívül lerövidült a fejlesztési ciklus időtartama, feszített tempóval is éppen elég nagy feladat az áramkör maszkjainak a megtervezése, kevés idő marad a művészi tevékenységre...

Néhány esetben ezek az ábrák szerzői jogi pereket is eldöntöttek. Gyakori eset, hogy egy integrált áramkört a működésének elemzése után egy másik gyártó „visszafejt” és gyártani kezd (reverse engineering, visszafelé gondolkodó mérnöki tevékenység). A reverse engineering elfogadott fejlesztési megoldás, de elfogadhatatlan a termék vagy egy vagy több eredeti gyártá-



1. ábra



2. ábra

si lépésének egyszerű ellopása. Ha a fémező maszkot az eredeti IC lefényképezése alapján készítették el, akkor azon megjelent az eredetileg elhelyezett apró, funkció nélküli rajzocska, lebuktatva a tolvajokat. Ezt a szerepét azonban elveszítette az IC-grafika, mivel világszerte az IC-gyártás során alkalmazott maszkokat automatikusan teljes körű szerzői jogi védelem illeti meg és nagyon keményen büntetik az illetéktelen felhasználást.

Mike Davidson neve nagyon fontos az IC-firkákkal kapcsolatban. 2000-ig szinte semmit sem tudott a szakmai közvélemény ezeknek az ábráknak a létezéséről. Körülbelül hat éve Davidson, aki vezető kutatómérnök a Floridai Állami Egyetemen, laboratóriumában a következő évre állította össze képes naptárját. Naptárjaiban integrált áramkörök nagyított képei díszítették az egyes hónapok oldalait. Évente összegyűjtött tehát egy tucatnyi áramkört, kibontotta a tokozásukat és mikroszkóp alatt megvizsgálta, hogy eléggé mutatósak-e a naptárban való felhasználáshoz.

Éppen egy MIPS R4000 processzor rajzolataiban gyönyörködött, a nagy teljesítményű fénymikroszkópot a legkisebb (25-szörös) nagyítási fokozatra állatva, hogy a teljes áramkört nézhesse, amikor egy furcsa részletet vett észre. Megnövelte a nagyítást 100-szorosra, majd 600-szorosra. S ekkor váratlanul egy arc nézett rá vissza a mikroszkópból (**1. ábra**)! Az áramkörön a megszokott egyenes vonalak erdeje mögül Waldo, az akkori tinédzserek egyik kedvenc képregényalakja kukkantott ki. A fiatalember a „Who's Waldo”, azaz Hol van Waldo című sorozatban is mindig elrejtőzött, s lám, itt is bujkált éppen... És itt nehezebb is volt felfedezni, mint a sorozatokban,

hiszen ki kellett bontani az IC-t, s a megfelelő pontját kellett sok százszoros nagyításban vizsgálni, mert az apró kép alig 30 μm -es és memóriarészletek, buszvezetékek, regiszterek között rejtőzik!

Mivel Davidson web-oldalán folyamatosan szerepeltette mikroszkópikus felvételeit, ezt a képet is elhelyezte a világháló közönsége számára és várta, milyen észrevételeket kap. Rövidesen kapcsolatba is került *Kevin Kuhn*-nal, aki a MIPS Technology Inc. cégnél dolgozott, s aki elmondta, hogy tulajdonképpen aláírásnak szánták a maszktervezők a képecskét. Ugyanakkor Kuhn felhívta Davidson figyelmét arra, hogy számos más áramkör felszínén is található ábrákat, feliratokat. Davidson rövidesen már szenvedélyesen gyűjtötte a csipfirkákat, maga is sokat fedezett fel, de sokan küldtek is hozzá ilyen fényképeket. Hamarosan Davidson web-lapján, a Molecular Expressions-on belül egy új oldal jelent meg, a Silicon Zoo [3, 4]. Ma már több mint 300 ábrát láthatunk ebben a gyűjteményben. Vannak közöttük aláírások, névjegyek, reklámfigurák, mesealakok, filmbeli hősök, rajzfilmrészletek, közlekedési eszközök, állatok... A Silicon Zoo nem egyszerűen egy képgyűjtemény. A csipfirkák többségénél a „művész” kilétére is fény derül, az alkotás létrejöttének magyarázatát is megtaláljuk.

A másik közismert gyűjteményt a *Chipworks Inc.* ottawai cég gondozza [5], ők elsősorban a mai integrált áramkörökön megjelenő képeket gyűjtik össze, különösebb magyarázatok nélkül.

Vajon mi motiválja a csipfirkák készítőit? Bizonyára fontos számukra, hogy az utókor tudja, ezen a területen ők tevékenykedtek! Igaz, hogy egy IC

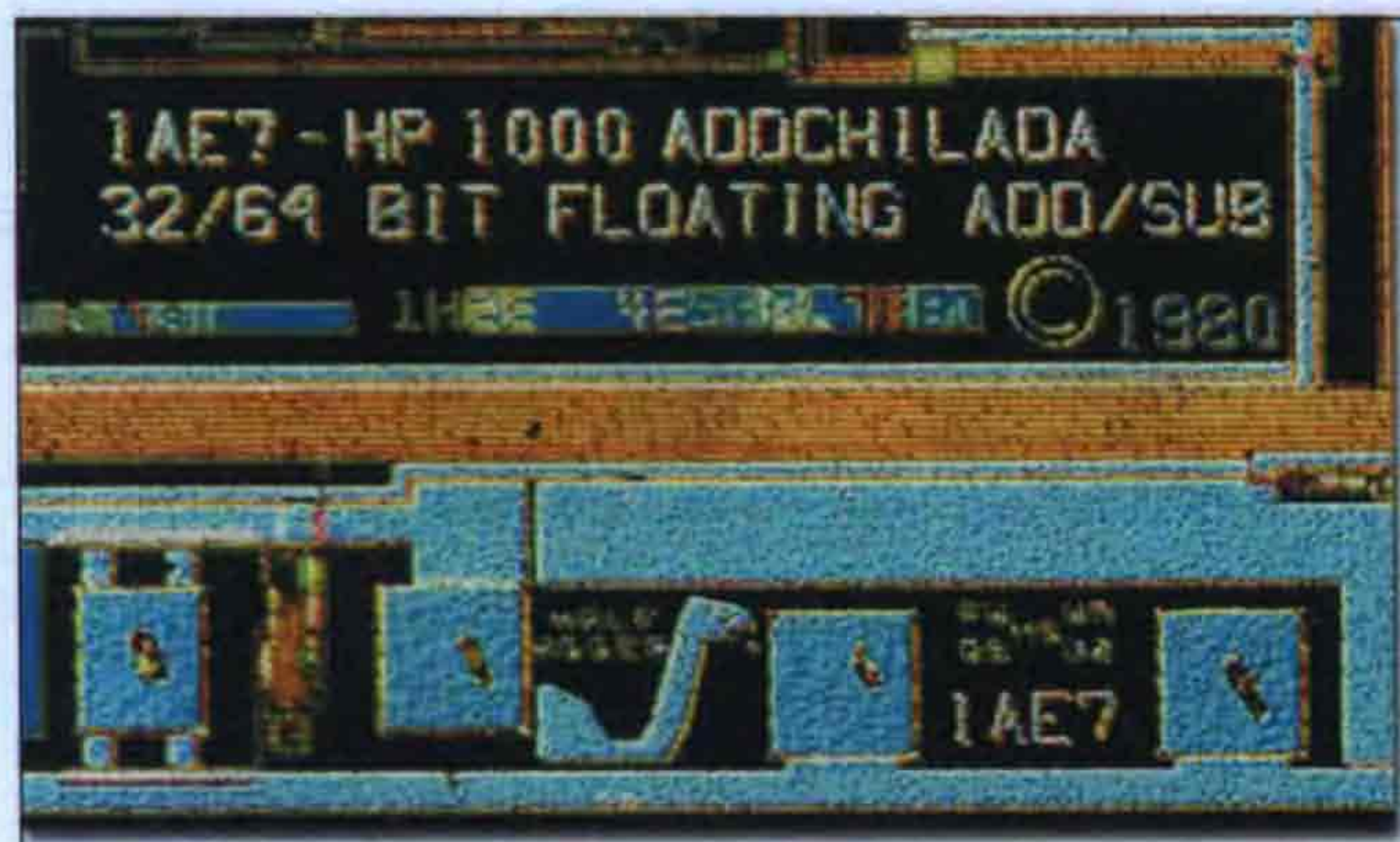
tokban elrejtett, csak mikroszkóp alatt látható képecske elég bizonytalan út a halhatatlansághoz... 2000 óta azonban ezek az ábrák, négyzetméteresre felnagyítva egyre gyakrabban tűnnek fel tervezőirodák vagy akár lakások falán is!

Esetenként tréfás kedvükben készítenek ilyen rajzocskákat a fejlesztők. *Willy McAllister*, a Hewlett-Packard tervezőmérnöke egy HP 1000 sorozatú aritmetikai áramkörön (TOSDATA) rajzolta meg a teljes összeadó „logoját”, egy éppen jóllakott kígyóként (**2. ábra**). Egy másik áramkörön félösszeadót kellett kialakítani, ide a kígyó felét rajzolta fel (**3. ábra**). Ezek az áramkörök egyébként a HP első SOS (Silicon-on Sapphire) jellegű integrált áramkörei voltak.

A HP-900/750/755 sorozatú számítógépekben a HP-PA processzor mellett volt egy memóriavezérlő áramkör, aminek a belső kódneve cheetah (gepárd) volt. McAllister már a fejlesztés elején keresni kezdett egy szép képet a gyors macskáról. A legjobbnak az IEEE Computer magazin 1986. szeptemberi számának címlapján szereplő fényképet találta, de ennek a lábai sajnos elmosódottak voltak. Megkérte feleségét, aki grafikus volt, hogy a fénykép alapján rajzoljon egy vágtató gepárdot. Ez a grafika került fel a csip felszínére (**4. ábra**). A 30 cm-es rajzot digitalizálták, lekicsinyítették, így építették be a maszkok ábráiba.

A gepárd valódi háromdimenziós ábra. A körvonalai az alsó fémező maszkon vannak kialakítva, a foltjai a két fémezést összekötő rétegben, tehát magasabban helyezkednek el.

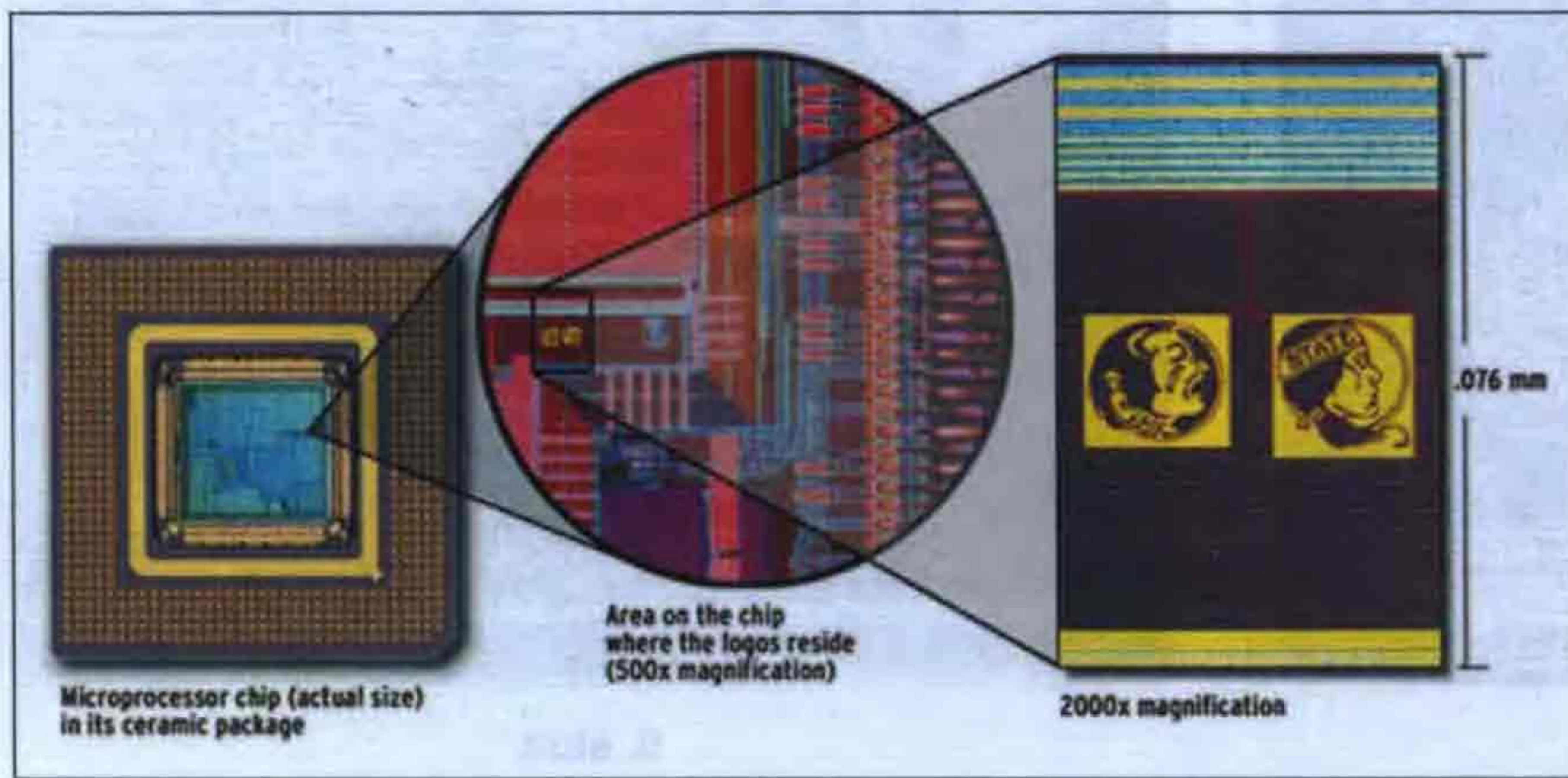
Miért is nehéz felfedezni ezeket az ábrákat? Ha csak olvassuk, hogy Waldo arca 30 μm méretű, nem is igazán fogjuk fel ezt az adatot. De ha arra gondolunk, hogy az emberi hajsza át-



3. ábra



4. ábra



5. ábra

mérője kb. 50...60 μm , már sejthetjük, mekkorák a rajzocskák!

A méretek fontosak az IC-firkák készítői számára is. Az ábrák vonalainak vastagsága, a rajzok kidolgozottsága, finomsága utal az IC gyártási technológiájának fejlettségére, ezen keresztül a teljesítőképességére, sebességére is! A vékonyabb vonalvastagság ugyanis kisebb méretű tranzistorokat jelent a csipben, s ezek egyúttal gyorsabb működésűek is. Az első mikroprocesszor, az Intel 4004 (még szó lesz róla) vonalvastagsága 10 μm volt, a mai LSI áramköröknél ez a méret kisebb, mint 0,1 μm .

Az ábrák felfedezésének nehézségét szemlélteti az 5. ábra [6]. A bal oldali részleten a MIPS R12000 mikroprocesszor teljes képét láthatjuk, közepen az 500-szoros nagyítású rajzolatot. Ezen már feltűnik az a részlet, amit 2000-szeresre nagyítva már jól látható a Floridai Állami Egyetem indián fejeket tartalmazó logója. A két fej együttesen 20x60 μm területet foglal el.

Amit az első mikroprocesszor firkái mesélnek...

1968-ban a Fairchild két alapítója, *Bob Noyce* (az IC egyik feltalálója) és *Gordon Moore* (a későbbi Moore-törvény megfogalmazója) kilép a cégtől és új vállalkozást alapít, amit később Intel-nek neveznek el (az integrated electronics szavakból alkotott elnevezéssel). 1969-ben már meg is jelent az első memóriaáramkörük (3101 típuszámmal, egy bipoláris 64 bites SRAM). Még ebben az évben megkezdte az Intel egy japán számítógépgyártó cég, a *Busicom*, és egy sorozat számítógéphez 12 különféle IC legyártását rendelte meg. Az Intel vezetői rö-

vid számolgotás után látták, hogy a cégnek nincs kapacitása a 12 IC határidőre történő kifejlesztésére, legyártására!

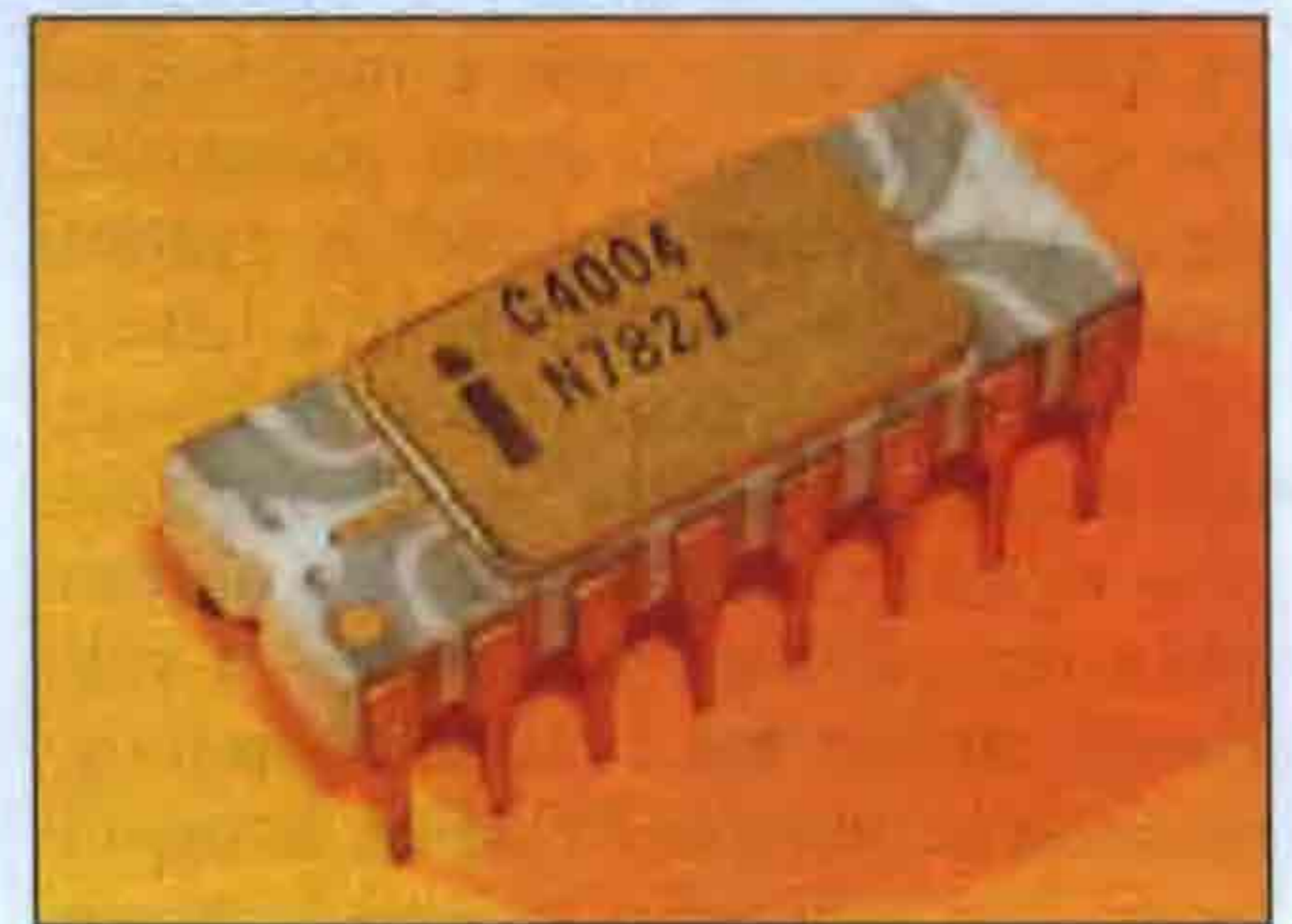
A történet további részét általában az alábbiak szerint ismerjük. Az Intel egyik mérnöke, *Marcian Edward (Ted) Hoff* úgy vélte, hogy elvállalható a számítógépek elektronikájának elkészítése, ha program alapján működő áramkörökkel oldják meg a feladatot, s így feltalálta a mikroprocesszort. Egy IC-készletet fejlesztett ki az Intel. A 4001 egy ROM áramkör, a 4002 egy SRAM, a 4003 egy I/O elem, s a 4004 a CPU, ez lett a világon az első mikroprocesszor (ezt a nevet csak később kapta meg).

A 4004 PMOS technológiával készült négybites processzor, 108 kHz-es órajellel, 2300 integrált tranzisztorral. Az 6. ábrán a 4004 látható, 16 kivezetésűes DIL tokozásával. Az IC felszínét a 7. ábra mutatja be. A csip 3x4 mm méretű, vonalszélessége 10 μm . Már ezen az ábrán is láthatóak betűk, amiket tovább nagyítva szép IC-firkákat is-

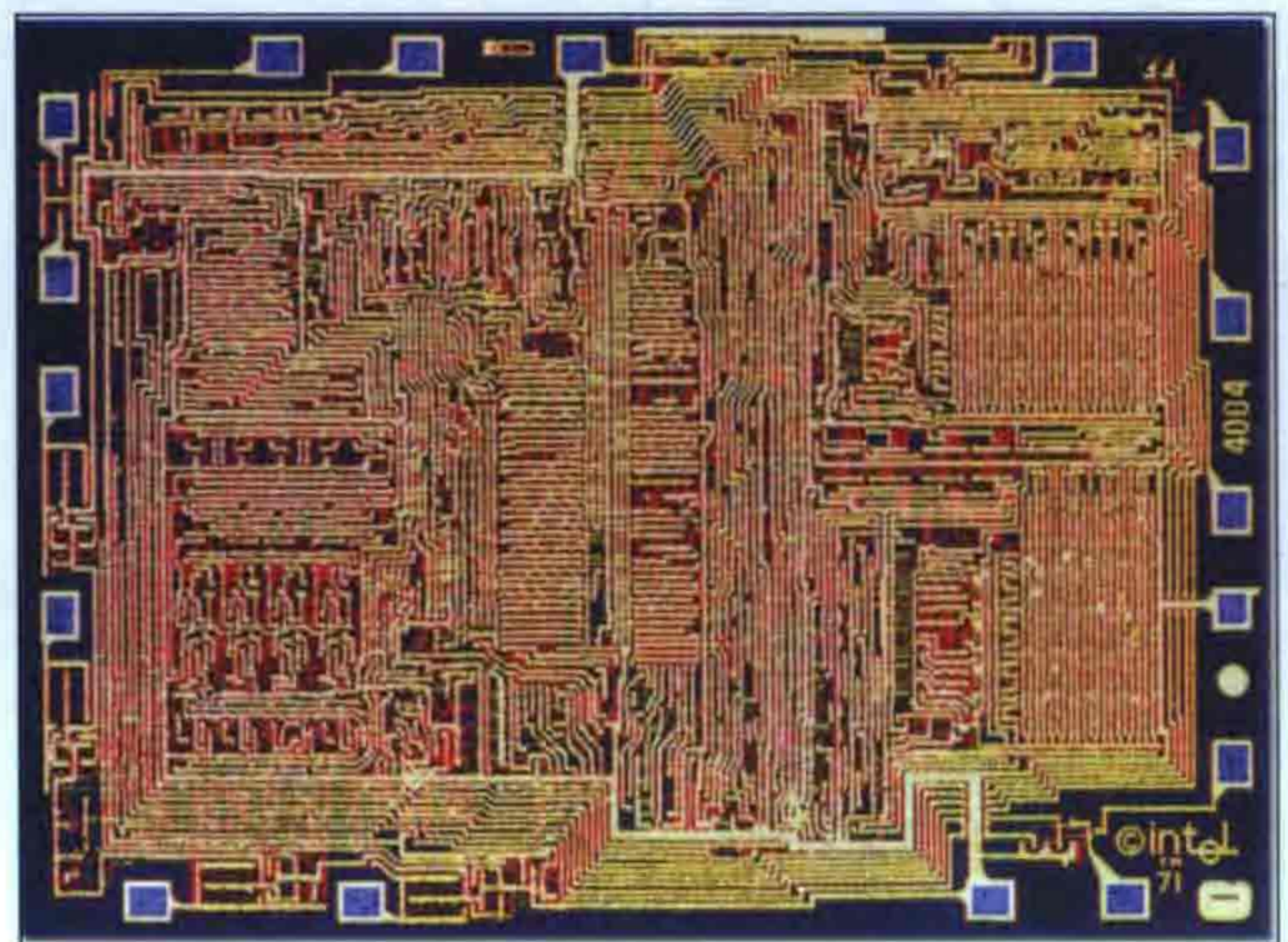
merhetünk fel. A 8. ábra mutatja be a 4004 felszínén elhelyezett Intel logót, a 9. ábrán pedig egy névjegyet láthatunk, de az nem Ted Hoffra utal! Ki állhat az F. F. monogram mögött? A válaszhoz a mikroprocesszor születését részletesebben meg kell ismernünk.

A világ első mikroprocesszora három fejlesztőmérnök közös munkája. A csoport tagjai *Ted Hoff*, *Stan Mazor* és *Federico Faggin*, akire az F. F. névjegy is utal. Az alapötlet valóban *Ted Hoff* agyából pattant ki, a számítógépekhez használható CPU utasításkészletét ő és *Stan Mazor* kezdték el kidolgozni. Ők fogtak bele a logikai részletek tervezésébe is, de világhossá vált, hogy az IC legyártásához szükséges maszkokat az Intel mérnökei nem tudják elkészíteni. Ekkor szerződtek a *Fairchild* kiváló IC-tervezőjét, *Federico Faggin*-t. A *Fairchild*-nál *Faggin* dolgozta ki a szilíciumkapus MOS technológiát, ami a kor legkorszerűbb, leghatékonyabb megoldása volt LSI áramkörök gyártására.

Negyediként vett részt a csapat munkájában a *Busicom* mérnöke, *Masatoshi Shima*. Őt eredetileg a fejlesztőmunka ellenőrzésével bízták meg, de hamarosan maga is bekapcsolódott a team tevékenységébe. A Hoff



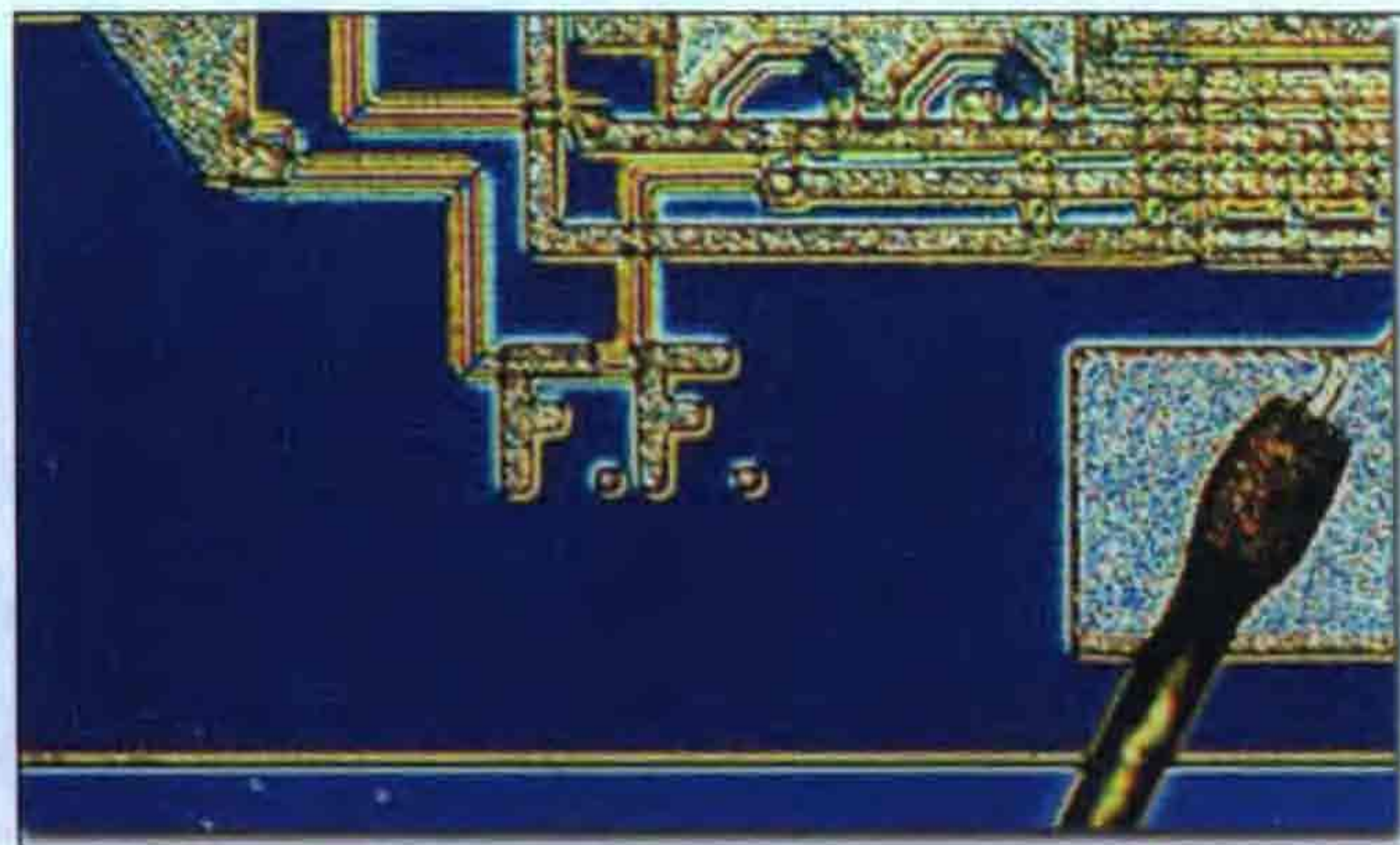
6. ábra



7. ábra



8. ábra



9. ábra

és Mazor által megtervezett logikai áramköröknek megfelelő maszkokat egymás után készítette el Faggin. A Busicom egyre jobban sürgette a csoportot, mert látszólag egymás után teltek el a hónapok és semmi nem történt. Azután 1970 nyarára elkészültek a 4001 első példányai, és az első próbagyártás 100%-os eredményt mutatott! Októberben a 4002-nél kisebb hibák jelentkeztek, amiket sikerült gyorsan kijavítani. A 4003 ismét elsőre hibátlanak bizonyult!

1970 decemberében készült el az első próbagyártott 4004-sorozat. Faggin nagy bánatára az áramkörök életjeleket sem mutattak! A hibát keresve kiderült, hogy nem a maszkokkal van gond, hanem az egyik maszkolási lépés egyszerűen kimaradt a gyártási folyamatból! Három hét múlva, januárban már működőképes 4004-ek készültek, az apróbb hibákat is gyorsan sikerült kijavítani, a következő sorozat 1971 februárjában már 100%-os volt! Ezután elkészültek a számítógép-programokat tartalmazó ROM-ok és márciusban már működött az első számítógép! 1 darab 4001, két darab 4002, 4 darab 4003 és egy darab 4004 alkotta

az elektronikáját. Az ötlettől a kész termékig tehát alig egy évnek kellett csak eltelnie! Csodálatos csapatmunka volt!

A 4004 felületén tehát Federico Faggin névbetűi láthatóak, aki a maszkokat készítette, s az Intel logóját is ő helyezte el az egyik sarokban. Ő volt a 4004 tervezője, s 1971. egy hideg januári hajnalán ő volt az egyedüli tanúja annak, amikor a tesztberendezésben az első mikroprocesszor működni kezdett.

Az Intel vezetői nem értékelték nagyra a tervezők eredményét, s csak több hónapos rábeszélés után vásárolták vissza a 4004 gyártási jogát a Busicomtól (60 000 dollárért). Mint ma már tudjuk, ez a befektetés alapozta meg a cég jövőjét.

Mindenesetre még évekig úgy tekintettek a vezetők a mikroprocesszorra, mint egy áramkörre, amit csak azért kell gyártani, hogy több memóriaáramkört lehessen forgalmazni, mivel az Intel jövőjét még egy évtizeden át a memória IC-kben látták.

Tulajdonképpen a 4004 egy célmikroprocesszor volt, számítógépek központi egységeként lehetett felhasználni. Az első nyolcbites mikroprocesszor, a 8008 is céláramkör volt, ez-

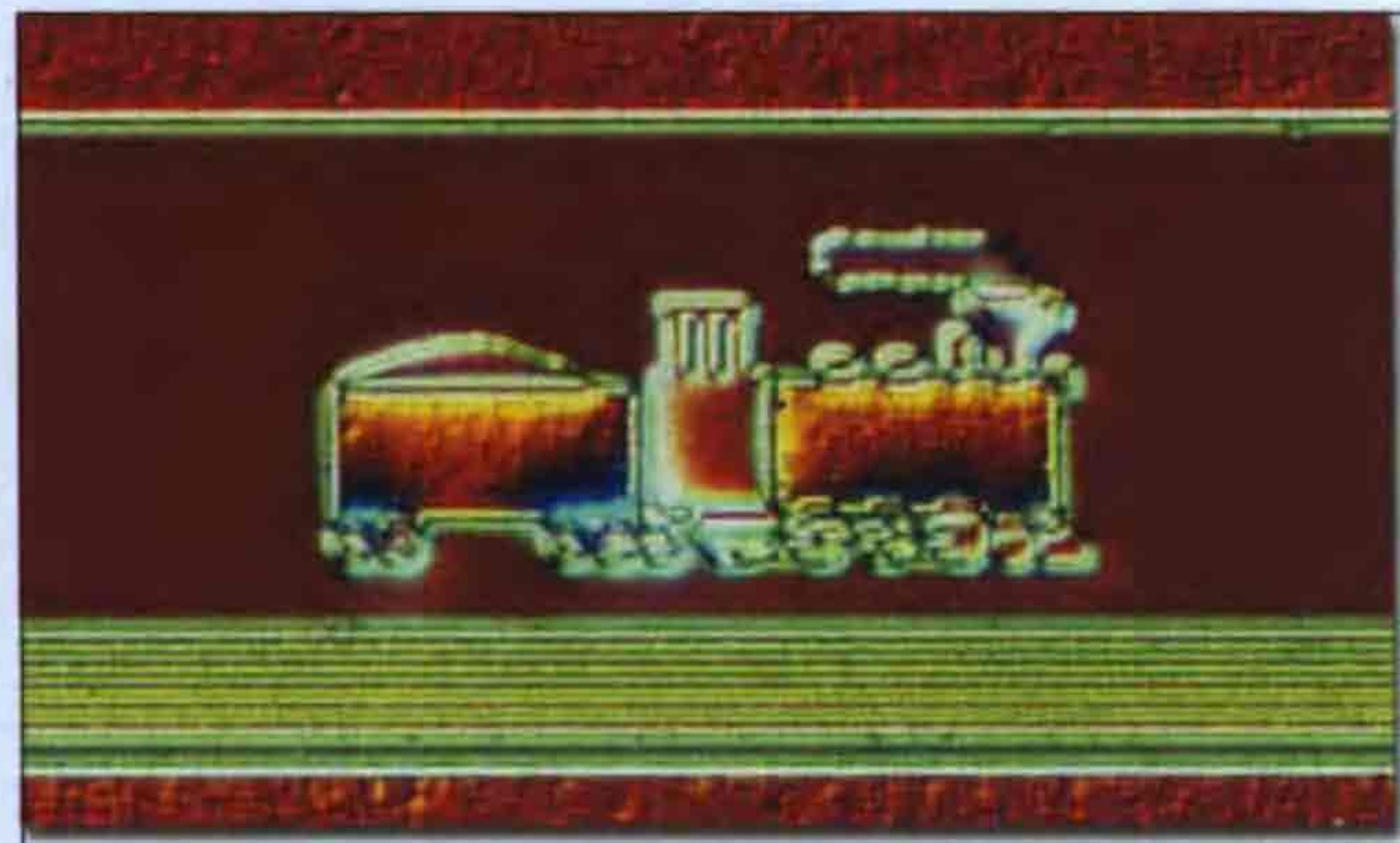
zel terminálok elektronikáját lehetett kialakítani. Az első, általános célú, nagy teljesítőképességű mikroprocesszor az 1974-ben elkészült 8080 lett, amelyik már NMOS technológiájú, s 40 lábú DIL tokban kiviteleztek. De ebben az évben Federico Faggin megvált az Inteltől, a Zilognál folytatta maszktervező pályafutását.

Néhány további csipfirka

Szeretnék még néhány felnagyított képet megmutatni a gyűjteményből. Az NCR Microelectronics cég által gyártott egyik memória IC felületén látható a *Wright testvérek* kétfedelű repülőgépe (10. ábra). Ez volt az a repülőgép, amely pilótával a fedélzetén először emelkedett fel önerejével a Föld felszínéről. Az IC-n a szárnyak fesztávolsága 200 μm , ami a valódi méretnél 60 000-szer kisebb. A repülőgép benzinmotorja 12 lóerős volt. A gépet *Orville és Wilbur Wright* a kerékpár-boltjuk műhelyében építették meg Daytonban (Ohio, USA), ahol az NCR Microelectronics is működik. Először Orville Wright emelkedett fel a géppel 1903 december 17-én. 12 másodpercig



10. ábra



11. ábra



12. ábra

legyen az áramkörön! Ezzel a kis lokomotívval arra utaltak az IC készítői, hogy az ASIC áramkörön többek között egy nagy hatékonyságú processzormag is található.

Egy mikrorajzon Miki Egér az egyik kezével a 12-re, a másikkal a 7-re mutat, mintha egy óra nagy- és kismutatója lenne a két keze (12. ábra). Nem véletlen ez a póz, mivel a rajzot a Mostek 5017 típusú óra-IC felületére csempészték rá a tervezők. Ez az ébresztőóra IC-t számos rádióba, asztali órába beépítették. Az órák használata közben senki sem tudta, hogy az IC-ben Miki egér folyamatosan és rendületlenül 7 órát mutat...

A bölénycsorda (13. ábra) a Hewlett-Packard 64 bites kombinációs osztóáramkörén, a FocusII Math nevű csipen található meg, ez egy 64 bites, kombinációs hálózatként kivitelezett matematikai segédáramkör. A bölényeket Dick Vlach maszktervező mérnök alkotta meg.

A Temic cég egyik RF IC-jét díszíti a 14. ábrán látható grafika. A Temic az egyik jelentős fejlesztője volt a SiGe néven ismerté vált korszerű IC-gyártási technológiának, amiről a 2004. évi *Rádiótechnika évkönyv „Új, megújult és újrafelfedezett anyagok a mikroelektronikában”* című cikkében olvashatunk részletesen. A SiGe áramkörök elsősorban rendkívül magas határfrekvenciájuk révén lettek népszerűek, így kezdtek háttérbe szorítani a korábbi galliumarzenid (GaAs) alapú nagyfrekvenciás termékeket. Ezt fejezi ki az ábra, ahol a SiGe Pac-Man figurája beke-

belezi a GaAs technológiát. A Pac-Man egy korabeli videójáték mindent felfaló figurája volt, onnan került a SiGe áramkör felületére.

Összefoglalás helyett

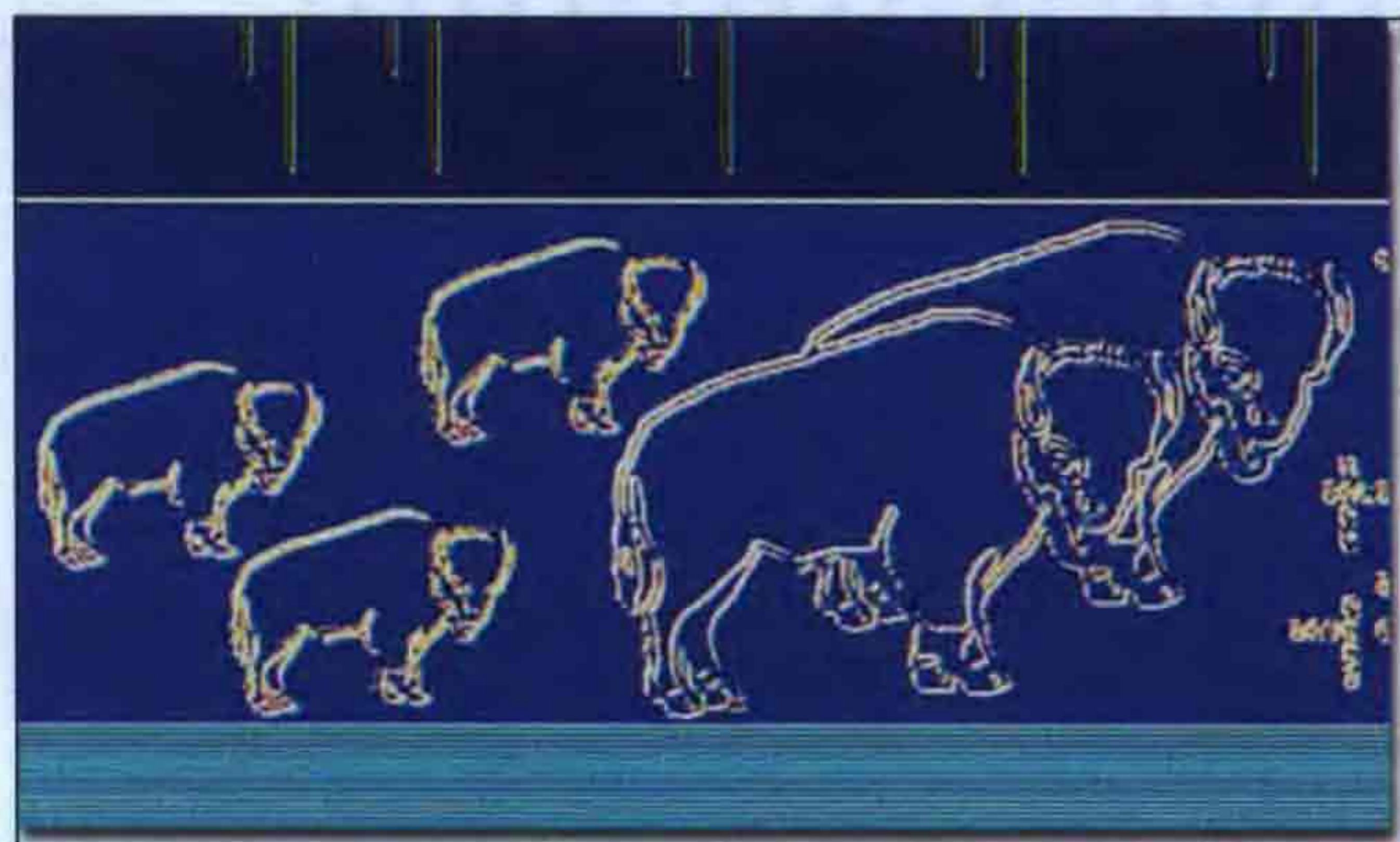
Gondolom, a bemutatott képek a Kedves Olvasót is megerősítik abban, hogy az emberi alkotókedv megtalálhatja a kifejezési formáit a gépiesen, tömegméretekben fejlesztett, gyártott technikai termékeken is; itt is, ott is feltűnik egy kis díszítés, egy apró rajzocska, ami azt jelzi: itt emberek élnek, emberek alkotnak! Száz és száz további érdekes, szép ábra látható a csipeken. Javaslom, hogy keressék fel a csipfírka-galériákat, biztosan szórakoztató élményben lesz részük!

Irodalomjegyzék

1. Vass Enikő: Húsvéti tojások. 2000. február 18. <http://www.index.hu/tech/szoftver/easter>
2. Easter Egg. A Wikipédia szabad lexikon szócikke. http://hu.wikipedia.org/wiki/Easter_egg
3. The Silicon Zoo, <http://microscopy.fsu.edu/creatures/index.html>
4. The Silicon Zoo, <http://micro.magnet.fsu.edu/creatures/index.html>
5. Silicon Art Gallery, http://www.chipworks.com/gallery/gallery_home.asp
6. Harry Goldstein: The Secret Art Of Chip Graffiti, IEEE Spectrum, Vol. 39. Issue: 3, Mar 2002. p. 50–56.
7. Marcian Hoff, <http://web.mit.edu/invent/iow/hoff.html>
8. A History of the Microprocessor, http://www.intel.com/intel/intelismuseum/exhibit/hist_micro/index.htm
9. Stephan Shankland: What art is hiding on your microchip? www.news.com

volt a repülőgép a levegőben, ez alatt 120 láb (kb. 36 m) távolságot tett meg.

Az Allen-Bradley/VLSI fejlesztésű ASIC chip felületén látható Bob Wepler keze munkája, a mozdonyból és szeneszkocsiból álló parányi vonatszerelvény (11. ábra). A rajzolatot itt két fémzési és egy poliszilícium-réteg alkotja, így ez is három dimenziós. A parányi ábrát Bob Wepler, a maszkok tervezője az egyik fejlesztőmérnök kérésére varázsolta a csipre. A kérés úgy szólt, hogy a lehető legkisebb mozdony



13. ábra



14. ábra



PIC mikrovezérlők alkalmazástechnikája (harmadik kiadás)

dr. Holman Tamás, ChipCAD Kft.

Alkatrész disztribútor könyvkiadó

A ChipCAD Kft.-ben, illetve azt megelőzően a Humansoft Kft. önálló üzletágaként már 15 éve forgalmazzuk a Microchip PIC mikrokontrollereit a hazai piacon. A kereskedelem mellett nagy hangsúlyt fektettünk a megfelelő műszaki ismeretek terjesztésére is. Dr. Kónya László cikksorozatából a kilencvenes évek közepétől sok „Rádiótechnika” olvasó ismerhette meg a PIC mikrokontrollerek használatának alapjait.

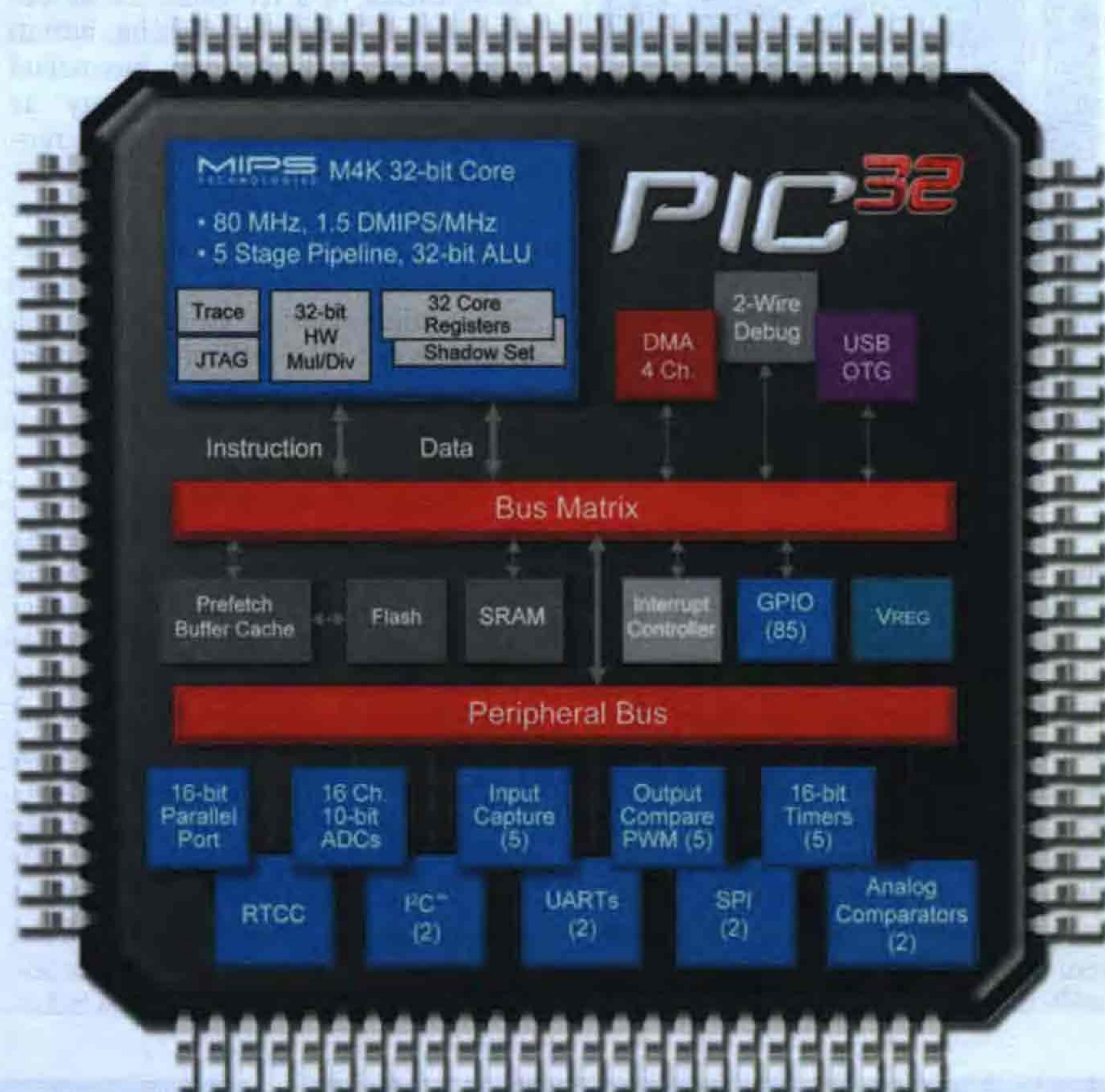
A szerző a BMF Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karának tanára, és a főiskolai oktatás mellett havi rendszerességgel, egynapos tervezőtanfolyamokat tartott a cégünk vásárlói részére. Oktatási tapasztalataira alapozva döntöttünk úgy, hogy kiadjuk könyv formában munkáját a hazai olvasóknak. 2000-ben jelentettük meg a PIC mikrovezérlők alkalmazástechnikája című könyvét, amit 2003-ban átdolgozva adtunk ki másodszor.

Az első kiadás

A Microchip céget 1989-ben alapították a korábbi General Instruments félvezetőgyárának a privatizálásával. Akkor a PIC mikrokontrollerek gyártását tüzték célul maguk elé, és a korábbi, saját gyártású winchester mágneses adattárolók részére kifejlesztett PIC, a Peripheral Interface Controller funkciót megvalósító céláramkört emelték át a világpiacon nyolcbites mikrokontrollereinek sorába.

A kis fogyasztású és gyors CMOS mikrokontrollereket szívesen fogadta a világ, és az 1989-ben induló PIC mikrokontroller gyártás legelső évében átlépték az egymillió darabos határt.

Rohamos gyártásbővülés kezdődött újabb és újabb mikrokontroller típusok kifejlesztésével párhuzamosan. 1994-re a Microchip PIC gyártása átlépte az összesített 100 millió, majd 1999-ben



az első egymilliárd darabos határt. A második egymilliárd darab gyártásához már nem kellett tíz év, 2002-ben sikerült a duplázás. A fejlődés azóta is töretlenül folyik, amit jól mutat, hogy 2007-re a leggyártott PIC mikrokontrollerek száma átlépte a hatmilliárdot. Az első kiadásban a PIC16F87X mikrokontroller család volt a legfejlettebb, így annak ismertetésénél zárult a kötet. A könyvvel sok hazai olvasó számára nyitottuk meg az utat a PIC mikrokontrollerek sikeres felhasználásához.

A második kiadás

A kezdeti öt alaptípus 2003-ra 200 fölé nőtt. A még továbbra is nyolcbites mik-

rokontroller architektúrákat új, PIC18-as flash memóriával továbbfejlesztett architektúrával egészítették ki, és megindult az új perifériákkal továbbfejlesztett mikrokontroller családok tervezése és gyártása.

A változások követési igényének kielégítésére alaposan átdolgoztuk a könyvet, és az akkor legújabb PIC18 mikrokontroller családot helyezve a könyv fókuszába, megjelentettük a második kiadást.

A harmadik kiadás

A második, ötezres példányszámú kiadás 2008 elejére teljesen elfogyott, és időszerűnek gondoltuk a PIC mikro-



Mikrovezérlők alkalmazástechnikája

A Microchip PIC32 mikrovezérlő a MIPS Technologies cég M4K típusú kis-fogyasztású RISC processzor magján alapul, utasításkészletként a kibővített MIPS32 Release 2 verziót használja.

A PIC32 processzor családot úgy tervezték, hogy C-ben programozva optimális kódgenerálást tegyen lehetővé. Több adat típust támogat, egyszerű, de rugalmas címzési módokat használ, ami az optimális fordításhoz szükséges.

A 32 bites utasításkészlet 32 darab általános célú 32 bites regisztert használ valamint további két regisztert a szorzás és osztás műveletekhez.

A PIC32 CPU egysége a MIPS Technologies cég 32 bites M4K processzora, a PIC24-es család perifériakészletével kiegészítve. M4K is Harvard felépítésű, különálló adat- és utasításbusszal rendelkezik, ami a buszmátrix (Bus Matrix) egységhez kapcsolódik. Bus Matrix ami a CPU-val azonos sebességgel működik (ez a SYSCLK frekvencia), lényegében egy nagy sebességű kapcsolórendszer, ami pont-pont kapcsolatot létesít a modulok között.

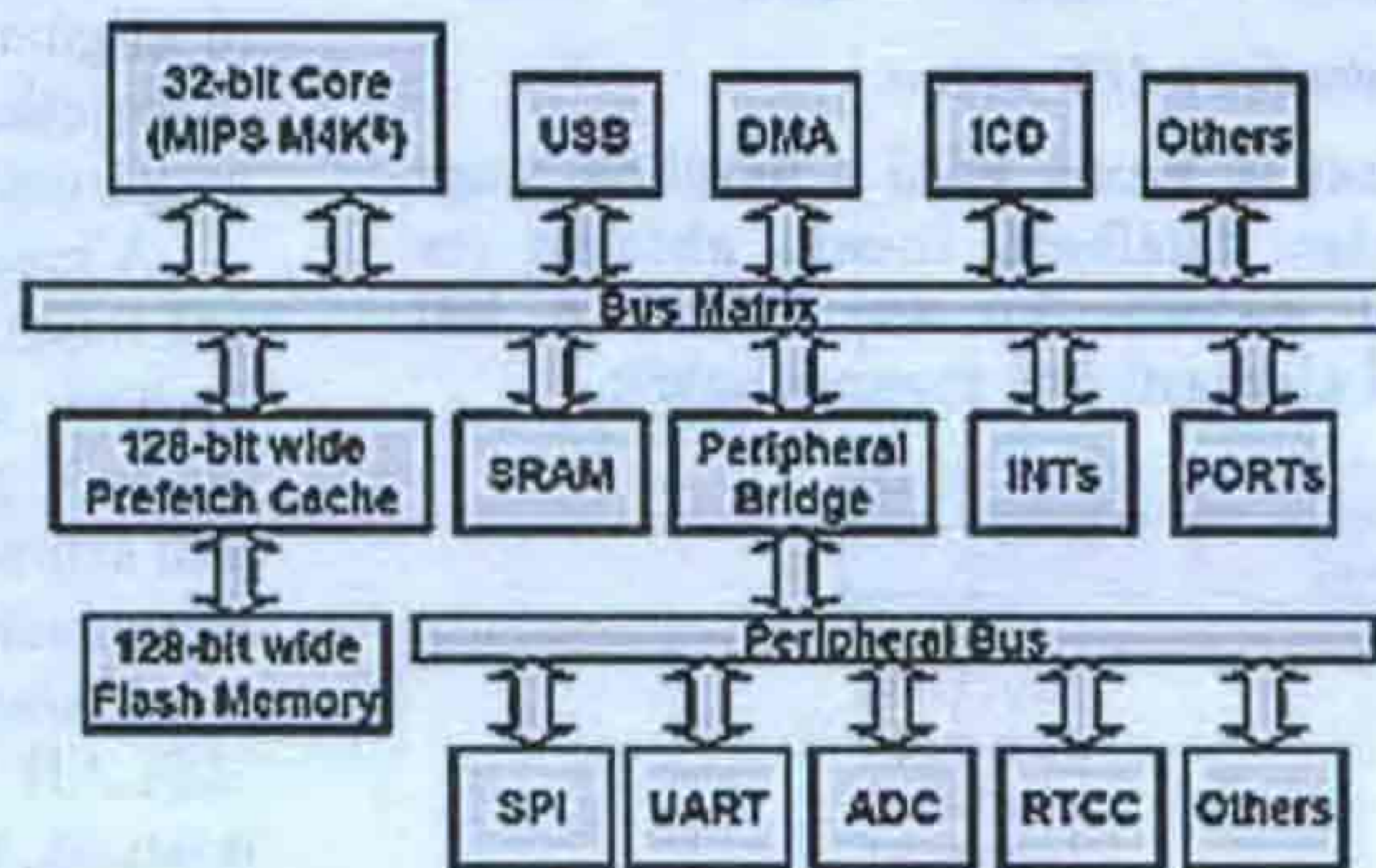
PIC32 egy 128 bit széles flash memóriát használ, vagyis egyszerre 4×32 bit egyszerre kiolvasható utasítást tárol. Ezt segíti egy 128 bites Prefetch Cache (előre lehívó tároló) modul. A modul képes a következő 128 bitet (4 utasítást) a memóriából lehívni, és egy gyors, a CPU magban elhelyezett cache memóriába betölteni. Ez lehetővé teszi, hogy a gyorsabb CPU ne várakozzon a lassúbb flash-ból való kiolvasásra.

Az M4K mag öt állapotú utasítás feldolgozóval (pipeline) dolgozik. Minden utasítás végigmegy az öt állapoton, vagyis egyidőben öt utasítás végrehajtása folyik, ez órajelenként egy utasítás végrehajtását jelenti. Ez 1.5 MIPS(MHz teljesítményt eredményez).

A memória leképzés úgy van kialakítva, hogy a program és adatmemória közös lineáris címmel érhető el. A programozó ezért egy címmutatót használhat, ami persze különálló címtartományokra mutat, és adat RAM-ból is történhet utasításvégrehajtás

A buszmátrixot a buszmester egységek vezérik, ezek a CPU, DMA, USB, ICD. Ezek képesek a többi modul irányába az írási vagy olvasási műveleteket elvégezni. A modulok - sebességüktől függően - két csoportra bonthatók:

PIC32 Block Diagram



2-48. ábra PIC32 működése

kontrollerekben beálló változásokat egy harmadik kötetben összefoglalni. Jelenleg, az Évkönyv szerkesztésének lezárásakor készült el a kiadvány kézírata, és megkezdjük annak nyomdai előkészítését.

Várhatóan 2008 decemberében jelenünk meg vele, de már most szeretnénk a 2009-es Rádiótechnika évkönyv olvasóit tájékoztatni a közeli könyvmegjelenésről és a kötet tartalmáról.

A második kiadás óta a Microchip az újabb PIC mikrokontrollereivel teljesen új területekre is belépett. 2004-ben indította a 16 bites dsPIC30 gyártását, amelyeket a kétszeres adatbusz szélesség mellett DSP jelfeldolgozó képességgel is felruházott, és 2008-ra már 150 típusból álló PIC24 és dsPIC családdá szélesítette.

2007 végén jelentette be a Microchip a harminckét bites mikrokontrollereit, és már 2008 tavaszára megkezdte a PIC32 mikrokontrollerek sorozatgyártását. 2008-ra nem csak a hatmilliárd darabos összes gyártási volumen lépte át a cég, de 500-nál is több mikrokontroller típus gyártásával büszkélkedhet.

A harmadik kiadásban nem kevesebbre vállalkozunk, mint az olvasó számára kellő támaszt adni a hatalmas bővülő PIC paletta használatához.

A Microchip korán felismerte, hogy a világpiac számára úgy lesz képes sokfajta PIC mikrokontrollert készíteni, hogyha azok fejlesztését és tervezését lehetővé tevő fejlesztőszerszámokat is elkészíti. Így a kilencvenes évek közepétől megfigyelhetjük, hogy programozó és hibavadász (debugger) eszközök és szoftverek készítésével segíti a tervezők munkáját.

Az egyre összetettebb PIC eszközök programozásához nélkülözhetet-

lenné vált a magas szintű programozási nyelvek használata és szoftverkönyvtárakba szervezett eljárásokkal való támogatása.

Az egyre komplexebb PIC mikrovezérlők által támasztott, egyre magasabb szintű kihívásra való válaszként indítottuk be a C programozási nyelv használatát segítő egynapos tervező tanfolyamainkat 2006-ban.

Kopják József, a BMF Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar tanára, villamosmérnök hallgatóknak tanítja a beágyazott rendszerek C nyelvű programozását, és felkérésünkre örömmel vállalta az ügyfeleink képzését. Két év

alatt 200 fölé nőtt a C tanfolyamainkon részt vett programozó szakemberek száma. Talán nem meglepő, hogy az ő oktatási tapasztalataival egészítjük ki a könyv harmadik kiadását.

Dr. Kónya László mellett *Kopják József* lett a harmadik kiadás társszerzője, hogy együtt adhassanak naprakész ismereteket a PIC mikrokontrollerek alkalmazási feladatait 2009-ben maguk elé tűző olvasóknak.

A harmadik kiadásban az időközben óriási méretűvé terebélyesedő téma miatt kerüljük a korábbi kiadásokban megfogalmazottak átemelését. Helyette újraszerkesztett formában – a koráb-

bi PIC-architektúrák jellemzőinek az összefoglalása mellett – az új architektúrák és perifériakészletének összehasonlító ismertetését tűztük ki célul.

Bár a második kiadás a mai napig érvényes és fontos ismereteket tartalmaz, nyomtatásban való ismételés helyett a teljes második kiadást elhelyezük a könyv DVD-mellékletén elektronikus formában.

A DVD-re kerül a könyv mintaprogramjainak, a Microchip fejlesztőeszközeinek és szoftvereinek a gyűjteménye.

Az olvasók azonnal használható szoftvereket kapnak a könyv mellé, amelyekhez indulásként a Microchip nagy sorozatban gyártott, emiatt olcsó készülékeit javasolunk megvásárlásra a könyv mintaprogramjainak a kipróbálására és az ismeretek elmélyítésére:

PIC Kit2 Starter Kit
PIC18F4X20 Starter Kit
Explorer 16 Kit

Az előző két kiadáshoz hasonlóan a harmadik kiadásban sem vállalkozunk arra, hogy adatlapokat pótoljunk, viszont célként tűztük ki, hogy könyvünk olvasói eligazodjanak az angol nyelvű adatlapokban és műszaki specifikációkban. Segítjük a gyártó honlapján való eligazodást és a tervezéshez nélkülözhetetlen adatok megtalálását, azok megértését.

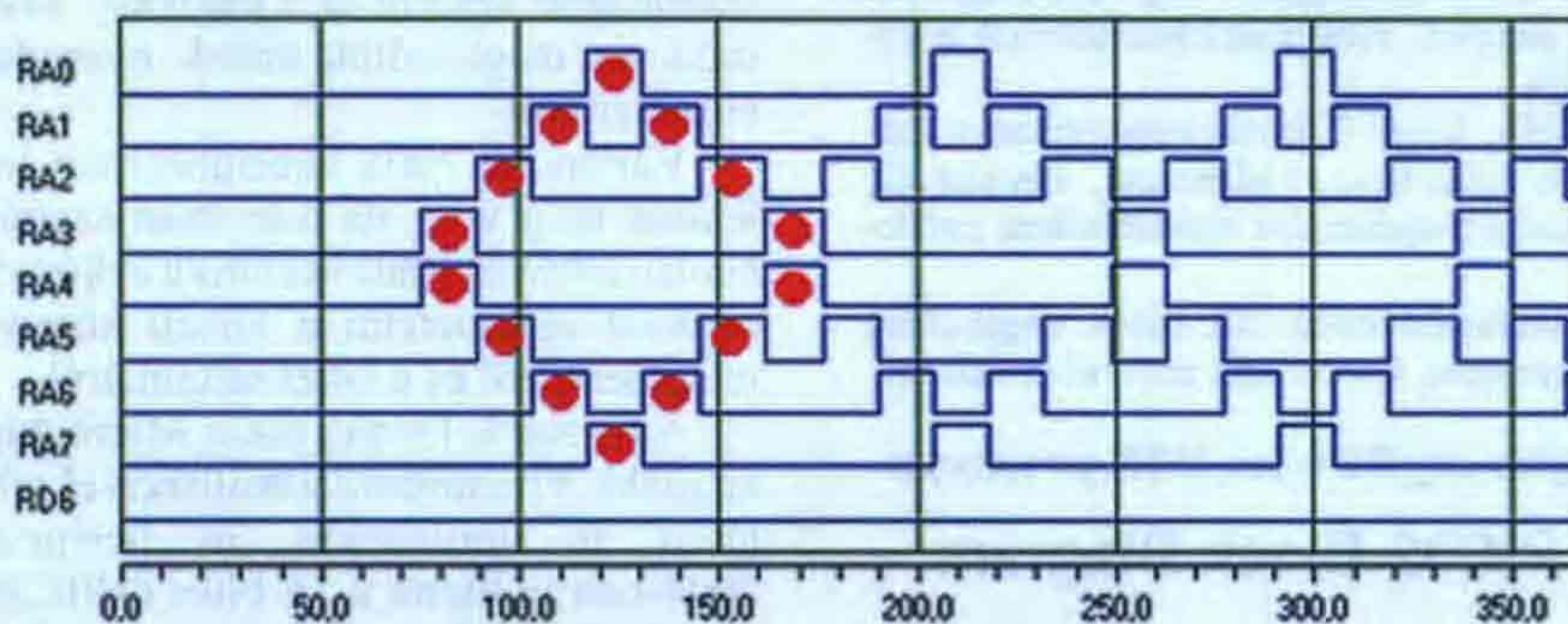
A magas szintű programozási nyelvek használatát ma már nem lehet megkerülni, emiatt kiemelt hangsúlyt adtunk a C programozási nyelvet elsajátítani szándékozó olvasók igényének kielégítésére.

A könyv véges terjedelme miatt az MPLAB C30 fordítóprogrammal dolgoztunk, és a mintapéldákat az univerzális Explorer 16 kísérleti panelre készítettük el. A C programozást bemutató fejezetek felépítésénél a teljesen kezdő, és a már C programozói jártasságot szerzett olvasók igényeit is figyelembe vette a szerző, így reményeink szerint minden szinten hasznos ismeretet nyújtunk.

A C programozási fejezetet végén összehasonlító elemzést adunk az összes PIC architektúra C nyelvű programozásáról és a fordítóprogramok sajátosságáról:

MPLAB C30
MPLAB C18
Hi-Tech PIC C
MPLAB C32

C fejezetek



5-5. ábra: Tárolt minta megjelenése a LED-soron.

Érdeemes a watch ablakba a tömbünket is hozzá adni a listához, vagy kinyitni a View → Locals menüpont alatt található locals ablakot (az ablakban az összes változó megjelenik automatikusan). Mind a két ablakban a tömb kinyitható, és az értékei elemenként megnézhetők.

Address	Symbol Name	Value
080A	chLedKep	
080A	[0]	00011000
080B	[1]	00100100
080C	[2]	01000010
080D	[3]	10000001
080E	[4]	01000010
080F	[5]	00100100
0808	vIndex	0x0003
0806	vTombElemszam	0x0006

5-6. ábra: A chLedKep tömb elemei a Locals ablakban

Most helyezzük vissza a már megszokott késleltető rutinunkat a programba, de most az időkorlátot 2000-re csökkentjük le. Töltsük le a programunkat a mikrokontrollerbe. Fogjuk kezünkbe a fejlesztőpanelt, és kezdjük el jobbra-balra mozgatni a kezünkkel, olyan gyorsan, hogy a szemünk előtt is megjelenjen az alakzat. Ezt a programot igazából sötétben érdemes kipróbálni, mert a LED-ek fényereje nem olyan erős, hogy nappali fény mellett is megjelenjen az alakzat. Jó szórakozást kívánok hozzá!

```
#include <p24fj128ga010.h>
_CONFIG1( JTAGEN_OFF & FWDIEN_OFF )
_CONFIG2( POSCMOD_HS & FNOSC_PRI )

main ( )
(
    unsigned char chLedKep[] = // A LED-mintát tartalmazó táblázat
    (
```

Nagyfrekvenciás erősítőkapcsolások 2. rész

Bus László okl. villamosmérnök

A 2008-as évkönyvben megjelent cikk folytatásaként ezúttal a szélessávú változatokat ismertetjük. A bemutatásra kerülő áramköröknek jó nagyfrekvenciás jellemzőik vannak, mint pl. a jó frekvenciaátvitel széles sávban, kedvező zaj, jó kivezérelhetőség kis intermodulációs torzítás mellett. Ez egyrészt az erősítőkben alkalmazott félvezetőknek (mikrohullámú tranzistorok, tranzit-frekvenciájuk a gigahertzes tartományba esik), másrészt az áramköri tervezésnek köszönhető.

A nagyfrekvenciás erősítőkapcsolások szélessávú változatainak ismertetését terjedelmi okok miatt két részre bontjuk. Jelen közleményben tárgyaljuk a diszkrét elemekkel megépített kapcsolásokat, míg a műholdas és a mikrohullámú monolitikus integrált áramköri (MMIC) kapcsolásokat a sorozat 3. részben fogjuk ismertetni.

A korábbi években a „Rádiótechnika” és a „Hobby Elektronika” hasábjain már bemutatásra kerültek a diszkrét elemekkel felépített erősítőkapcsolások, amelyek tárgyalásánál először az egyfokozatú, majd a kétfokozatú változatot ismertetjük, függetlenül attól, hogy az melyik sávban működik. Az egyes kapcsolások ismertetésénél a gyakorlati alkalmazhatóságra helyezük a hangsúlyt.

Követelmények, műszaki jellemzők

A most ismertetésre kerülő szélessávú, nagyszintű kapcsolásokat elsősorban családi és társasházi övezetben házerősítőként való alkalmazásra javasoljuk, de lakótelepi viszonylatban 5–10 előfizető kiszolgálására is alkalmazhatók.

Kábeltelevíziós hálózatok rendszertechnikájában a házerősítő az utolsó aktív építőelem, amelynek valamennyi fontos paraméternek teljesülnie kell, mint pl. a jel-zaj viszony, keresztmodulációs arány, másod- és harmadrendű intermodulációs torzítás stb., valamint az előfizetői pontra előírt minimális értékének felvétele egy minimális tartalék mellett. A házerősítők rendeltetése a házhálózatban elhelyezett passzív építőelemek (koaxiális kábelek, elosztók, iránycsatlók, előfizetői csatlakozóaljzatok) csillapításának

kiegyenlítése. Családi- és társasházias környezetben előnyösen lehet alkalmazni a két vagy három kimenetű erősítőket. A házerősítőknek általában kedvezően alacsony zajszám mellett nagy erősítéssel, nagy kimenőszint mellett kedvező torzítási paraméterekkel kell rendelkezniük.

Annak érdekében, hogy az előfizetői pontokon a jó minőségű, színes kép biztosítva legyen, egyrészt az erősítő bemenetére érkező hasznos jelnek elégtő jel-zaj viszonytal kell rendelkeznie. Ez a gyakorlatban 43...45 dB közötti értéket jelent. Másrészt, a nagyszintű erősítőkre vonatkozó paramétereknek is teljesülniük kell.

Ezek után összefoglaljuk azokat a jellemzőket, amelyeket a szélessávú, nagyszintű erősítőknek teljesíteniük kell:

1.) **Zajszám.** A legtöbb esetben maximális üzemi erősítés mellett az átvinni kívánt legmagasabb frekvenciára (legfelső műsorcsatorna) adják meg.

2.) **Sáv szélesség.** Azt a frekvenciatartományt jelenti, amelyen belül az erősítés frekvenciamenetének változása az előírt értéken belül marad;

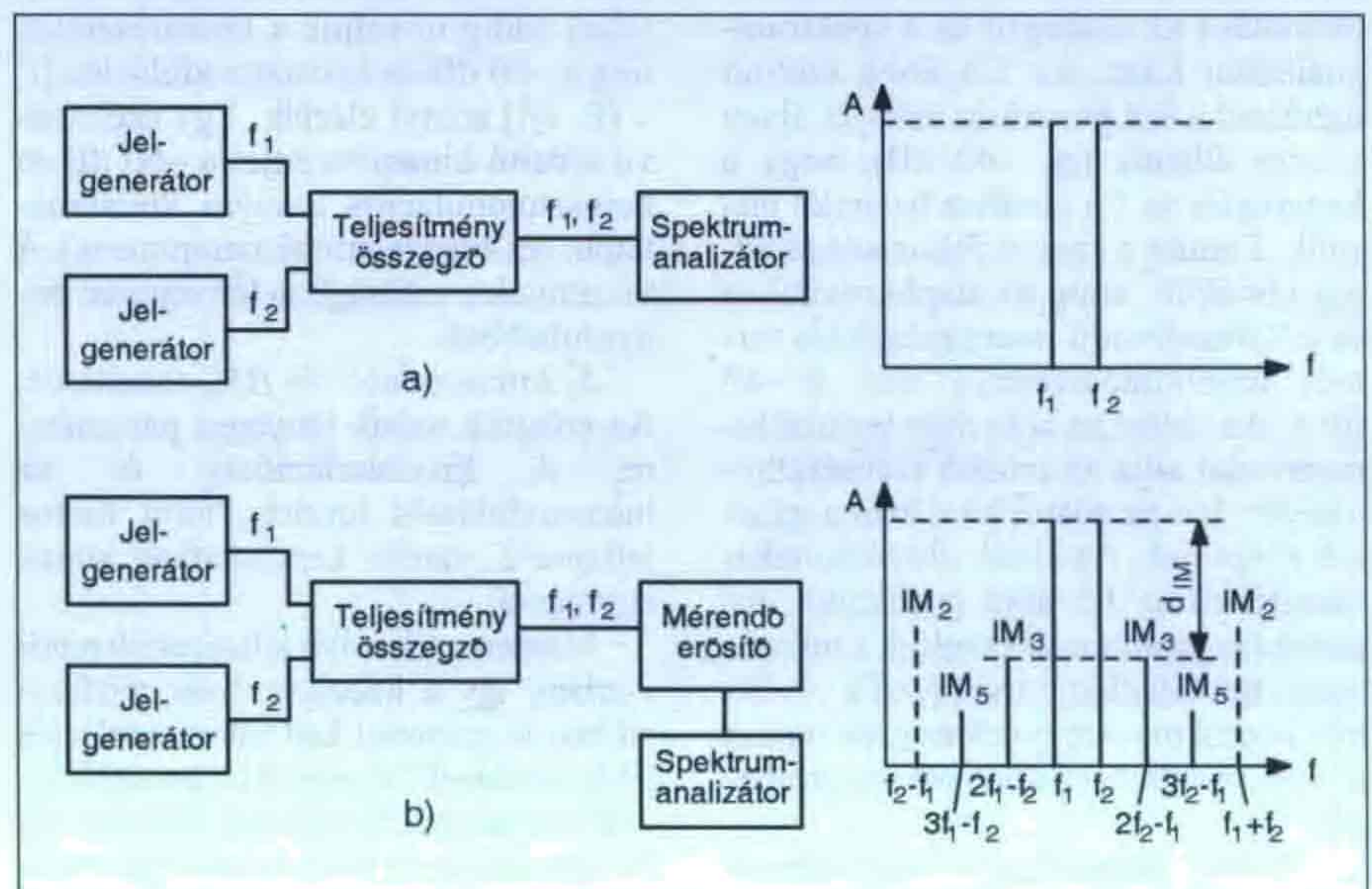
3.) **Illesztés.** A jó átvitel érdekében mind a bemenet, mind a kimenet széles sávban illeszthető legyen. Az illesztés a gyakorlatban az impedanciahelyes lezárást jelenti, ami a nagyfrekvenciás jel

veszteségmentes átvitelének feltétele. A névleges hullámimpedanciától való eltérés veszteséget (jelszint csökkenést) okoz, és a kábel hossz függvényében amplitúdóhibát eredményez. Manapság az egyedi és lakótelepi házhálózatokban alkalmazott koaxiális kábelek hullámimpedanciája $75 \pm 2 \Omega$.

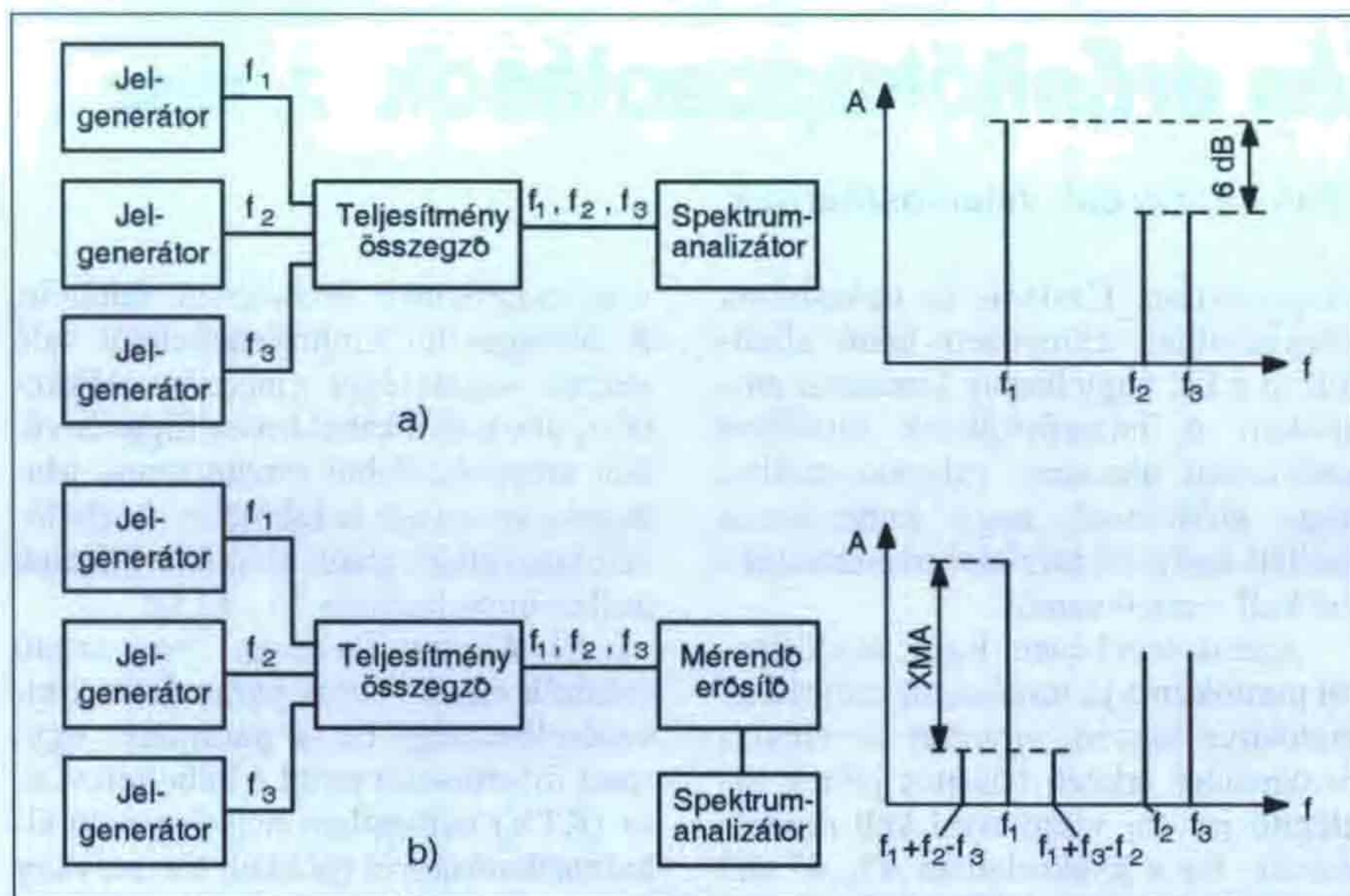
4.) **Kivezérelhetőség.** Nagyszintű erősítők egyik fontos paramétere a kivezérelhetőség. Ez a paraméter egyrészt információt nyújt a kábeltelevíziós (KTV) hálózatban helyileg való alkalmazhatóságról (például törzs-, vagy vonalerősítőként), másrészt arról, hogy hány előfizetőt képes ellátni. Egy szélessávú erősítőnél háromféle kivezérelhetőséget szoktak megadni:

- maximálisan megengedett bemenő szint,
- kivezérelhetőség két műsorcsatorna átvitele mellett,
- tipikus kimenő szint sokcsatornás műsor átvitele mellett.

Maximális bemenő szint. Két egymástól eltérő szempont alapján megállapított értéket vesznek figyelembe. A maximális üzemi bemenőszint esetén kapjuk a két műsorcsatorna átvitele mellett adódó maximális kimenő szintet. A másik bemenőszint érték az a határ, amelynek rövid idejű fellépése esetén



1. ábra



2. ábra

az erősítőben alkalmazott félvezetők még nem szenvednek maradandó károsodást. Hibrid-integrált áramkörökre a gyártók a maximálisan elviselt bemenőszint értéket 55...65 dBmV között adják meg.

Kivezérelhetőség két műsorcsatorna esetén. A kétgenerátoros (két mérőjeles) mérés elvi rajza az **1.a ábrán** látható, ahol a generátorok azonos amplitúdójú és különböző frekvenciájú jelet szolgáltatnak. A generátorok jelét egy teljesítményösszegzőn keresztül vezetjük a spektrumanalizátorra, hogy a jel-tisztaságot ellenőrizzük. Ekkor az analízator képernyőjén a két mérőjelen kívül más nem látható. A mérés következő fázisában történik a mérendő erősítő beiktatása az összegző és a spektrumanalizátor közé. Az **1.b ábra** szerinti mérésnél a két generátor szintjét olyan kicsire állítsuk (pl. -40 dB), hogy a képernyőn az 1.a ábrához hasonlóan lássunk. Ezután a szintet fokozatosan addig növeljük, amíg az alapharmonikus és a harmadrendű intermodulációs termék amplitúdóviszonya eléri a -60 dB-t. Az ehhez az arányhoz tartozó kimenőszint adja az erősítő kivezérelhetőségét. Ezt az adatot általában a gyártók megadják. Az előbb elmondottakat szemlélteti az 1.b ábra grafikonja. Az ábrán szaggatottan ábrázoltuk a másodrendű torzításokat, mivel ezek a vivőkhoz képest messze esnek és ezek hatása a vivőkre a gyakorlatban elhanyagolható.

Tipikus kimenőszint sokcsatornás műsor átvitele mellett. Az átvinni kívánt csatornaszám megemelésével megnö-

vekszik a modulációt hordozó vivőfrekvenciák egymásra hatásából eredő másod- és harmadrendű üttetések száma, ebből adódóan romlik a műsorcsatornák jel-zavar aránya. Egy szélessávú erősítő kivezérelhetőségének megállapításához a háromgenerátoros mérés eredménye a mérendő. A mérési összeállítást a **2.a ábrán** látjuk, ahol az f_1 frekvenciájú generátor kimenő jelét u értékre, míg az f_2 és f_3 frekvenciájú generátorokét -6 dB-lel kisebbre állítjuk (DIN 45004B szerint). Ekkor a képernyőn csak a generátorok mérőjeleit szabad látnunk. Ezután a mérendő erősítőt iktatjuk be a **2.b ábra** szerint. A generátorok szintjét itt is például -40 dB-re illetve -46 dB-re állítsuk, majd fokozatosan addig növeljük a kimenőszintet, míg a -60 dB-es keresztmodulációs [$f_1 \pm (f_3 - f_2)$] arányt elérjük. Egy szélessávú erősítő kimenőszintjét a -60 dB-es keresztmodulációs arányra vonatkoztatják (ez a legzavaróbb komponens). A viszonyok a valóságban lényegesen bonyolultabbak.

5) Intermodulációs (IM) torzítások. Az erősítők másik lényeges paramétere. A kivezérelhetőség és az intermodulációs torzítás, mint fontos jellemzők, szoros kapcsolatban állnak egymással.

Minden szélessávú jelszétosztó rendszerben, így a kábeltelevíziós rendszerekben is számolni kell intermodulációs (IM) torzításokkal, mivel az erősítők átviteli karakterisztikája nem lineáris. Az IM torzítások (= különböző frekvenciájú IM termékek) keletkezéséhez legalább két jel egyidejű jelenléte kell.

Az intermodulációs termék gyűjtőfogalom, amely az alábbi torzításokat foglalja magában:

- keresztmoduláció (XM, XMA, XMOD);
- másodrendű üttetési termékek (CSO);
- harmadrendű üttetési termékek (CTB).

Keresztmoduláció. Olyan torzításfajta, amelynél az adott műsorcsatorna vivőjére a szomszédos műsorcsatornák nem kívánt modulációja „ráül”, és jelenlétével (különösen sötét képrészletek esetén) zavarja a műsor élvezetét. Keletkezéséhez három vivőfrekvencia, valamint az erősítő átviteli karakterisztikájának harmadfokú összetevője szükséges; az így létrejött speciális termék: $f_1 \pm (f_3 - f_2)$.

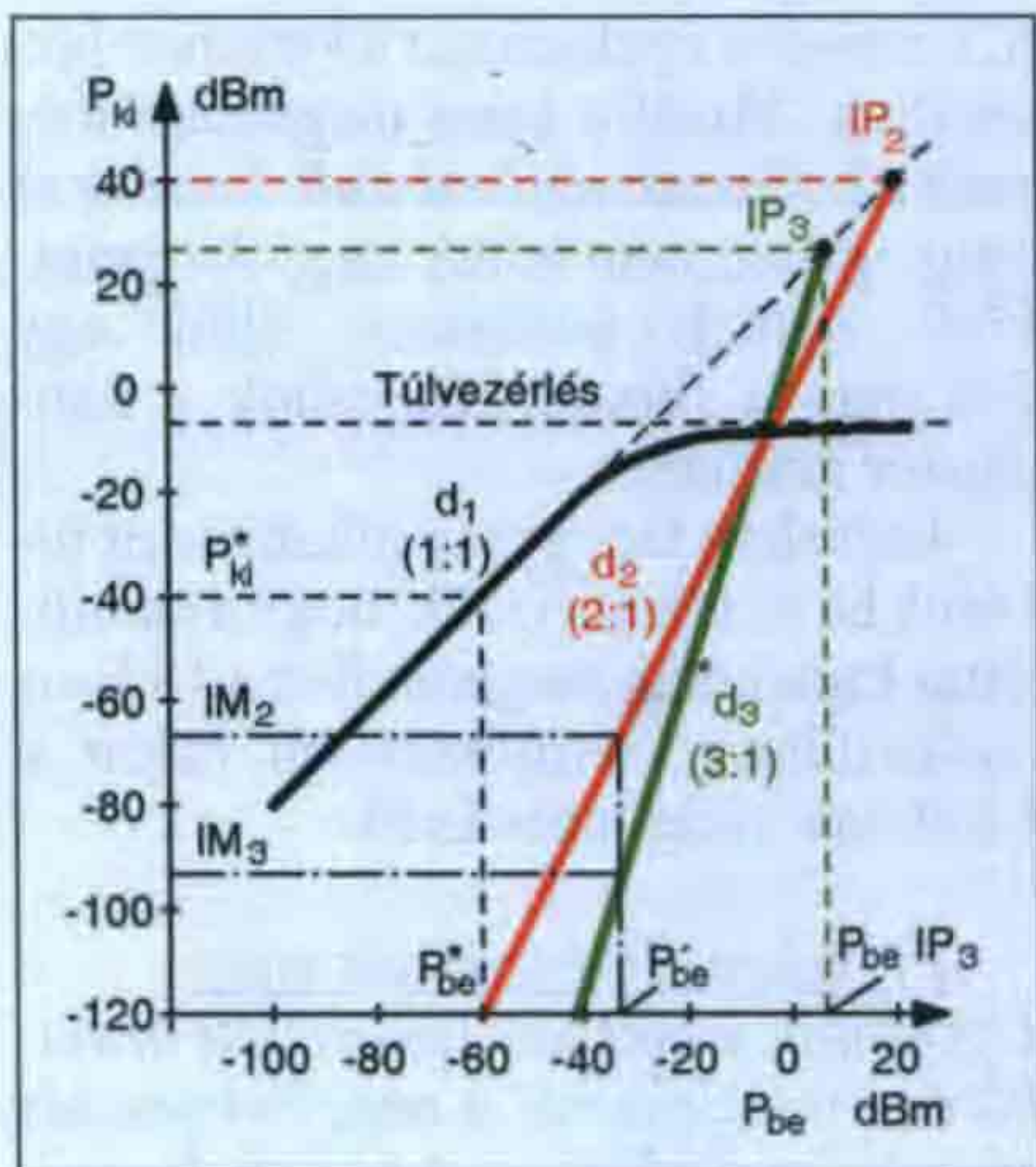
Másodrendű üttetési termékek. Két olyan műsorcsatorna vivőjének üttetéséből jönnek létre, melyek frekvenciájának összege és különbsége (mint üttetési termék) a vizsgált műsorcsatorna sávjába esik ($f_1 + f_2$; $f_2 - f_1$).

Harmadrendű üttetési termékek. Két műsorcsatorna vivőjének összegeként és különbségeként megjelenő üttetési termékek ($2f_1 - f_2$; $2f_2 - f_1$), amelyek a vizsgált műsorcsatorna képvivőjének környezetében csoportosulnak. A műsorcsatornák számának növelésével az üttetési termékek száma rohamosan növekszik, és a harmadrendű üttetési termékek képminőségre gyakorolt hatása egyre fokozottá válik.

Az elfogadható vivő-zavar arány 53-60 dB között van és meghatározza a szélessávú erősítők maximális kivezérelhetőségét. Azért, hogy az egyes szélessávú, nagyszintű erősítőket a kivezérelhetőség szempontjából egymással össze tudjuk hasonlítani, szükséges volt a mérési módszerek szabványosítására.

6) Intermodulációs metszéspont. A nemlineáris torzítás jellemzésére széles körben alkalmazott paraméter az intermodulációs metszéspont (intercept point = IP). Ennek az értéknek a meghatározásához legalább két jel egyidejű jelenléte szükséges, és mivel ezeknek számos frekvencia- és amplitúdó kombinációja lehet, ezért ezeket az adatokat szabványosították, hogy az erősítők intermodulációs jellemzőit össze lehessen hasonlítani.

Gyakorlatban két frekvenciájú bemenőjel esetén a mérőjelek amplitúdója azonos és a frekvenciájuk úgy van megválasztva, hogy mindkettő belesik



3. ábra

az erősítő üzemi sávjába. A legerősebb harmonikusok a második és harmadik, és a legerősebb intermodulációs termék is a második és a harmadik lesz. A két-féle intermodulációs termék veszélyessége nem egyforma. A másodrendűek többnyire nem esnek az erősítő működési sávjába, míg a harmadrendűeknél ($2f_1 - f_2$; $2f_2 - f_1$) a különbségi frekvenciák belesznek az erősítő üzemi sávjába. Ezek a termékek a vivők közelében jelennek meg.

A másod- és harmadrendű intermoduláció megadható egy olyan ábrán, amely a kimeneti teljesítményt mutatja a bemeneti teljesítmény függvényében. Ha mindkét tengely logaritmikus skálázású, akkor az összefüggést egyenes vonalak ábrázolják. A viszonyokat jól szemlélteti a 3. ábra. Lineáris működés esetén az alapfrekvenciás kimenő teljesítmény lineárisan nő a bemeneti telje-

sítmény függvényében. Ezt mutatja a d_1 (1:1 meredekségű) egyenes. A másodrendű termékekhez tartozó d_2 egyenesnek (2:1 meredekségű) a d_1 egyenessel való metszéspontja adja IP_2 -t, míg a harmadrendű termékekhez tartozó d_3 egyenesnek (3:1 meredekségű) a d_1 egyenessel való metszéspontját IP_3 -mal jelölik. Az előbbiekből következik, hogy intermodulációs metszéspontnak nevezzük azt a pontot, ahol a bemenő jel szintje megegyezik az intermodulációs termékek szintjével.

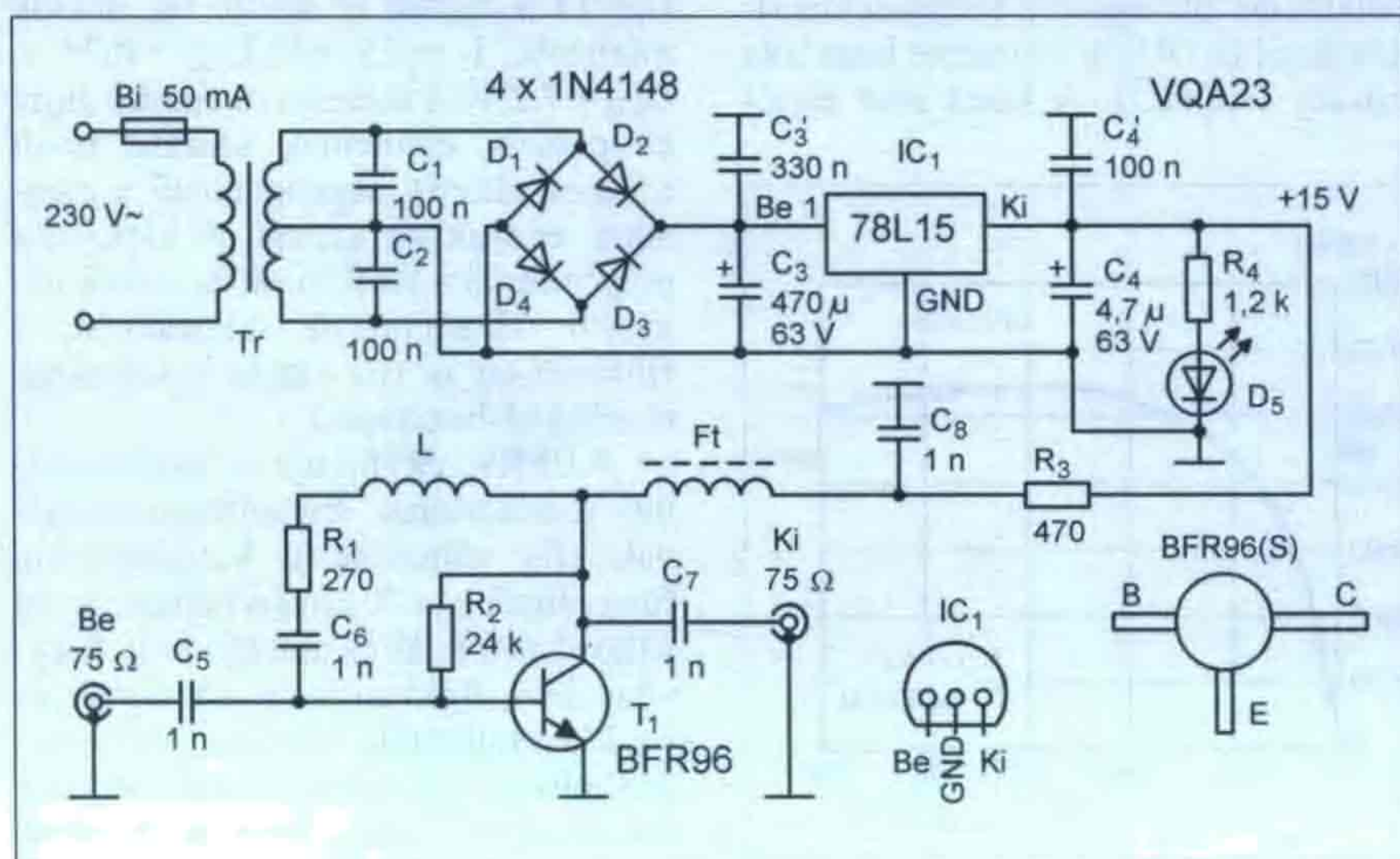
A félvezetőgyártó cégek az IP_3 -at gyártmánykatalógusukban megadják, ez az adat a kimenetre vonatkozik, kivéve akkor, ha másképpen van megadva. Megjegyzés: Ez a pont a gyakorlatban nem mérhető, mert az aktív eszközök ekkora szintnél túlvezérlődnek. Ezt jól mutatja a 3. ábrán d_1 egyenes elhajló szakasza, ami a túlvezérlés felé tart. A metszéspont meghatározása extrapolációval történik oly módon, hogy a bemenő szintet mérjük, majd a mért értéket átszámoljuk dBm-be. A dBm-ben kapott értéket bejelöljük a vízszintes tengelyen: P_{be}^* , ehhez most az erősítő teljesítményerősítését hozzáadjuk, akkor a függőleges tengelyen megkapjuk P_{be}^* -hez a P_{ki}^* értéket. Ez a koordináta rendszerben egy pont. Ha ebből a pontból egy 45 fokos meredekségű egyenest húzunk, akkor ez lesz az előbbieken említett d_1 egyenes. Ugyanezzel a gondolatmenettel megszerkeszthetjük d_2 és d_3 egyeneseket. Ehhez lásd a 3. ábrán bejelölt IM_2 és IM_3 pontokat (ez a másod- és harmadrendű termékek által képviselt teljesítményszint a kimeneten), melyeket metszésbe hozunk a

P_{be}^* -hez tartozó függőlegessel. Ebből a metszéspontból másodrendű termék esetén 2:1 meredekséggel behúzzuk d_2 -t, míg harmadrendűeknél 3:1 meredekséggel d_3 -at.

Szélessávú erősítő

Elsőnek egy egyfokozatú erősítőkapsolást mutatunk be, amely egyszerűsége mellett jó nagyfrekvenciás jellemzőkkel bír. A teljes kapcsolás a 4. ábrán látható. A rajzból látszik, hogy az erősítőfokozattal egybe van építve a tápegység (helyi táplálás). Vannak olyan esetek, amikor a helyi táplálást kell választani.

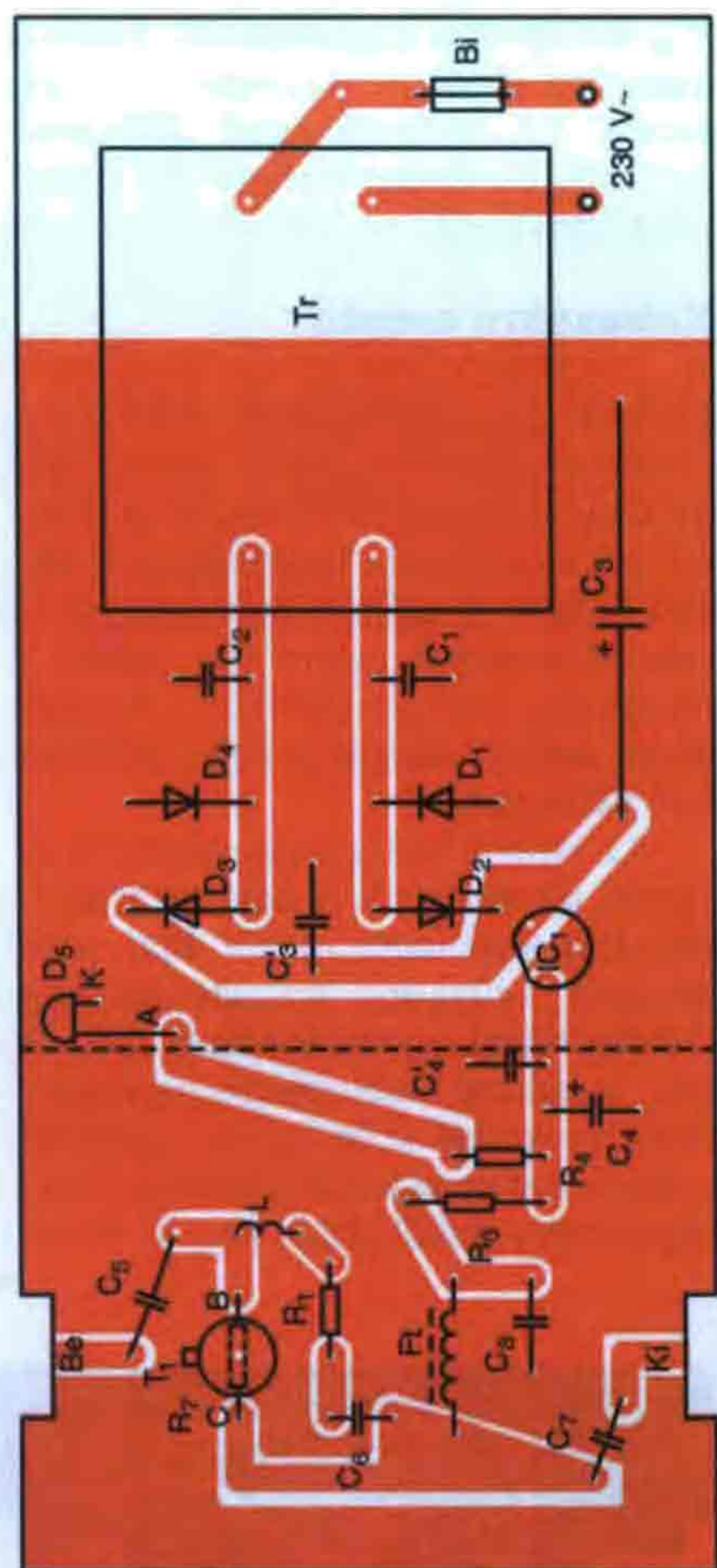
Az erősítő tápegysége egyszerű és olcsón elkészíthető. A hálózati transzformátor szekunder oldala által szolgáltatott váltakozó feszültséget egy Graetz-híddal egyenirányítjuk. A C_1 és a C_2 a hálózat felől érkező impulzuszerű zavarokat szűri ki. A C_3 elköröly nyerjük a stabilizátor IC számára szükséges nyers feszültséget, s az IC kime-



4. ábra



5. ábra



6. ábra

netéről vesszük le a stabilizált egyenfeszültséget. A C_4 az ún. kimeneti puffer. Az IC_1 be- és kimenetén levő kondenzátorok (C_3 és C_4) a stabilizátor IC belengését akadályozzák meg. A D_5 LED indikálja az egyenfeszültség meglétét, valamint hiba behatárolásnál van még szerepe. Mint látjuk az erősítő stabilizált tápfeszültségről üzemel, ezáltal

biztosított a stabil, üzembiztos működés. Az erősítő egyenáramúlag az ún. automatikus munkapont-beállító kapcsolással dolgozik, így a tápfeszültség esetleges megváltozására és a tranzisztorpéldányok közötti szórásra nem lesz érzékeny az áramkör.

Az R_3 ellenállással állítjuk be T_1 tranzisztor kollektorfeszültségét. A C_8 valamint az Ft végzi a tápfeszültség szűrését. Az Ft fojtó megakadályozza a nagyfrekvenciás jel bejutását a DC-körbe és egyúttal gerjedésgátló szerepe is van. R_2 -vel („áramgenerátor”) állítjuk be a tranzisztor munkaponti I_B áramát. A C_5 és C_7 az egyenfeszültséget választja le a be- és a kimenetről, ezenkívül az RF-jelet csatolják be, ill. ki. Az erősítő frekvenciamenetét a C_6 - R_1 - L visszacsatoló hálózattal állítjuk be.

A szélessávú erősítőt $125 \times 57,5$ mm-es nagyságú, 1,6 mm vastagú egyoldalas nyáklemezre készítjük el. Az áramkör nyomtatási rajza a 5. ábrán, alkatrész-beültetése a 6. ábrán látható. A beültetési rajzon szaggatott vonallal jelöltük a válaszlemez helyét, ami a hálózati transzformátor mágneses szórt terétől „leárnyékolja” az RF-részt.

Az erősítő elkészítésekor a dobozos megoldást választottuk. A doboz anyaga vagy 1,6-os egyoldalas nyáklemez, vagy 0,4...0,5 mm vastag ónozott vaslemez lehet. Először a nyák méretének megfelelő keretet készítünk, majd a keret belső oldalától 17,5 mm-re (ehhez lásd a 6. ábrát) és a keret alsó élétől 10 mm-re 2 db $\varnothing 10,1$ -es furatot készítünk az RF csatlakozók számára; ide forrasztjuk be azokat. Célszerű a bemenetet és a kimenetet ellentétes típusúra választani: pl. legyen a bemenet koaxiális dugó (KODU), a kimenet koaxiális hüvely (KOHÜ). A keret alsó élétől

8,5 mm-re a nyáklemez a kerethez forrasztjuk. Mivel a keret magassági méretét a beültetett hálózat trafó határozza meg, így ezt nem adjuk meg. Az áramköri elemek beültetése előtt egy $\varnothing 5$ mm-es furatot készítsünk a tranzisztor számára.

Először a tápegység alkatrészeit ültetjük be és ellenőrizzük, hogy a stabilizátor kimenetén megjelenik-e a 15 V-os tápfeszültség (természetesen ekkor a LED-nek világítania kell).

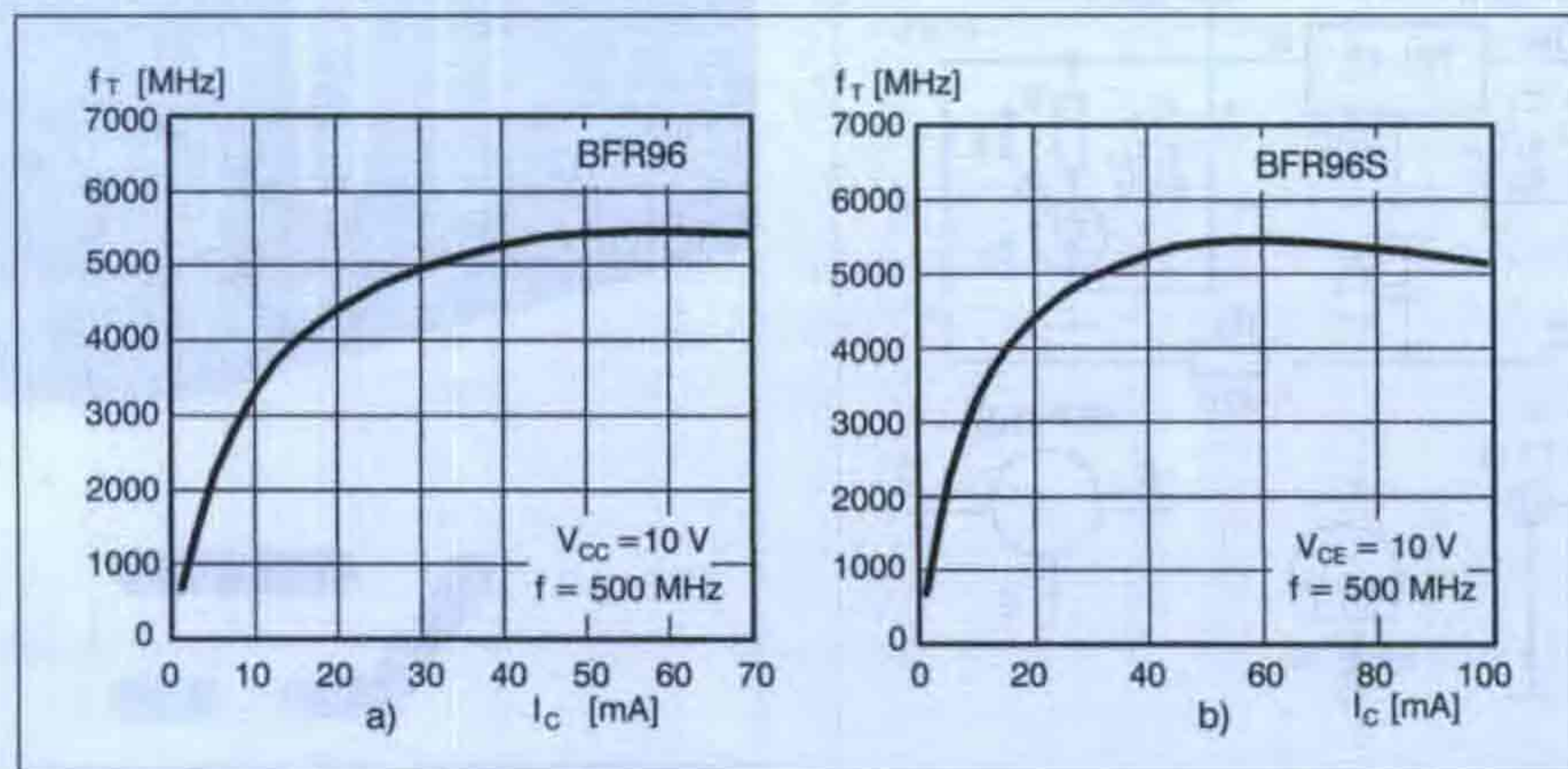
Figyelem! Itt jegyezzük meg:

Ügyeljünk a cikkben ismertetett áramkörök elkészítésénél a nagyfrekvenciás szerelés szabályaira! A nagyfrekvenciás körökben a lehetőleg indukciószegény kivitelű ellenállások, a kondenzátorok és az RF tranzisztorok a legrövidebb lábakkal történő beforrasztására!

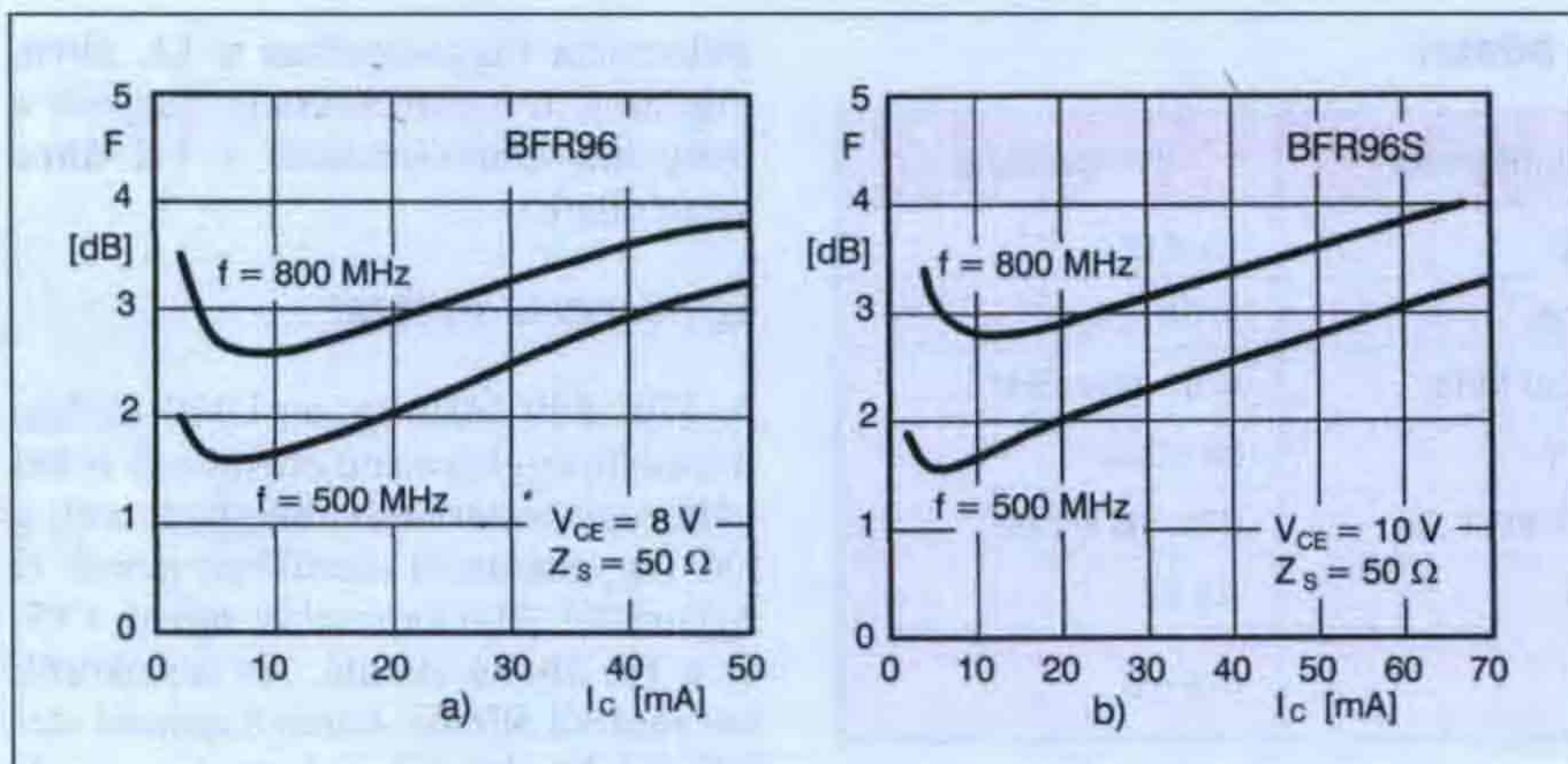
Ezután az erősítőfokozat építőelemeinek beültetése következik. Az R_1 , R_2 , R_3 ellenállások R534 típusúak, míg R_4 0,25 W-os. L tekercset $\varnothing 3,5$ mm-es magon készítjük el, 5 menet 0,5 mm-es CuZ (azaz: zománcozott réz-) huzalból. Az Ft fojtó adatai: $\varnothing 1,6$ mm-es ferritre 25 menetet 0,2 mm-es CuZ huzalból. A kondenzátorok – C_3 és C_4 kivételével, amelyek elkők –, mind kerámia tárcsa típusok. A kijelző $\varnothing 3$ -as vagy $\varnothing 5$ -ös zöld LED, ezt helyezük a keret oldalára, így vizuálisan jelzi a DC feszültség meglétét, ami hibakeresésnél jelent segítséget. A hálózati részben levő olvadó biztosító normál vagy lomha típusú legyen. A mikrohullámú tranzisztor és az R_2 ellenállás beforrasztása a fóliaoldalon történik.

Ha a kapcsolásnak ez a része egyenáramúlag jól működik, akkor $U_i = 15$ V esetén az alábbi DC adatok mérhetők: $I_C = 23$ mA, $U_{BE} = 0,75$ V, $U_{CE} = 7,2$ V. A szélessávú erősítő aktív és passzív elemeinek szórása miatt $\pm 5\%$ -os eltérés megengedhető a megadott értékekhez képest. A kapcsolás megépíthető a BFR96-tal és ennek nagyobb teljesítményű változatával, a BFR96S-sel is. (Ez utóbbi beszerezhető a HAM-bazárban.)

A BFR96 és 96S típusú mikrohullámú tranzisztorok tranzitfrekvenciájának (f_T) változása a kollektoráram függvényében a 7. ábrán látható. A zaj változását a 8. ábra mutatja az I_C függvényében, frekvenciával paraméterezve. Már említettük, hogy a zaj másodlagos jelentőségű a nagyszintű erősítőknél, de elvárt igény, hogy ne az alkalmazott tranzisztor határozza meg a rendszerben a zajszámot.



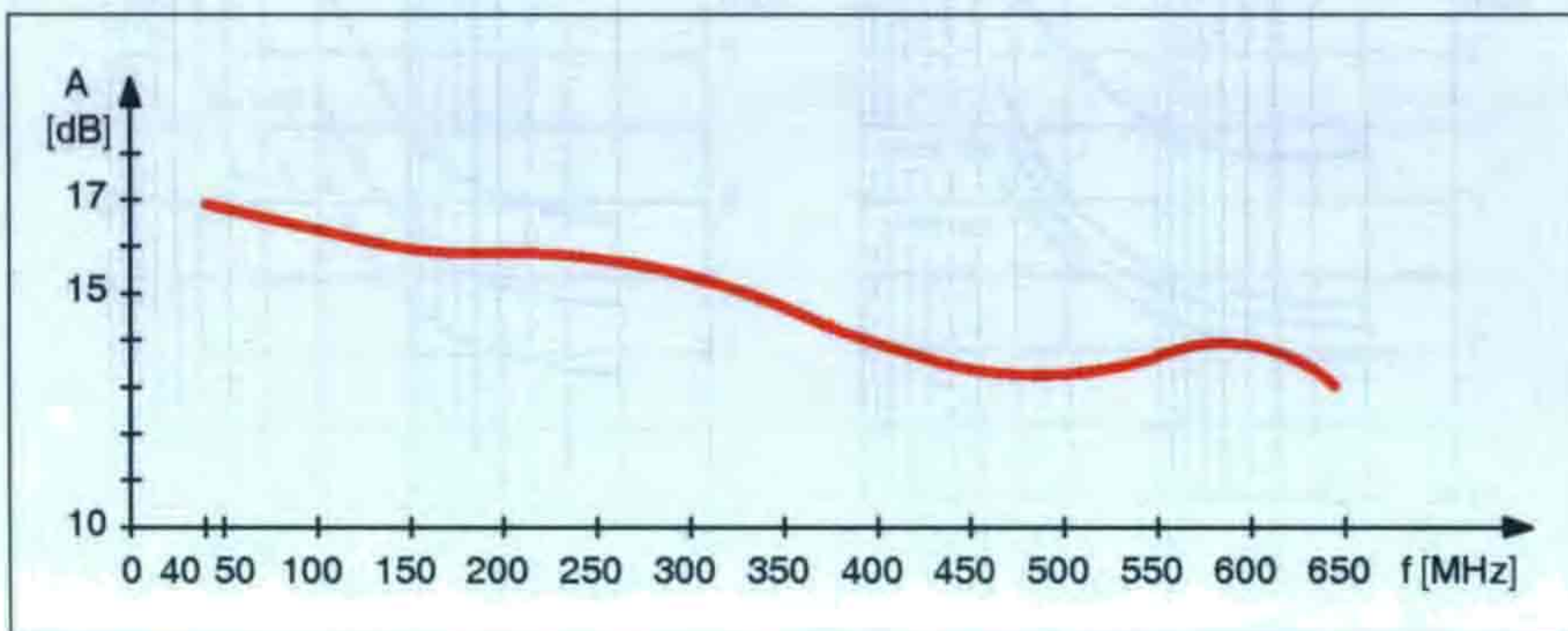
7. ábra



8. ábra

Az egyenáramú beállítás után következik az erősítés mérése a frekvencia függvényében. Az RF-mérés vobulátorosan történik. Az elvi kapcsolási rajzon látható L tekercs meneteinek összenyomásával vagy széthúzásával tudjuk az erősítés menetét beállítani a frekvencia függvényében. Ezzel gyakorlatilag megtörtént a szélessávú erősítő bemérése. Az erősítő erősítés-frekvencia karakterisztikája a 9. ábrán látható. A frekvenciamenet 40...650 MHz-ig terjedő üzemi sávban 15 dB ± 2 dB. Ha keskenyebb sávban akarjuk az erősítőt üzemeltetni, pl. 450 MHz-ig, akkor R_1 értékét 390 Ω -nak, L menetszámát 7-nek választjuk. Az erősítés ezekkel az értékekkel mintegy 2 dB-lel megnő; L tekercs meneteit félig húzzuk szét a jó átvitel érdekében.

Ha a hálózati feszültség ingadozása olyan nagymértékű, hogy a stabilizátor IC már nem tudja a tápfeszültséget 15 V-on tartani és ez pl. 13 V-ra esik le, akkor az erősítés maximálisan 0,3 dB-lel fog csökkenni a teljes működési sávban. Amennyiben vobulátoros mérésre nincs lehetőségünk, akkor csupán a DC-adatokat tudjuk ellenőrizni; a visszacsatoló hálózatban levő L tekercs

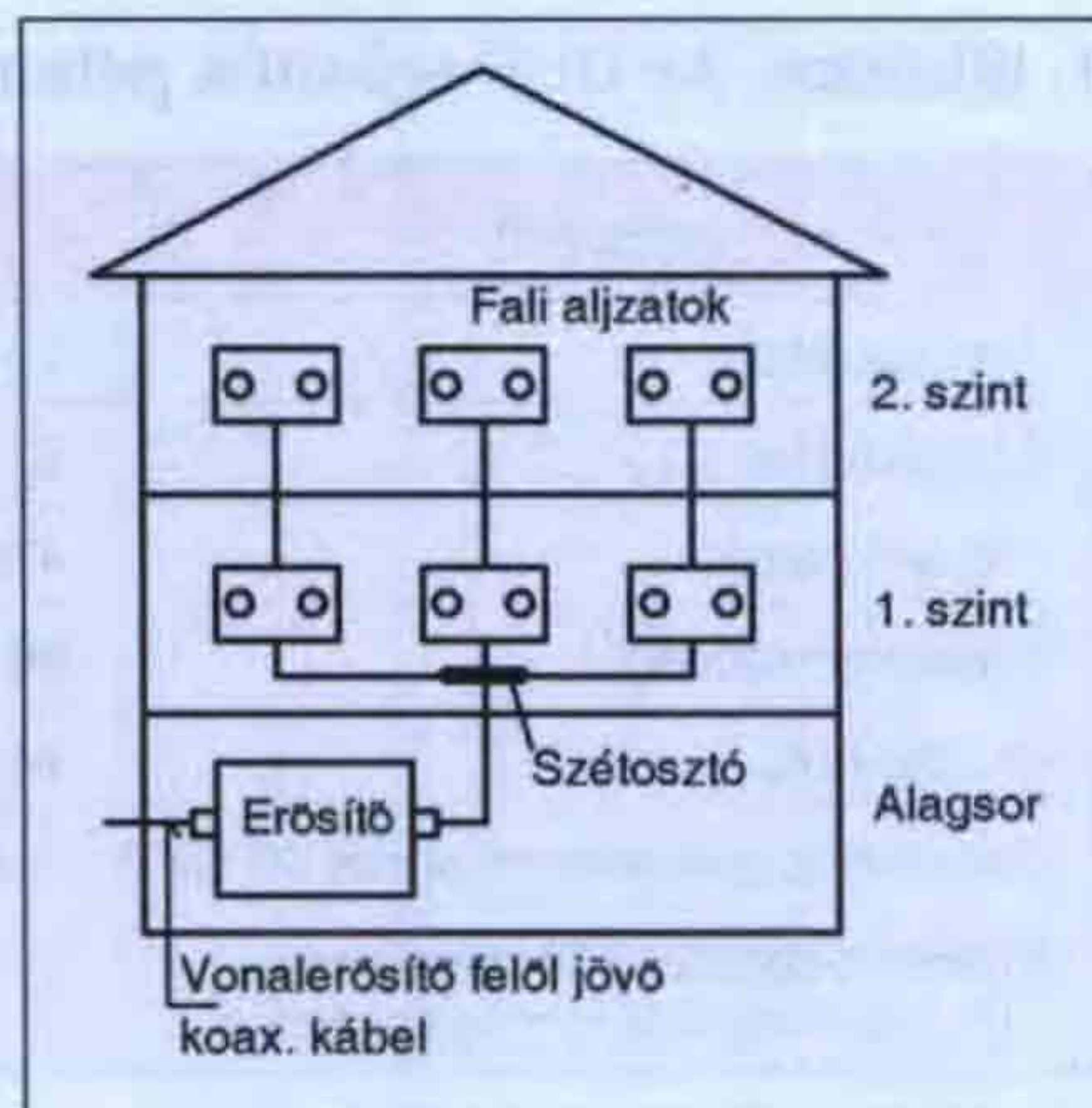


9. ábra

meneteit annyira húzzuk szét, hogy a menetek ne legyenek szorosan egymás mellett.

A szélessávú, nagyszintű erősítő gyakorlati alkalmazását házerősítőként a 10. ábrán követhetjük nyomon. Az egyfokozatú kapcsolást felhasználhatjuk KTV (kábeltelevízió) hálózatban a hipersonder sáv erősítésére, ami frekvenciában 300...450 MHz-ig terjed. Ekkor a 450 MHz-es változatot javasoljuk, mivel 2 dB-lel nagyobb erősít és kisebb az erősítésingadozás is. Más esetekben is használható a 450 MHz-es változat, mint pl. rádióamatőr technikában, a 144 és a 432 MHz-es sávra.

Eddig nem tettünk említést a kivezérelhetőség munkapontfüggőségéről. A BFR96S maximális kimenő feszültségének munkaponti függését a 11. ábrán láthatjuk, I_C függvényében. A diagram felvételi adatai: $U_{CE} = 10$ V, $f_1 = 806$ MHz, $f_2 = 810$ MHz, $d_{IM} = 60$ dB, $Z_S = Z_L = 50$. A kapcsolat által szolgáltatott maximális kimenő jel nagysága a 11. ábra felhasználásával: $u_{ki} = 250$ mV = 48 dBmV (biztonsággal számolva). Hasonló jellegű kivezérelési görbéje van a BFR96-nak, csak kisebb szinttel.



10. ábra

Vételtechnikában és kábeltelevíziós hálózatok rendszertervezése során az erősítők be és kimenetén, továbbá az elágazási pontok szintjét logaritmius léptékben adják meg: dB μ V-ban vagy dBmV-ban. A logaritmius léptékre való áttérés az alábbi képlet segítségével történik:

$$20 \cdot \lg 1 \mu\text{V} = 0 \text{ dB}\mu\text{V},$$

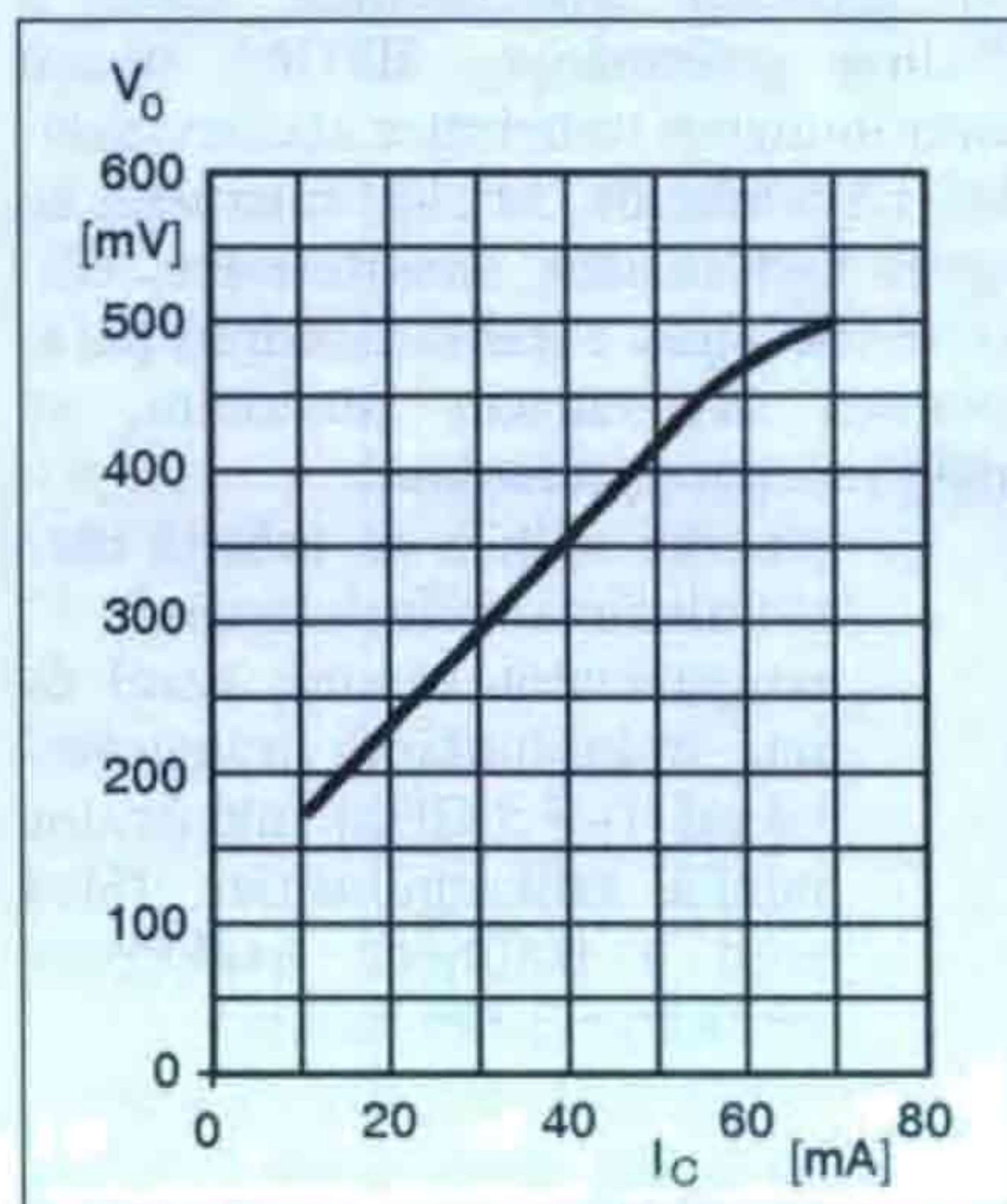
$$20 \cdot \lg 1 \text{ mV} = 0 \text{ dBmV}.$$

Előbbi esetben 1 μ V-ot, míg utóbbinál 1 mV-ot vesznek referenciaszintnek 75 Ω -ra vonatkoztatva. Például, ha dB μ V-ban számolunk, akkor 1 mV-os jelszint 60 dB μ V-nak felel meg. A két lépték egymásba átszámolható, dB μ V-ból szeretnénk dBmV-ba átszámolni, akkor ez a következő összefüggés szerint történik:

$$\text{dBmV} = \text{dB}\mu\text{V} - 60,$$

és fordítva:

$$\text{dB}\mu\text{V} = \text{dBmV} + 60.$$



11. ábra

1. táblázat. Az UHF erősítők jellemző adatai

Jellemző	Egyfokozatú	Kétfokozatú
Tápfeszültség	15 V DC	15 V DC
Áramfelvétel	≤ 15 mA	< 30 mA
Frekvenciasáv	470...860 MHz	470...860 MHz
Kivezérelhetőség	88 dB μ V	88 dB μ V
Erősítés (A)	14,5 dB \pm 0,7 dB	27,5 dB \pm 1 dB
Zajszám (a bemeneten soros 10 Ω)	< 2 dB	<3 dB
Erősítésváltozás a tápfeszültség 12...18 V közötti megváltozására	< 1 dB	< 2 dB

2. táblázat. A BFG65 tranzisztor jellemző adatai

Kollektor-emitter feszültség	U_{CE0}	max. 10 V
Kollektoráram	I_C	max. 50 mA
Összes disszipált teljesítmény ($t_{körny.} = 60^\circ\text{C}$ -ig)	P_{tot}	max. 300 mW
DC áramerősítési tényező ($I_C = 15\text{ mA}$, $U_{CE} = 5\text{ V}$)	h_{FE}	tip. 100
Maximális teljesítményerősítés ($t_{körny.} = 25^\circ\text{C}$, 800 MHz-en, $I_C = 15\text{ mA}$, $U_{CE} = 8\text{ V}$)	G_p	18,5 dB
Tranzitfrekvencia ($I_C = 15\text{ mA}$, $U_{CE} = 8\text{ V}$, $t_{körny.} = 25^\circ\text{C}$)	f_T	8 GHz
Zajszám ($t_{körny.} = 25^\circ\text{C}$, $Z_S = \text{opt.}$, 800 MHz-en, $I_C = 15\text{ mA}$, $U_{CE} = 8\text{ V}$)	F	1,5 dB

UHF erősítők

A most következő UHF sávú (470...860 MHz) erősítőket két változatban készítettük el: egy- és kétfokozatú kivitelben. Így adott a helyi körülményekhez illeszkedő választási lehetőség. Az elkészített áramkörök műszaki adatait az **1. táblázatban** foglaltuk.

A táblázatból jól látható, hogy az erősítők kedvező nagyfrekvenciás paraméterekkel rendelkeznek. Ezek a Philips gyártmányú, BFG65 típusú mikrohullámú tranzisztor alkalmazásának köszönhetőek. Mielőtt rátérnénk az egyes kapcsolások ismertetésére, célszerűnek látjuk e tranzisztortípus paramétereit kivonatossan ismertetni, az alábbi megfontolásokból:

- ismertté válnak az erősítő eszköz alkalmazásának határai;
- magyarázatot kapunk ezzel és más mikrohullámú tranzisztorokkal ($f_T > 5\text{ GHz}$) való óvatos munka szükségességére (lásd majd a beültetett nyáklemez egyenáramú élesztését);
- a maximális erősítés és a minimális zaj munkapont beállítás szempontjából itt szerencsésen egybeesik, s ez elég széles

áramtartományban fennáll. Más típusú mikrohullámú tranzisztoroknál az előbb említett paraméterekhez más-más munkaponti beállítások tartoznak.

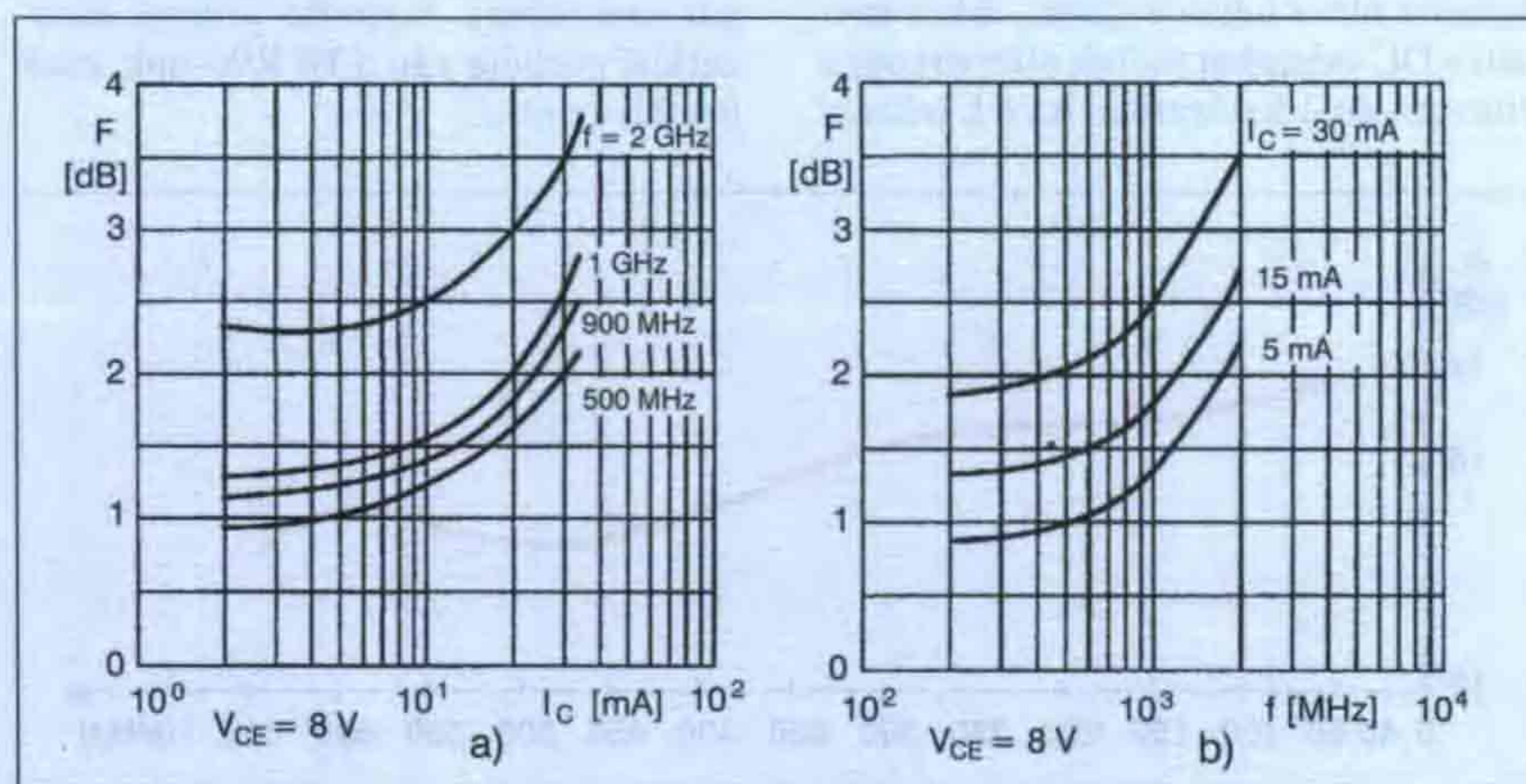
A **2. táblázatban** megadtuk a tranzisztorra jellemző fontosabb adatokat, amiből jól látszik, hogy nagyon kedvező zajszám érhető el a BFG65-tel. E tranzisztor paraméterezett zajgörbéi a **12. ábrán** láthatók. Az erősítésváltozást a

frekvencia függvényében a **13. ábra**, míg az f_T tranzitfrekvencia függését a nyugalmi emitteráramtól a **14. ábra** szemlélteti.

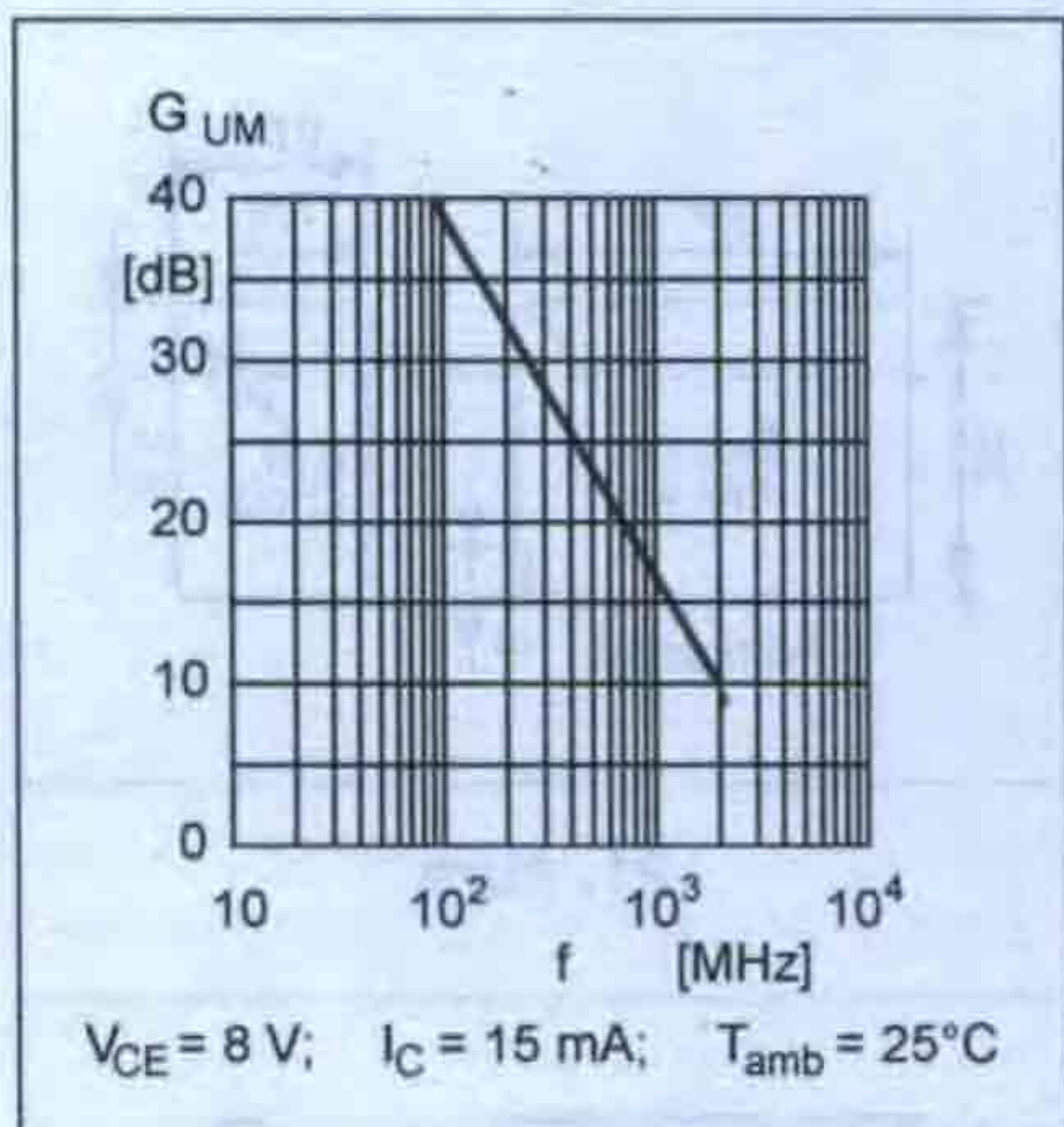
Egyfokozatú változat

A 470...860 MHz-ig, az UHF sávban üzemelő, egyfokozatú erősítőnek is két változatát ismertetjük, amelyek csak a DC (egyenáramú) részükben térnek el egymástól. Elvi kapcsolási rajzuk a **15. és a 16. ábrán** látható. Az áramkörök két részből állnak: A munkapontot stabilizáló DC-körből, valamint az erősítést végző nagyfrekvenciás részből. Az erősítő biztonságos működéséhez az egyenáramú munkapontot stabilizálni kell. Ezt a feladatot az áramgenerátorként kapcsolt T_1 tranzisztor látja el (15. ábra), amely T_2 bázisáramát tartja állandó értéken. T_1 bázisa az R_2 – R_3 ellenállásosztóról kap feszültséget, míg emittere az R_4 -en keresztül. R_4 értékének megfelelő megválasztásával tudjuk kb. 15 mA-re beállítani T_2 kollektoráramát. Az R_5 ellenálláson át folyik a T_1 kollektorárama, ami egyben a T_2 bázisárama is.

A 16. ábrán látható kapcsolásban a T_1 nagyfrekvenciás tranzisztor egyenfeszültségeit egy visszacsatoló ágban levő ellenálláshálózaton keresztül állítjuk be. A megosztott kollektorellenállás (R_5 – R_6) közös pontjára csatlakozó feszültségosztóval (R_3 – R_4) az itt levő feszültséget leosztjuk, jelen esetben a felére. A feszültségosztóra kapcsolódó R_2 ellenállással stabilizáljuk az I_B bázisáramot. Most ez az ellenállás „áramgenerátorként” funkcionál. Ezzel a kapcsolástechnikai megoldással kiküszöböljük a tápfeszültség-, a hőmérsékletváltozás hatásait és a tranzisztor-



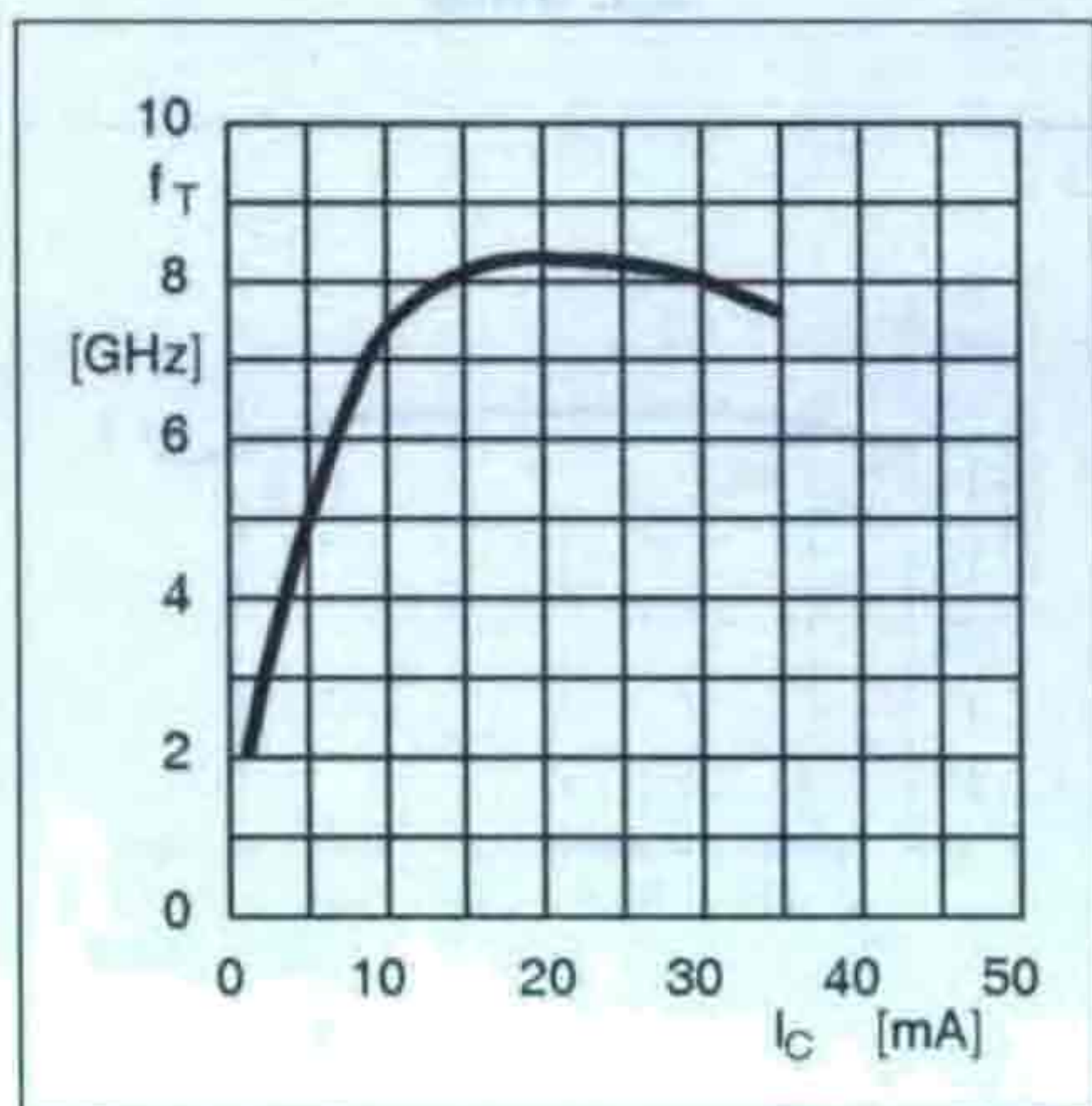
12. ábra



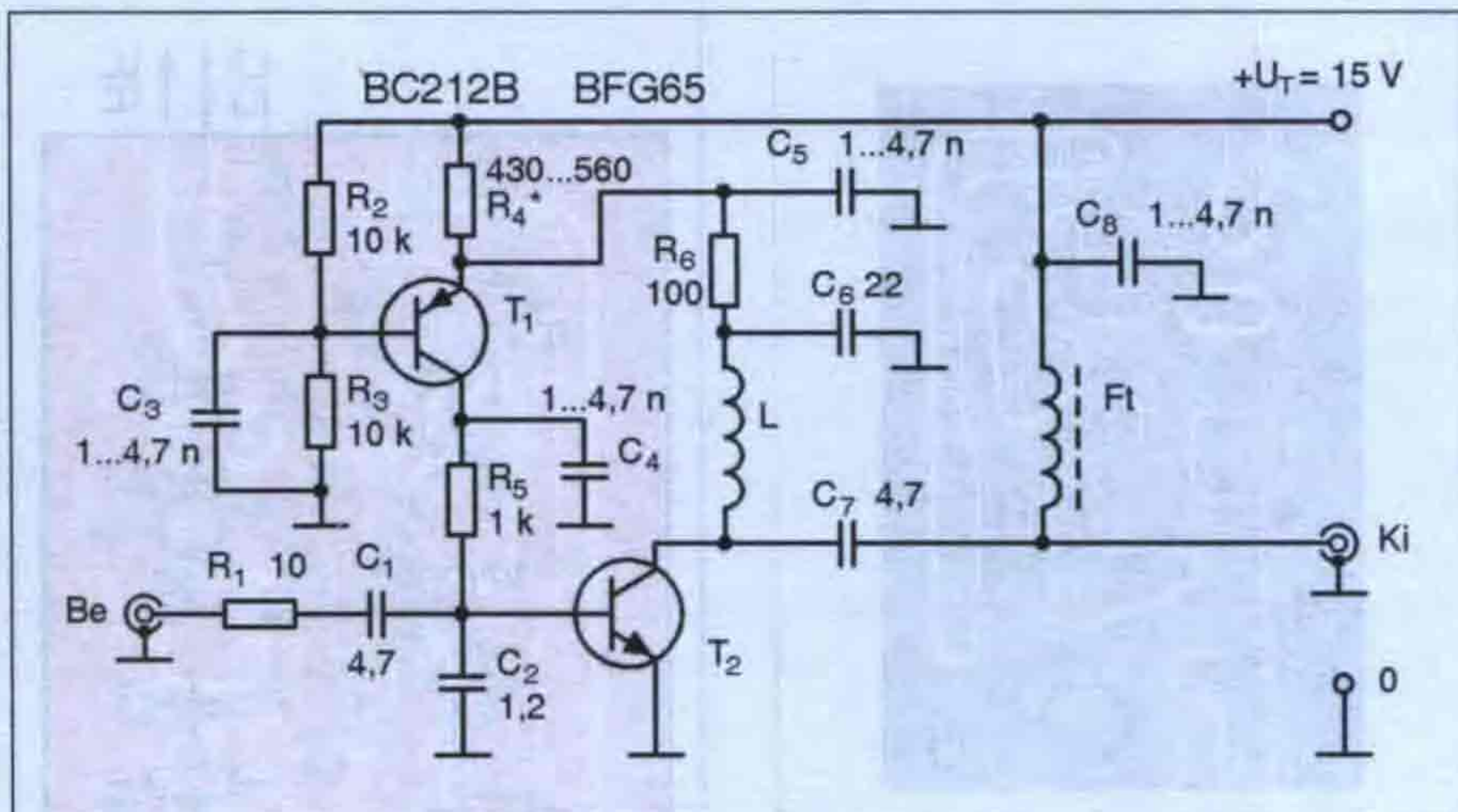
13. ábra

példányok közötti áramerősítési tényező (B) szórását.

A 15. ábra szerinti erősítő földelt emitteres kapcsolású, a bemenetére érkező nagyfrekvenciás jel egy RC komplexumon át kerül T_2 bázisára, majd a felerősített RF jel rákerül a C_6-L-C_{ce2} , illetve a 16. ábrán látható változatnál a C_5-L-C_{ce1} által alkotott kimeneti sávszűrőre, aminek a jóságát R_6 lerontja a szélessávú átvitel érdekében. (A C_{ce} -vel jelölt kondenzátorok a tranzisztor kimeneti oldali belső kapacitásai.) A kimenőjel a C_7 -en keresztül kerül kicsatolásra. A bemeneten található C_1-C_2 kapacitív osztó feladata T_2 bemenő impedanciájának feltranszformálása, és R_1 -gyel kiegészülve illesztést ad a 75Ω -os rendszerimpedanciához. R_6 -nak kettős szerepe van: egyrészt a rajta átfolyó áram függvényében állítódik be T_2 kollektorfeszültsége, másrészt részt vesz a szélessávú átvitel kialakításában. C_3-C_5 kondenzátorok nagyfrekvenciáson hidegítenek. Ft fojtó és a C_8 juttatja el a koaxiális kábel



14. ábra



15. ábra

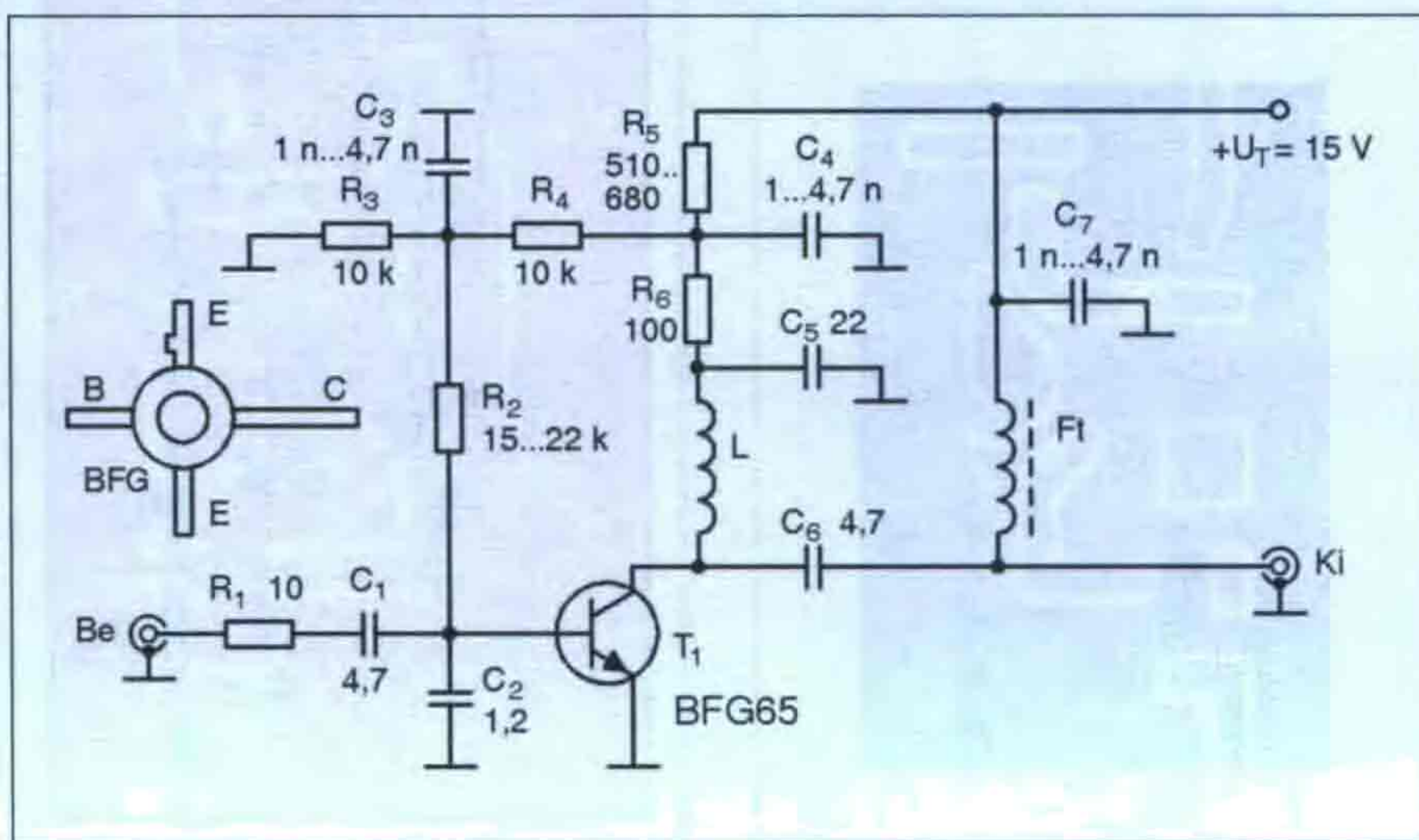
érkező tápfeszültséget az egységbe. A C_1 és C_7 egyenáramú leválasztást is ad a be- és a kimenetnek.

Az áramkört egyoldalon folírozott, 56×38 mm méretű nyáklemezre készítsük el. A fóliarajzok a 17. és 18. ábrán, a beültetési rajzok a 19. és 20. ábrán láthatók. Az erősítő elkészítésénél a dobozos kivitelét választottuk. A doboz anyaga lehet 0,4...0,5 mm-es ónozott vaslemez vagy 1,6 mm-es egyoldalasan folírozott nyák. A beméretezett dobozkeret rajzát a 21. ábrán, a doboz fedelének és aljának rajzát a 22. és a 23. ábrán adtuk meg. T_2 számára $\varnothing 5$ mm-es furatot készítsünk a nyáklemezen és ebbe ültessük be az RF tranzisztort, majd a többi alkatrészt. Elsőnek a koaxiális (RF) csatlakozókat forrasszuk be, majd a nyákot a keret alsó szélétől 8 mm-re. Ezután ültessük be az aktív és a passzív elemeket. Az R_1 -et és

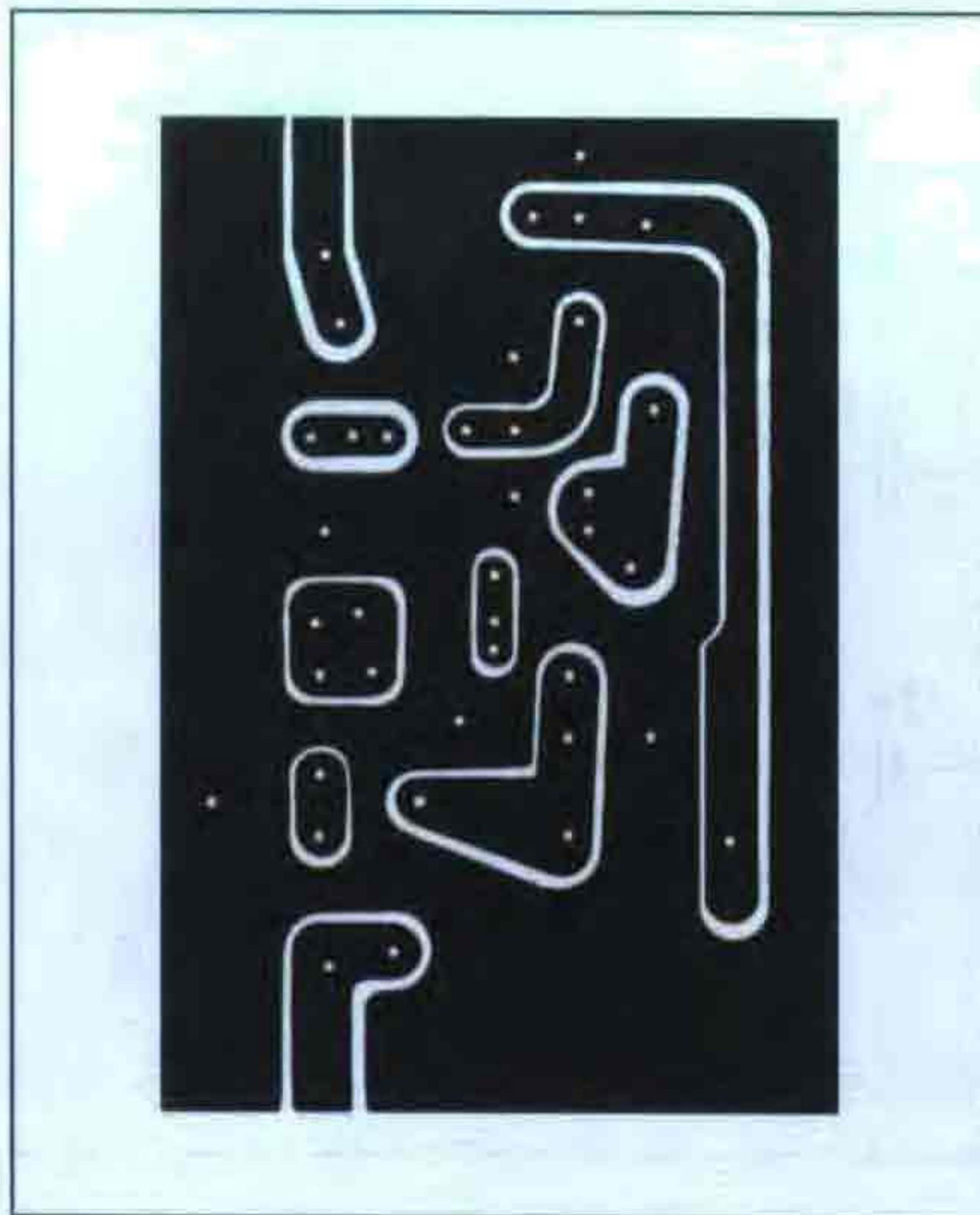
az RF tranzisztort a fóliás oldalon kell beültetni.

Az elkészített áramkört először egyenáramúlag ellenőrizzük. T_2 védelme érdekében a tápegységen 8 V-ot állítsunk be, mivel $U_{CE0} = 10$ V. Jó működés esetén T_2 kollektorán 4,5 V körüli, míg a 16. ábra szerinti változatnál esetén T_1 kollektorán kb. 3...3,5 V feszültséget kell mérni. Ezután állítsuk be tápfeszültséget 15 V-ra. R_6 -on mérjük meg a feszültségesést, amiből kiszámítjuk I_{C2} áramot. A beállított, optimális áramértéknél az RF tranzisztor kollektorfeszültsége egyik esetben $6,5 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$, másik esetben $5,5 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$.

Az egyenáramú beállítás után következik az erősítő frekvenciaátvitelének beállítása hálózatanalizátorral vagy vobulátorral. Az L tekercs meneteinek széthúzásával a 24. ábra szerinti frekvenciamenetet állítsuk be. Mérő-



16. ábra

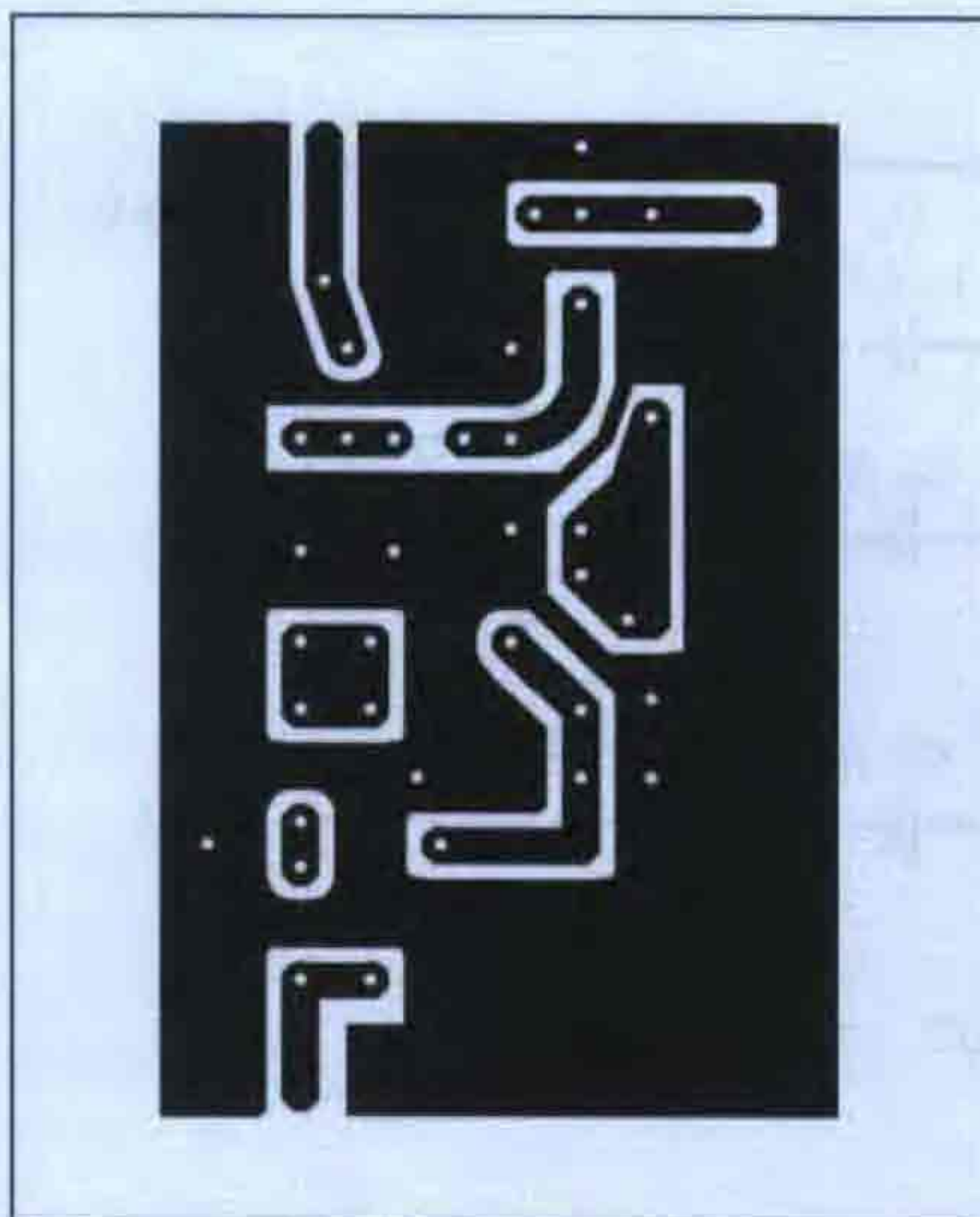


17. ábra

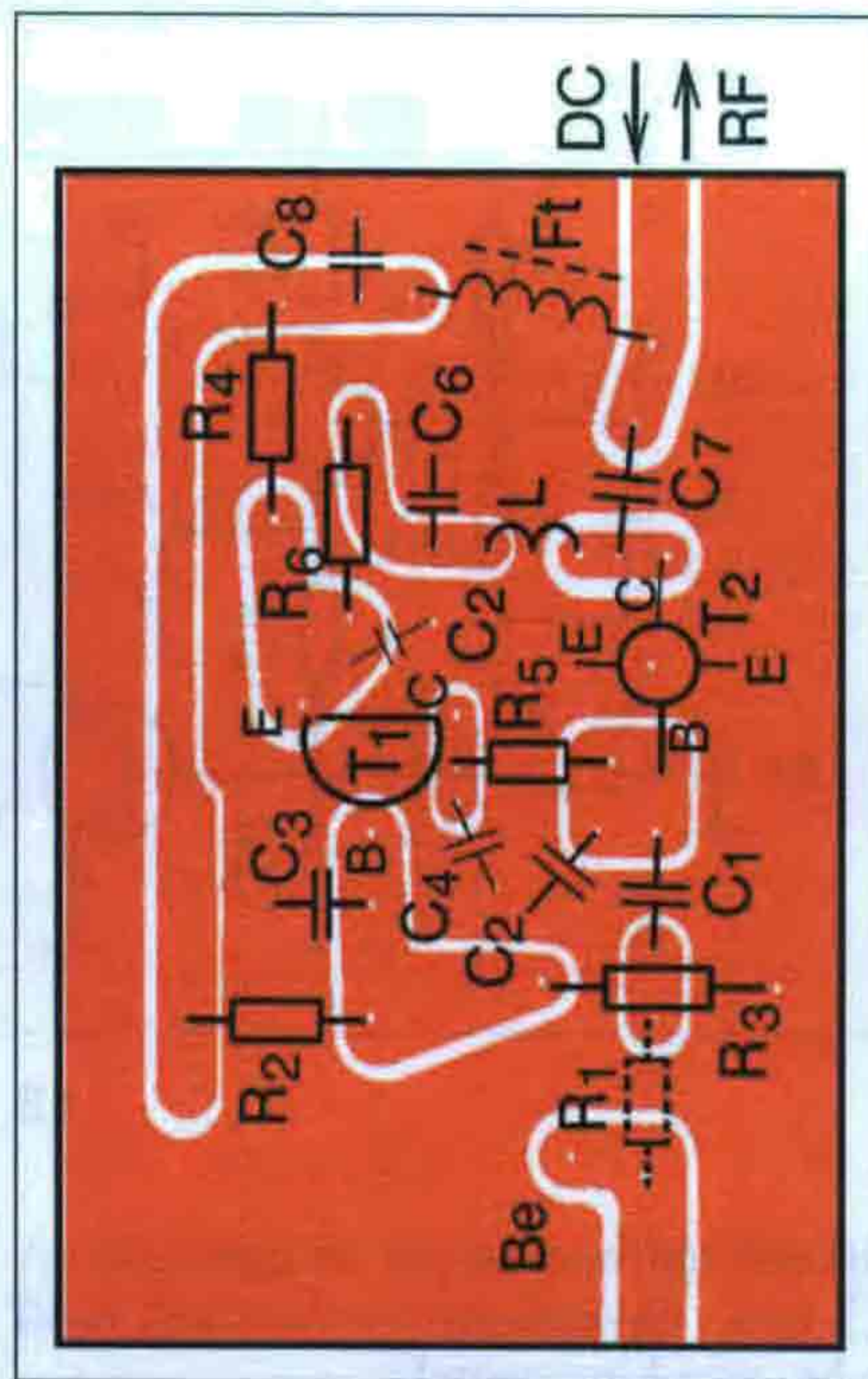
műszer hiányában a tekercs szélső me-
neteit közel a nyák síkjáig húzzuk szét.

Az áramkör házerősítőként és bu-
dapesti viszonylatban a földi AM-mik-
ro vételénél alkalmazható. A szélessá-
vú erősítő kapcsolástechnikája lehető-
vé teszi mind a helyi, mind a távtáplá-
lást. Ha helyi táplálást választunk, ak-
kor az Ft fojtót és a C_8 kondenzátort
nem kell beforrasztani. A távtáplálásra
mutat példát a 25. ábra. Ezt a megol-
dást akkor használjuk, ha az erősítő kb.
10...20 m-es koaxkábelrel keresztül
csatlakozik a tv-készülékhez. A később
ismertetésre kerülő kapcsolásoknál
szintén ezt a távtáplálási módot választ-
juk.

Az erősítő nem igényel stabilizált
tápfeszültséget (ld. az 1. táblázatot),
csak a tápfeszültség az RF és egyéb za-
varoktól jól szűrt legyen! Az ellenállás-

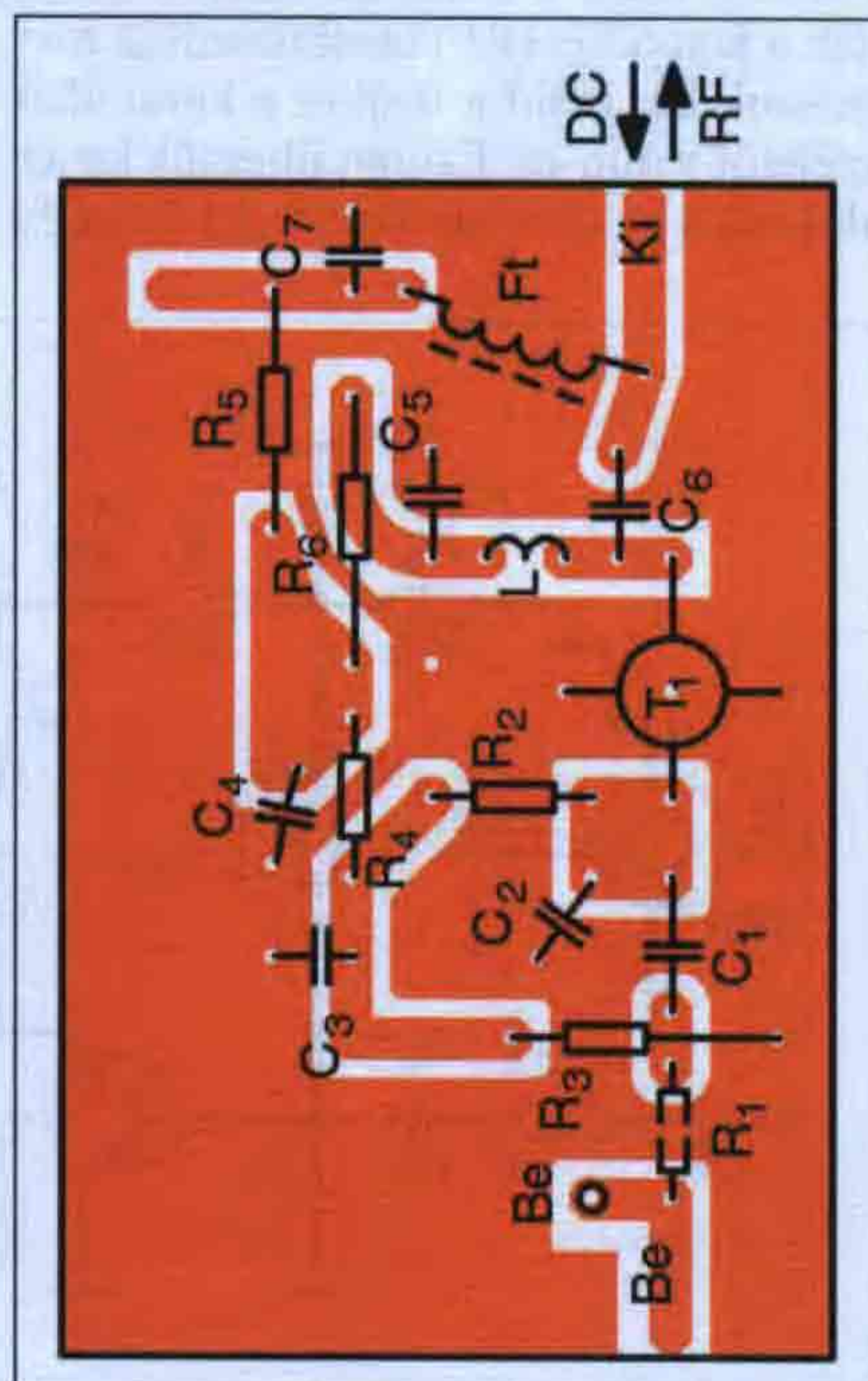


18. ábra

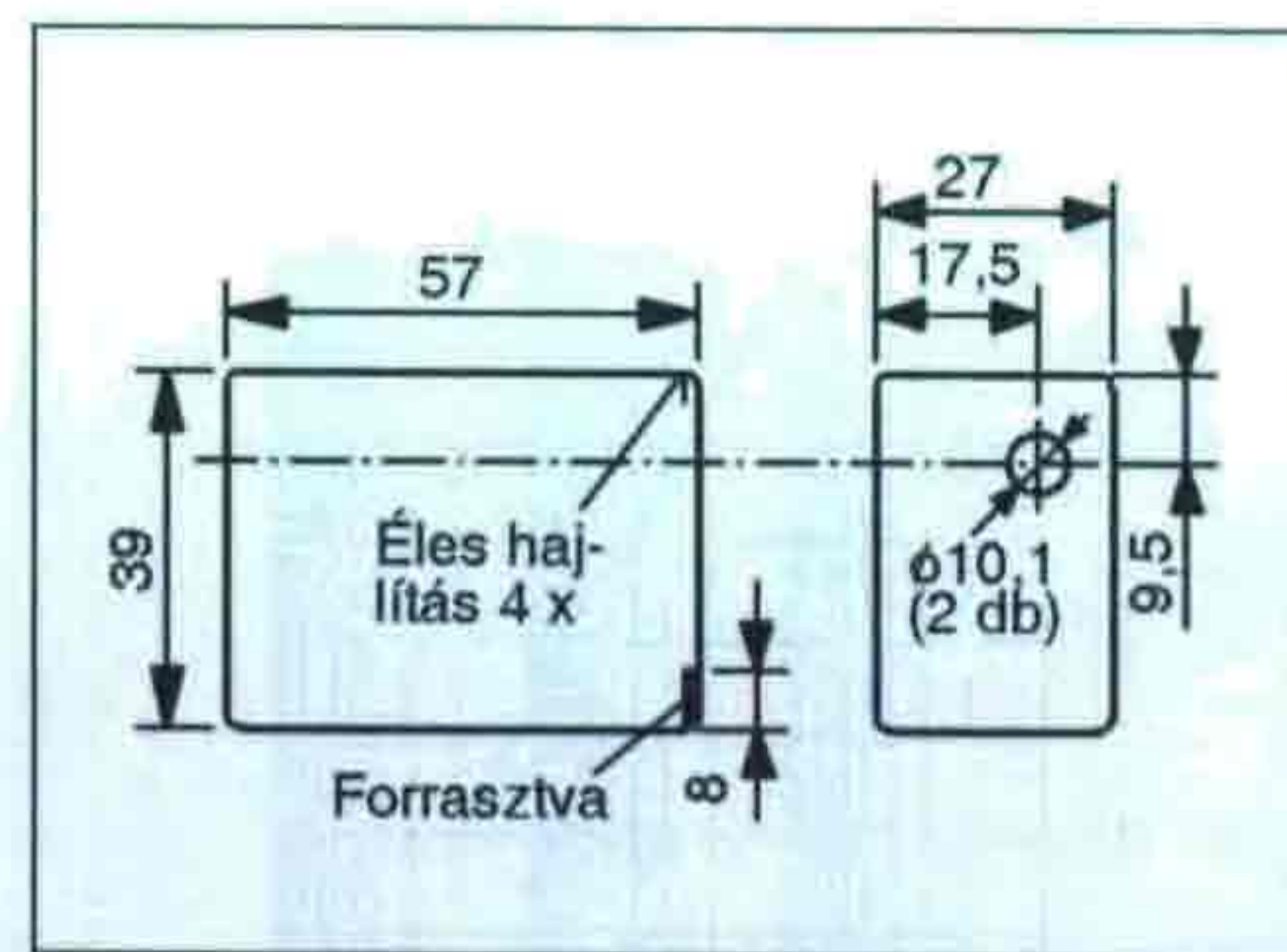


19. ábra

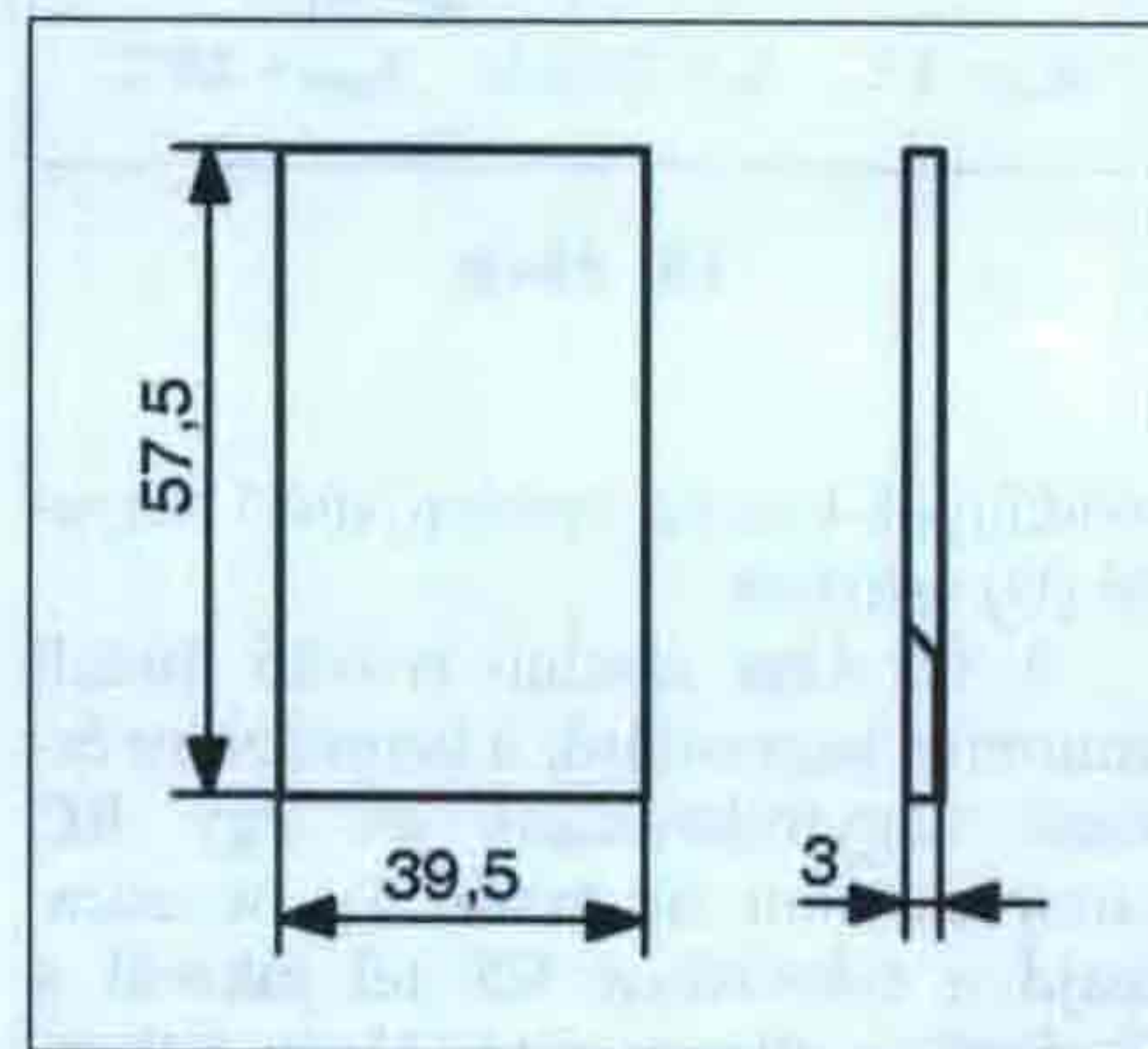
ok fémrétegek; R_1 és R_6 R534-ek, 0,9
W-os. R_5 (ill. R_2), 0,125 W terhelhető-
ségű, a többi 0,25 W-os. A kondenzáto-
rok kerámiák, a C_1 , C_2 és C_7 (ill. C_6)
csepptípusok, míg a hidegítő és a szűrő
kondenzátorok tárcsatípusok. Az L lég-
magos tekercs adatai: 2,5 menet $\varnothing 0,6$
CuAg (ezüstözött réz) vagy CuZ huzal-
ból, $\varnothing 4$ mm-es magon. Ft fojtó: $\varnothing 2$
mm-es ferriten 25 menet, $\varnothing 0,2$ CuZ
huzalból.



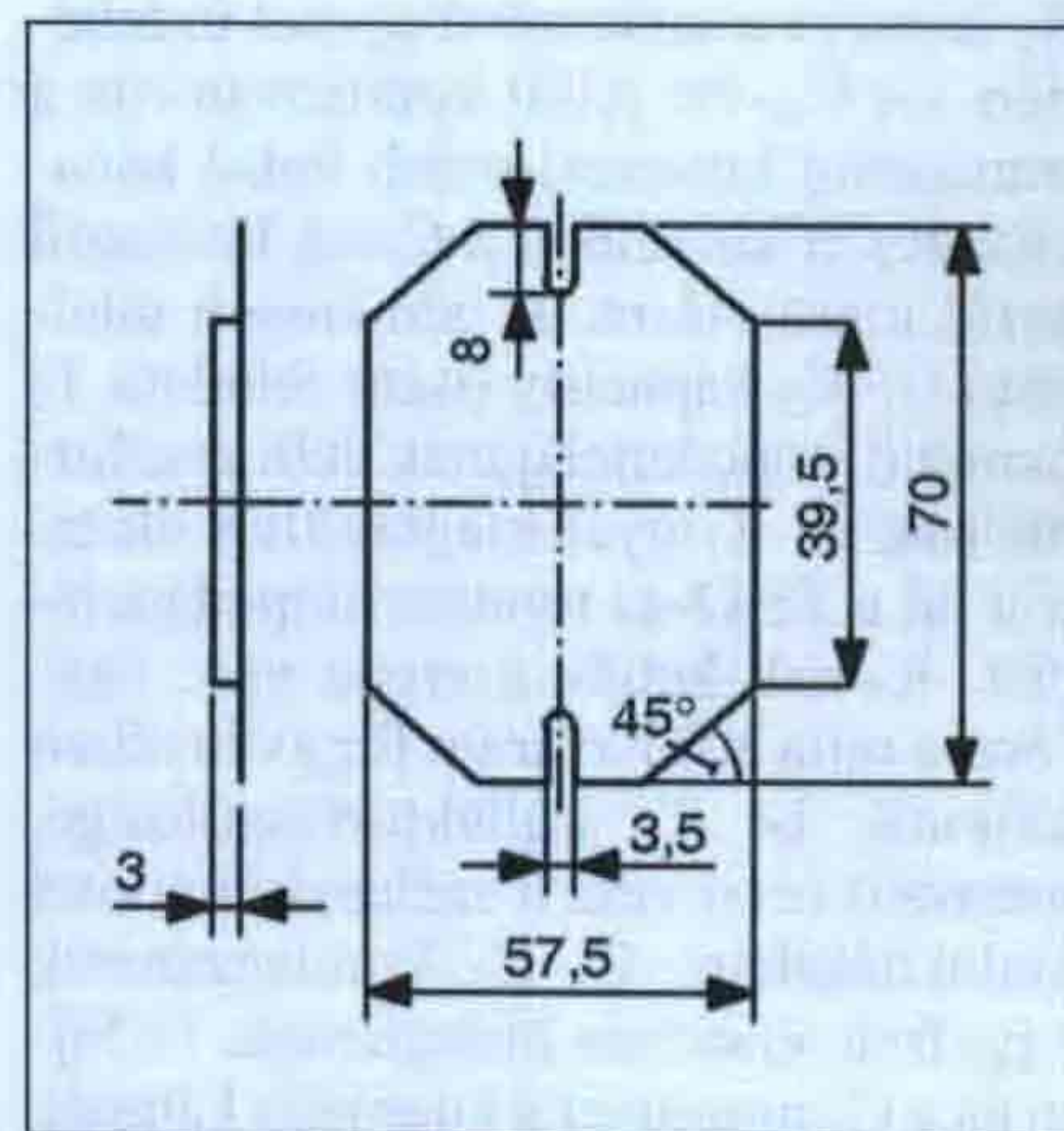
20. ábra



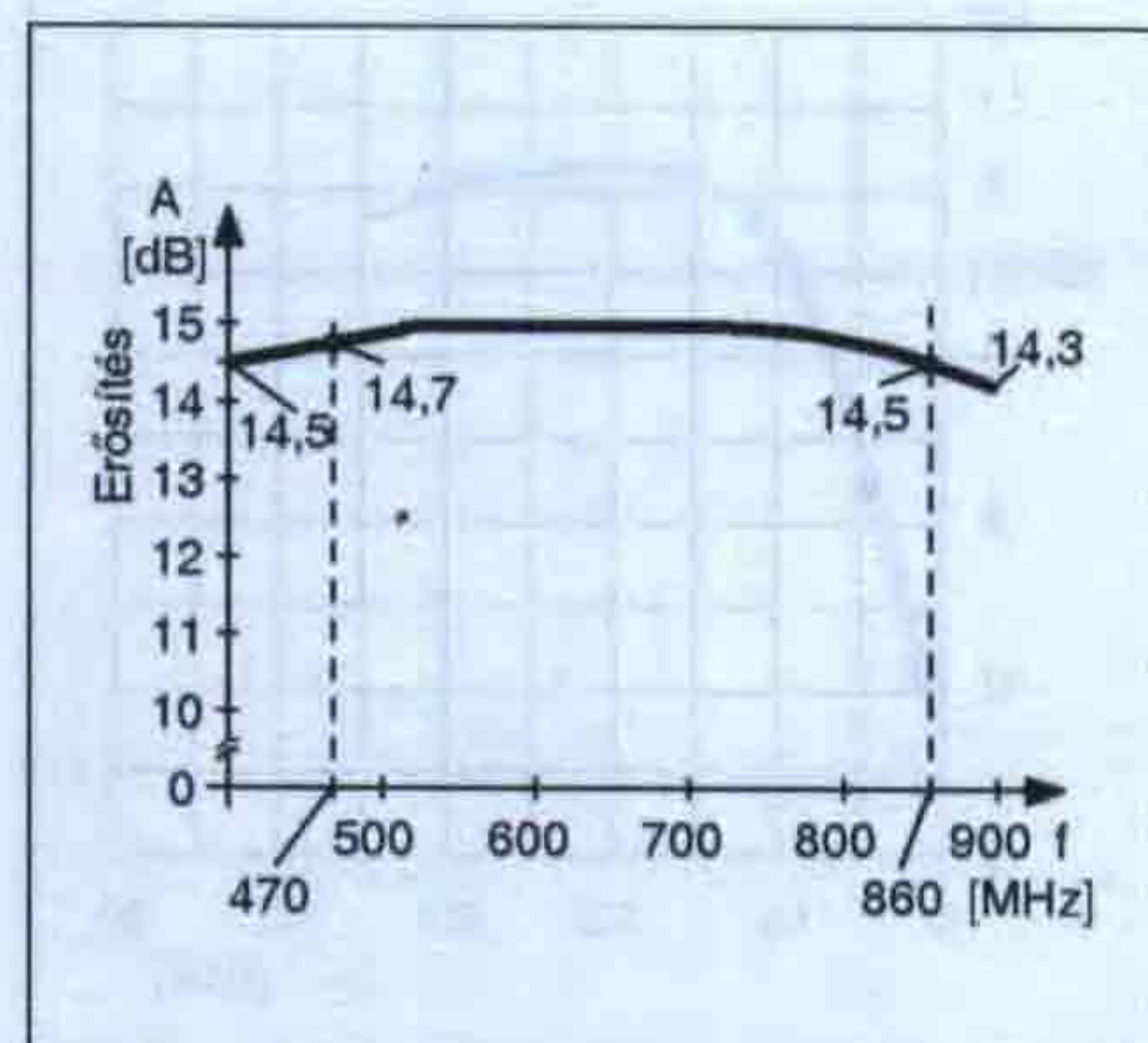
21. ábra



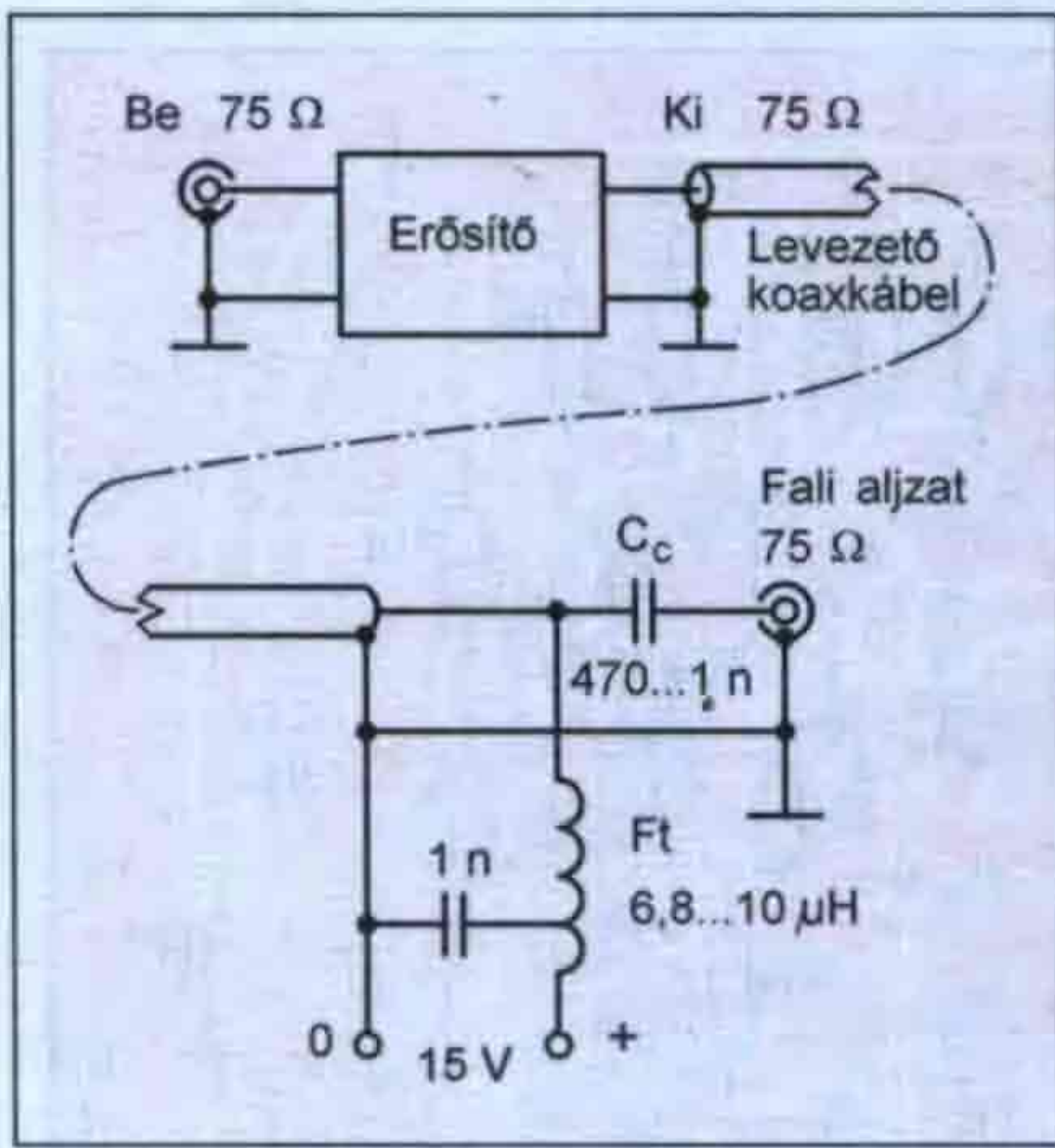
22. ábra



23. ábra



24. ábra

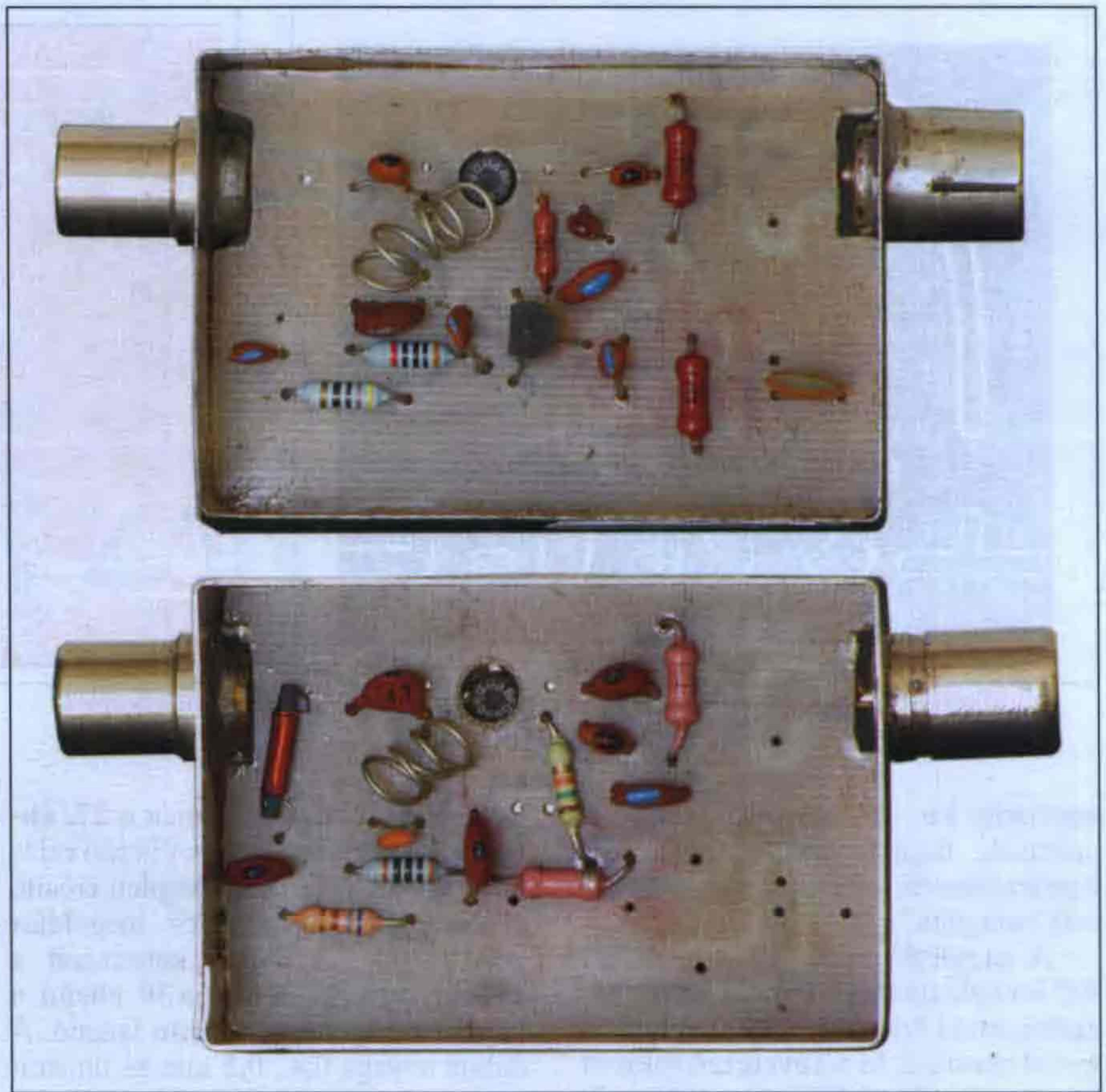


25. ábra

Kétfokozatú változat

Szintén UHF sávú és kétfokozatú a kapcsolás, melynek elvi rajza 26. ábrán látható. Többfokozatú erősítőknél az első fokozat zajtényezője döntő mértékben befolyásolja az eredő zajtényezőt. Ennek figyelembevételével állítottuk be a kétfokozatú erősítő első fokozatának munkapontját. Az egyfokozatú erősítővel összehasonlítva (lásd 15. ábra) az áramkör több ponton megegyezik azzal, itt csak az eltérésekre fogunk kitérni.

Az erősítő RF tranzisztorait stabil egyenáramú munkapontban kell üzemeltetni a biztonságos működés érdekében. Az áramgenerátorként kapcsolt T_1 tranzisztor stabilizálja T_2 bázisáramát, míg T_3 látja el ezt a feladatot T_4

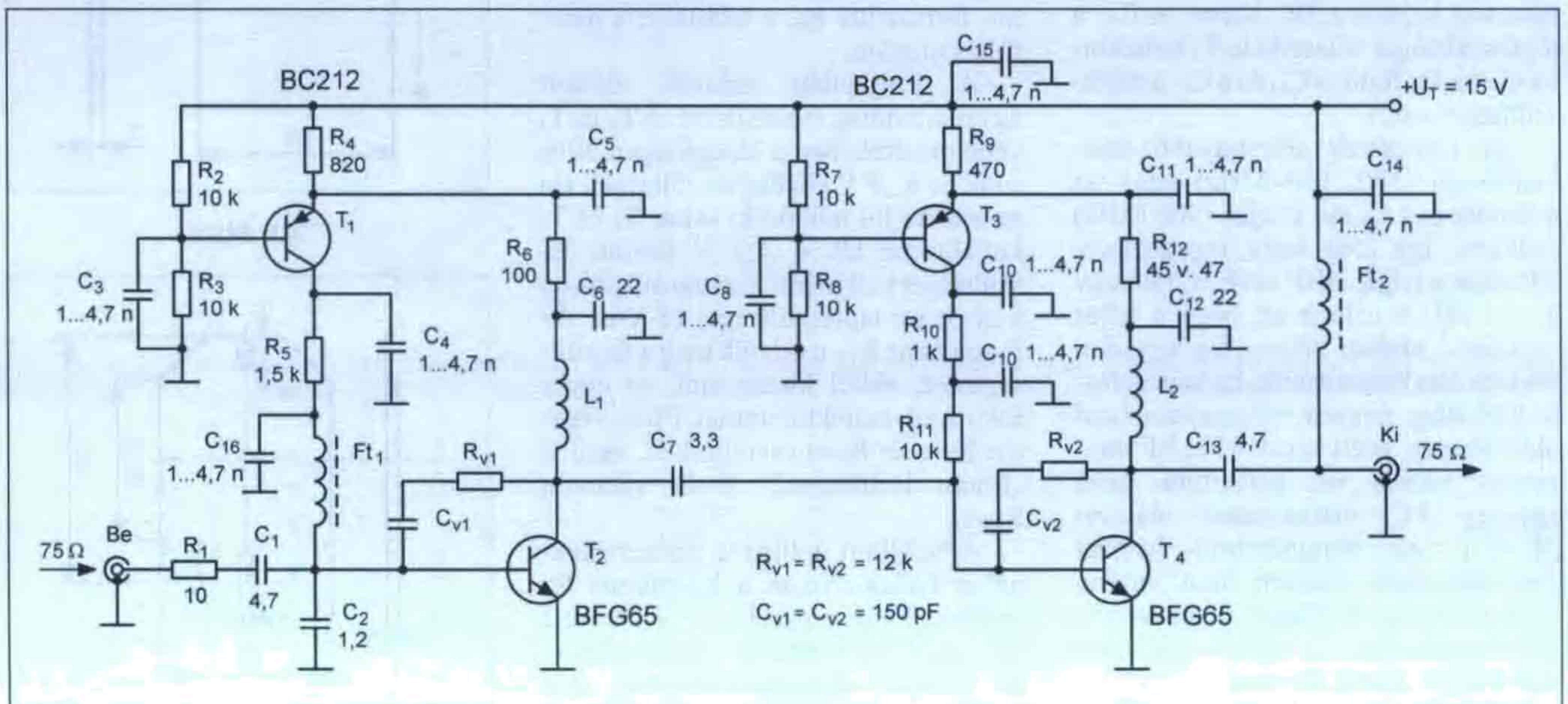


UHF erősítők aktív (fent) és passzív munkapont-beállítással

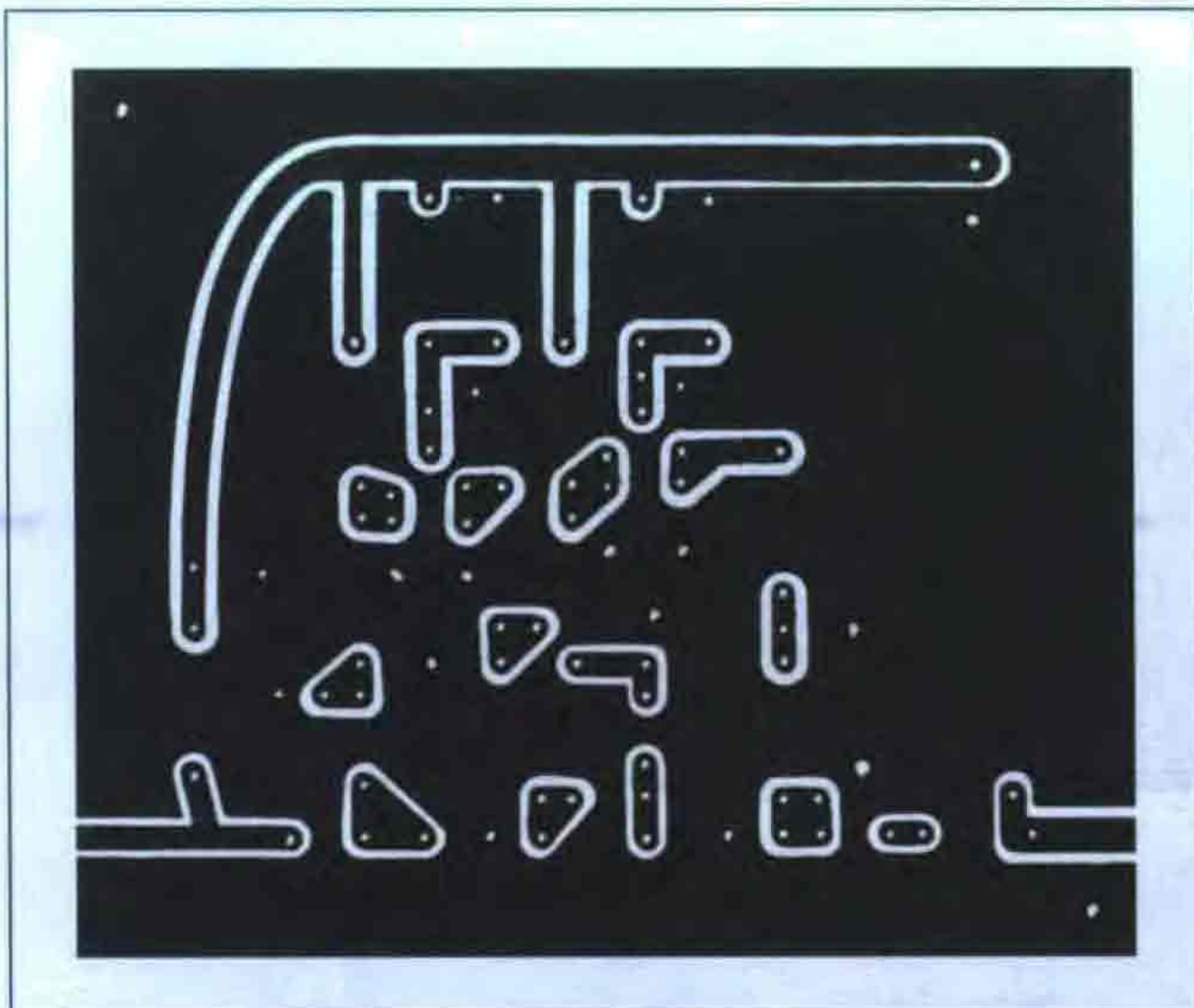
esetében. A C_3, C_4, C_5 és C_{16} kondenzátorok nagyfrekvenciásan hidegítenek, így T_2 a tápfeszültségen keresztül nem tud begerjedni. Az R_4 ellenállás értékének a megválasztásával, a kedvező zaj-

szám érdekében, 9 mA körüli értékre állítjuk be T_2 kollektoráramát.

A T_4 munkaponti bázisáramát a T_3 áramgenerátorral stabilizáljuk. R_9 és R_{12} módosításával állítjuk be T_4 kollek-



26. ábra



27. ábra

toráramát kb. 15 mA-re az alkatrész szórások függvényében. A $C_8...C_{11}$ kondenzátorok feladata a nagyfrekvenciás hidegítés.

A nagyfrekvenciás jel a bemeneti RC komplexumon keresztül jut T_2 bázisára, majd felerősítve a kollektoráról C_7 -tel csatoljuk ki a következő fokozat bemenetére. T_4 az RF jelet tovább erősíti és azt a C_{13} -mal csatoljuk ki az egység RF kimenetére. A bemeneti RC komplexum, a $C_6-L_1-C_{ce2}$ által alkotott sávszűrő, továbbá az R_6 ellenállás funkciójáról leírtakat lásd az egyfokozatú változatnál! A $C_{12}-L_2-C_{ce4}$ és az R_{10} feladata megegyezik az előbb említettekével. Az Ft_1 -nek gerjedésgátló szerepe van, másrészt általa az RF jel nem tud bejutni a DC körbe. A C_{13} a tápfeszültséget választja le T_4 kollektoráról. Az Ft_2 fojtó, a C_{14} és a C_{15} a tápfeszültséget szűri.

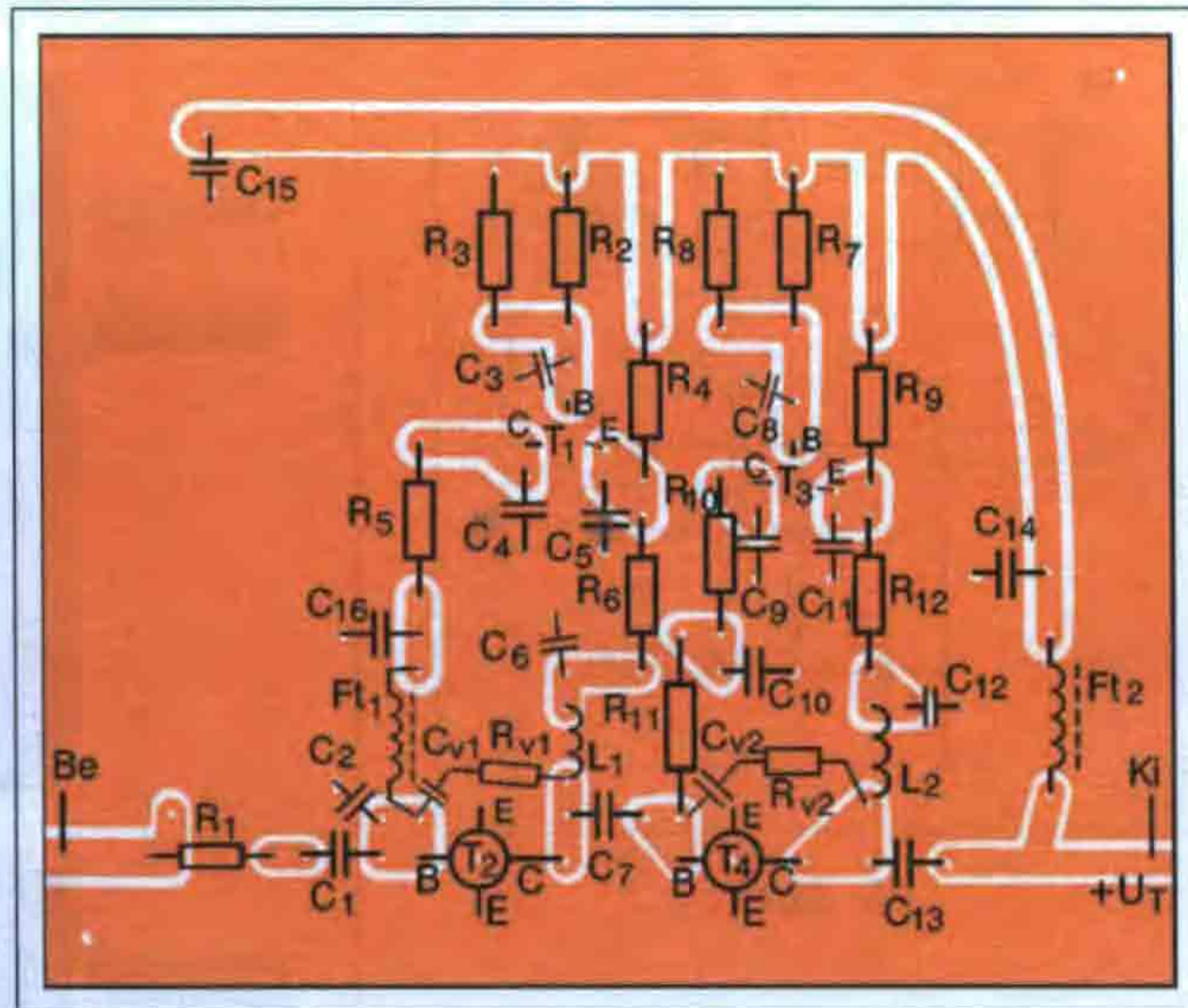
Az erősítőnek alacsonyabb frekvenciákon (100...150 MHz) nagy az erősítése és ez a sáv tetején (900 MHz) csökken, így elég nagy ingadozások adódnak a teljes UHF sávban, mintegy 3...3,5 dB. A célunk az, hogy a teljes működési sávban viszonylag egyenletes erősítést biztosítsunk. Ez kapcsolástechnikailag negatív visszacsatolással oldható meg, ezért került a két RF tranzisztor bázisa és kollektora közé egy-egy RC visszacsatoló hálózat (R_v-C_v). Az visszacsatoló hálózat elemértékeinek kísérleti úton történő megválasztásával elértük, hogy az erősítés ingadozása 1,5 dB-en belül maradt a teljes üzemi sávban.

A kétfokozatú erősítőt egyoldalas, 75,5×63,5 mm méretű nyáklapon ké-

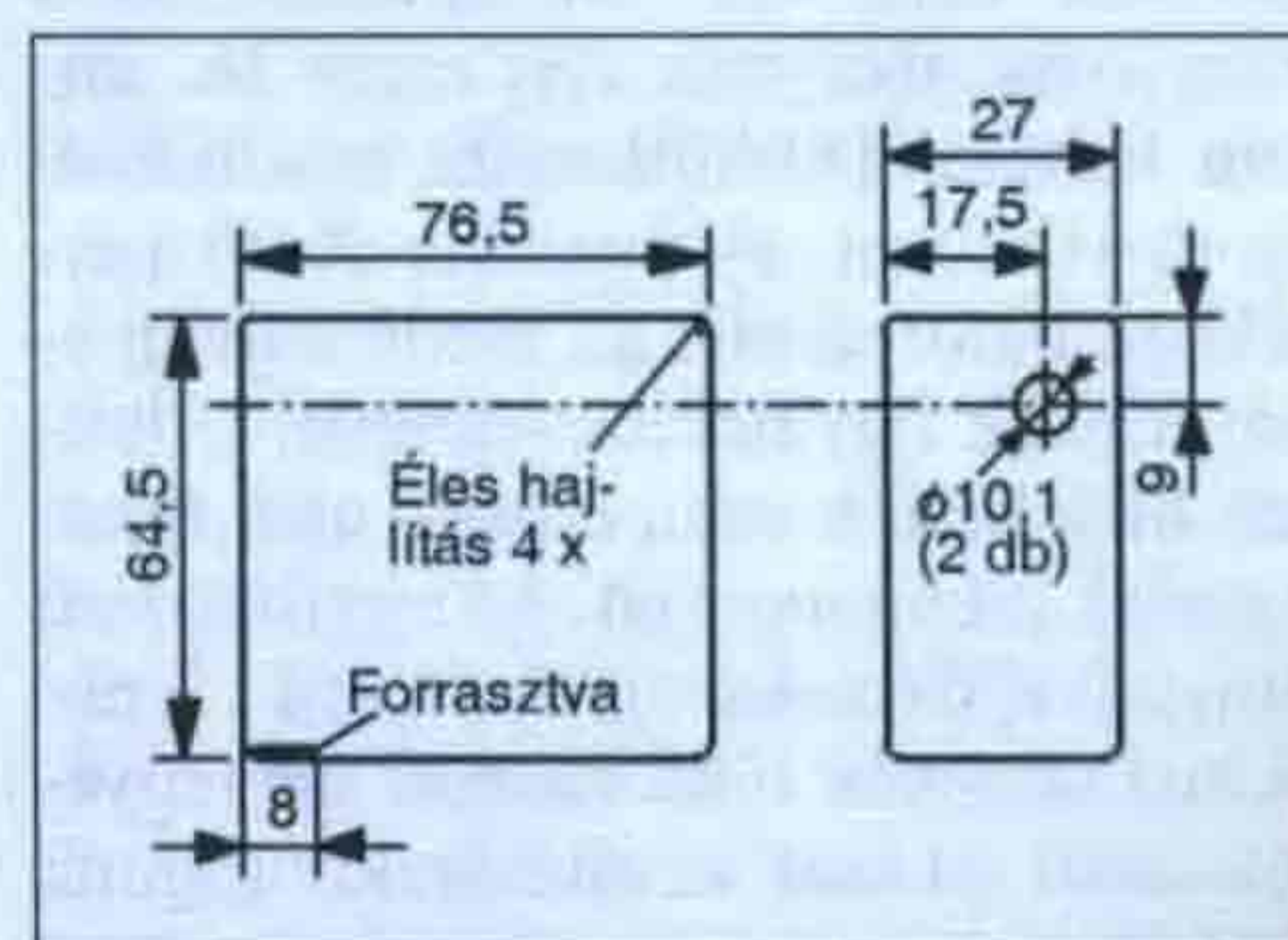
szíthető el. Ennek fóliarajza a 27. ábrán, míg az alkatrészek beültetési rajza a 28. ábrán látható. A komplett erősítő elkészítéséhez a dobozos megoldást választottuk. A doboz keretrajzát a 29. ábra mutatja. A fedél a 30. ábrán, a talplemez rajza a 31. ábrán látható. A doboz anyaga 0,4...0,5 mm-es ónozott vaslemez, de készíthetjük azt 1,6 mm-es, egyoldalas nyáklemezből is. Elsőnek a RF csatlakozókat forrasztjuk be, majd a nyáklemezt forrasztjuk a kerethez. A nyáklemez kerethez történő beforgasztása előtt az RF tranzisztoroknál $\varnothing 5$ mm-es furatot fúrunk a nyáklemezen. Az RF tranzisztorokat, az R_1 ellenállást, továbbá a visszacsatoló elemeket ($R_{v1}-C_{v1}$ és $R_{v2}-C_{v2}$) a fóliaoldalon forrasztjuk be, a többieket a nemfóliás oldalon.

A megépített erősítőt először egyenáramúlag élesszük fel. A T_2 és T_4 védelme érdekében a tápegységen állítunk be 8...9 V közötti feszültséget. Ha az erősítő jól működik, akkor T_2 és T_4 kollektorán kb. 4...4,5 V közötti feszültséget kell mérni. Ezután állítunk be a névleges tápfeszültséget 15 V-ra. Az R_6 -on és az R_{12} -n mérjük meg a feszültségesést, ebből kiszámítjuk az egyes fokozatok kollektoráramát. Eltérés esetén R_4 -et és R_9 -et cserélni kell, esetleg „finom beállítással” R_5 -öt valamint R_{10} -et.

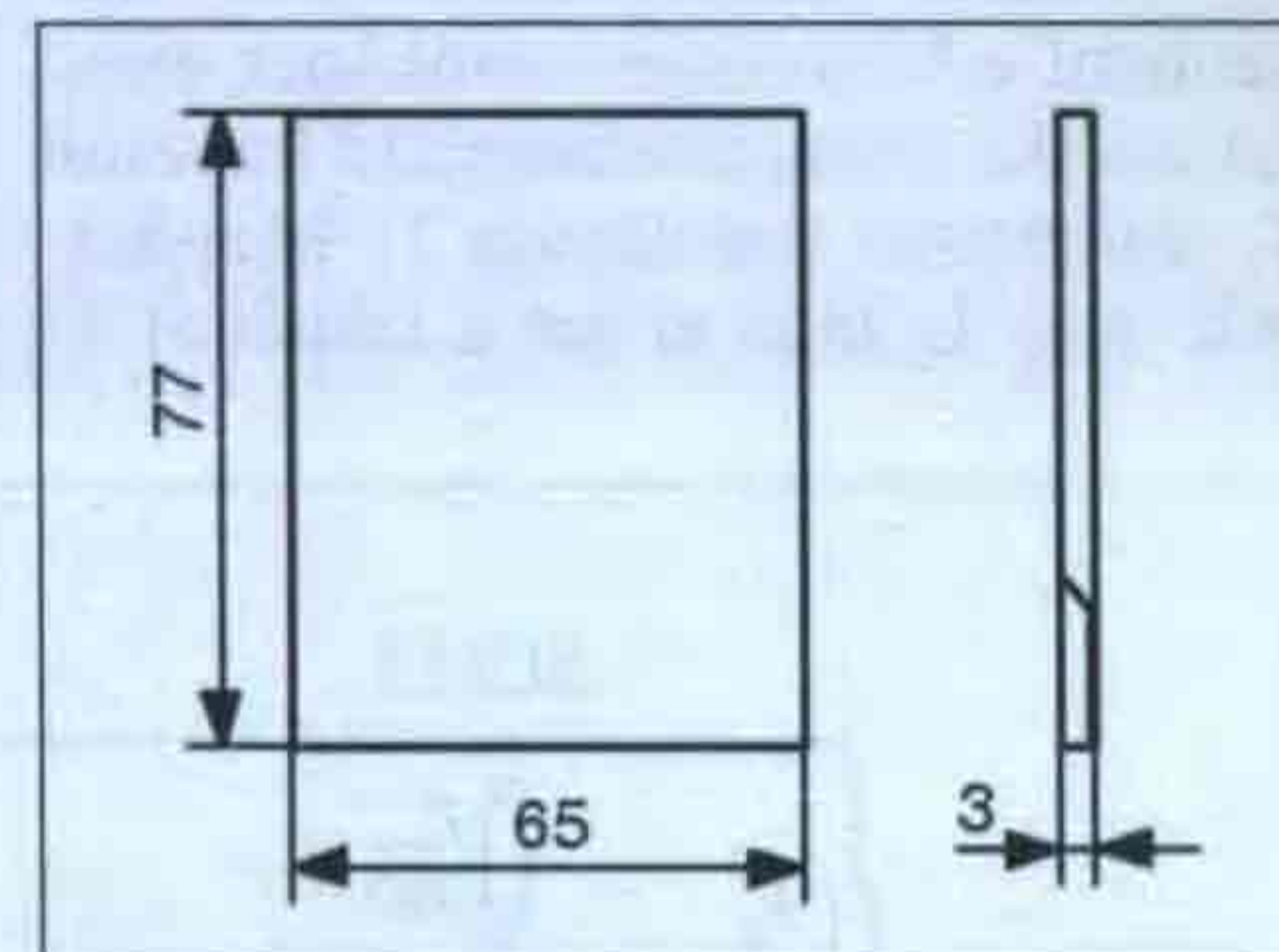
A beállított optimális áramértékek-nél a kollektorokon a következő feszültségek mérhetők: $U_{CE2} = 7,2 V \pm 0,2 V$; $U_{CE4} = 7,4 V \pm 0,2 V$. Ezután mérjük az erősítés frekvenciamenetét, ami vobulátorosan történik. Az L_1 és L_2 tekercs meneteinek széthúzásával állít-



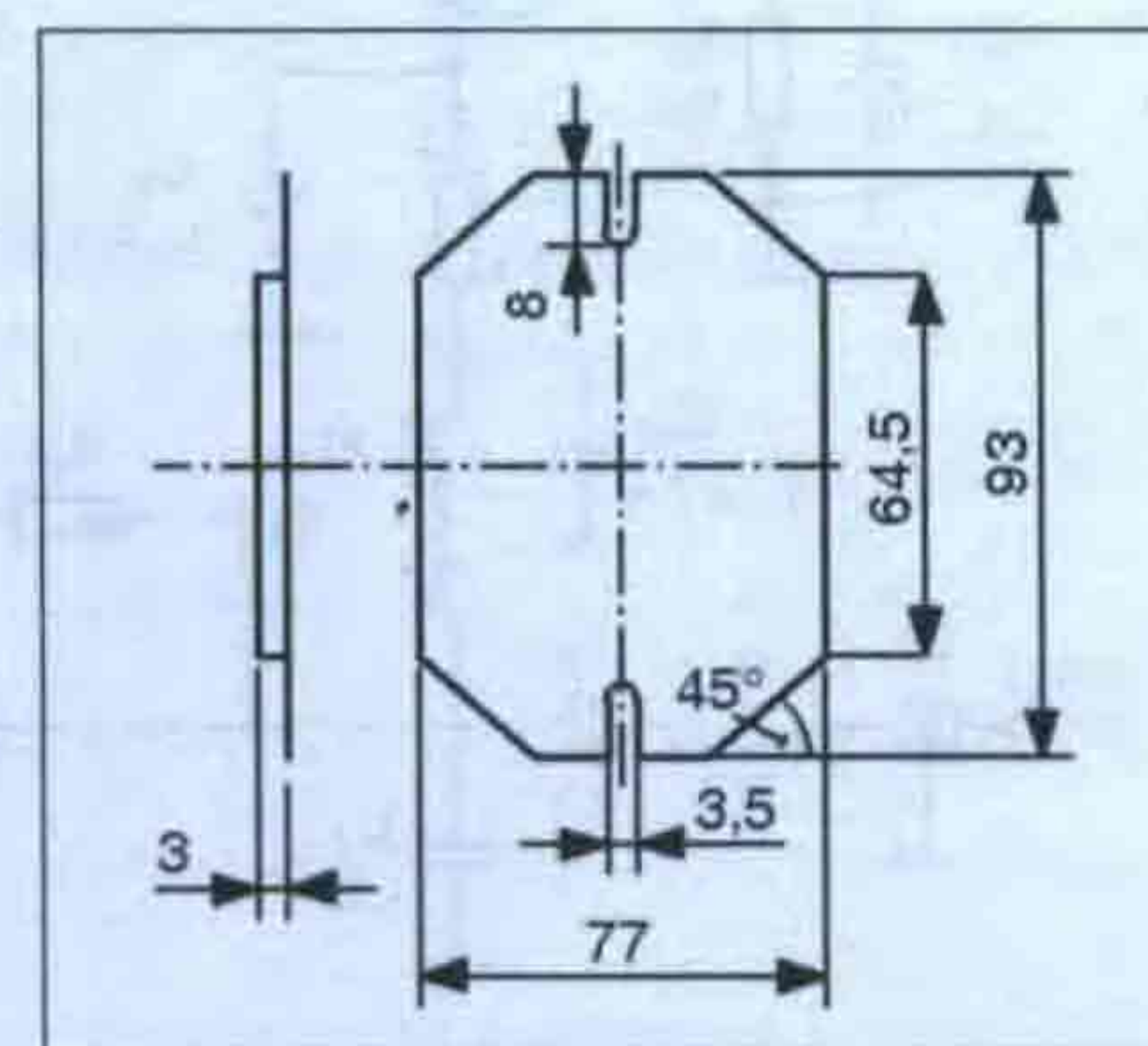
28. ábra



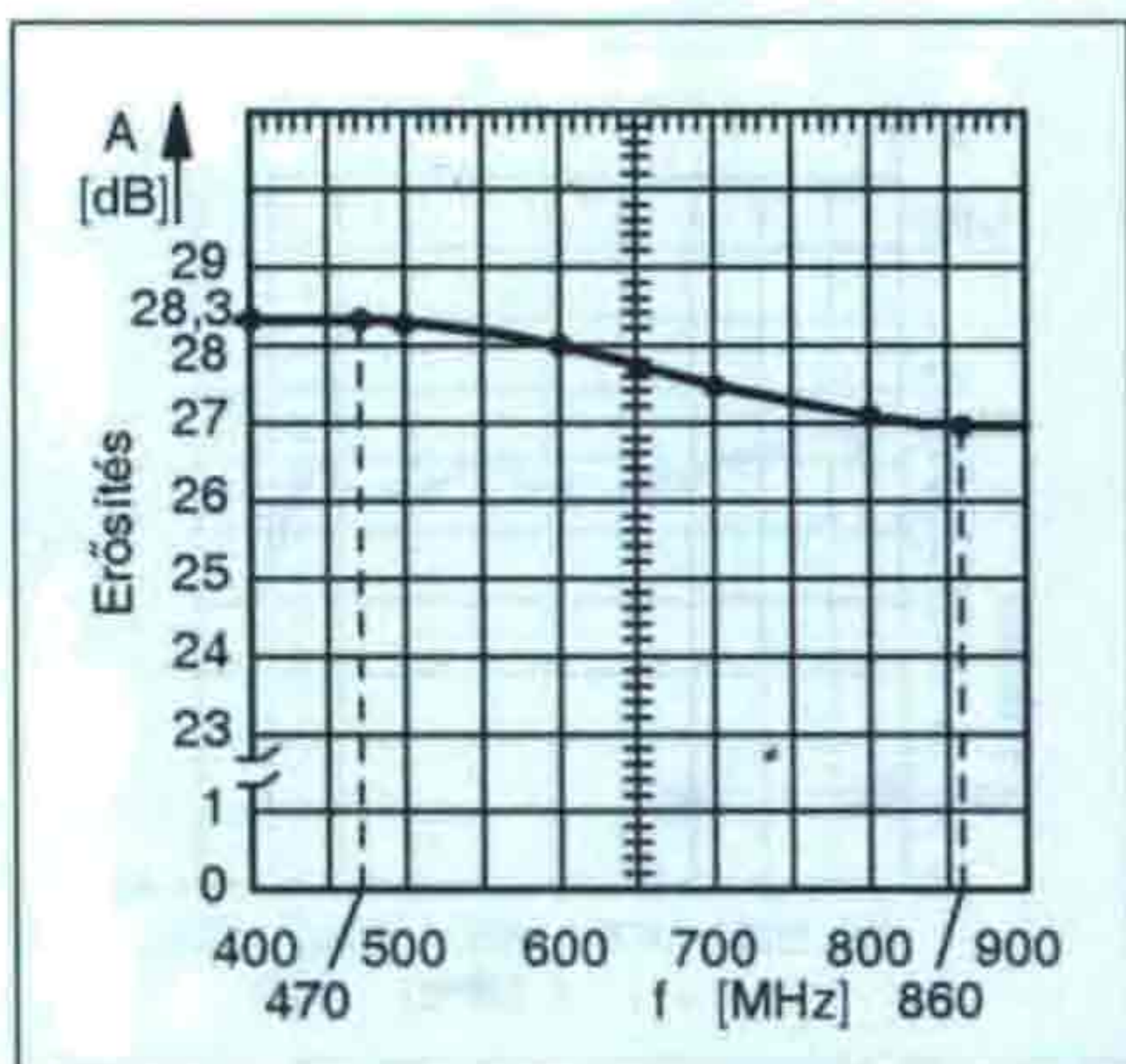
29. ábra



30. ábra



31. ábra



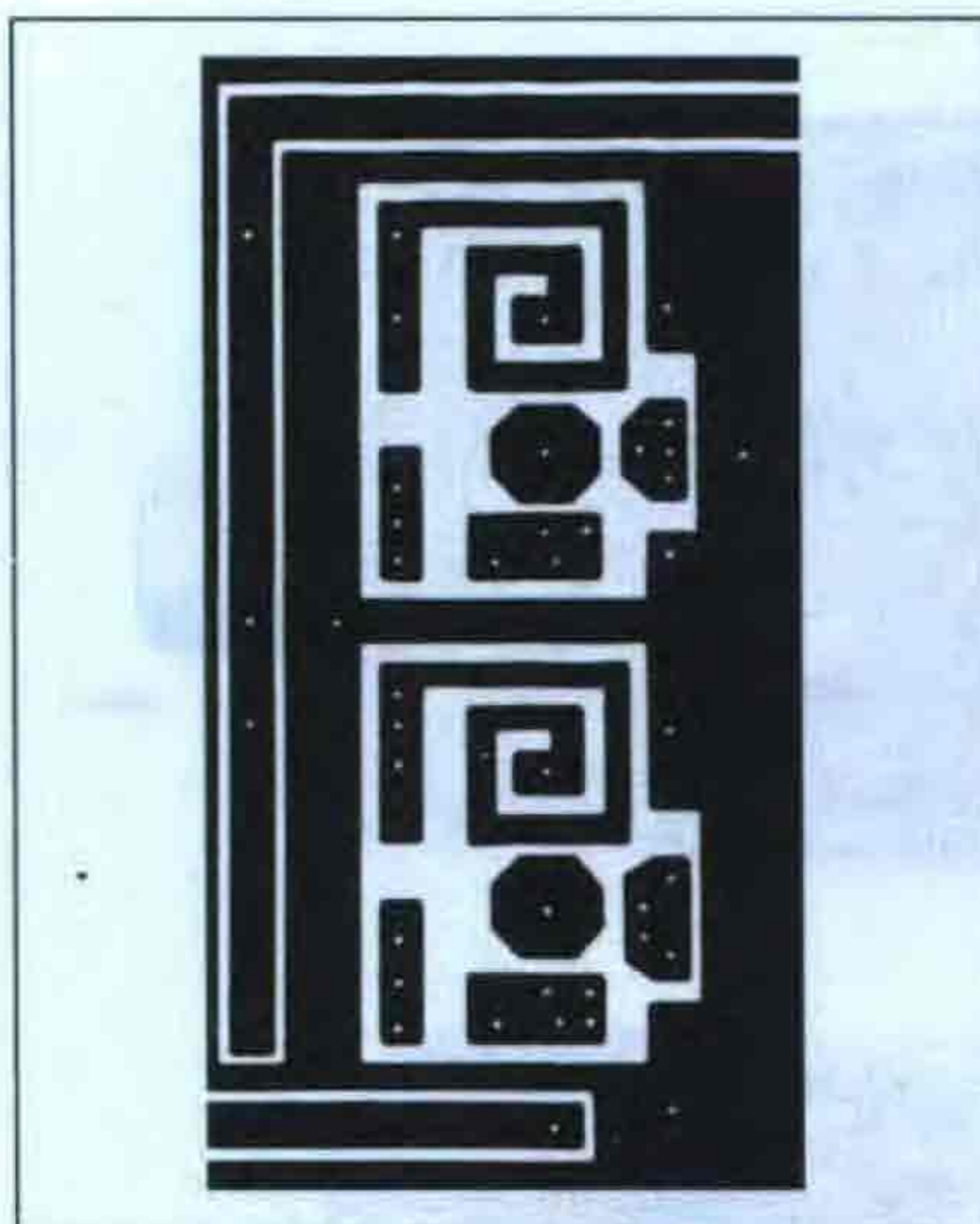
32. ábra

juk be a 32. ábrán látható karakterisztikát. A kétfokozatú erősítő lényeges adatai az 1. táblázatban található. A táplálással és az alkalmazással kapcsolatos javaslatok hasonlóak az egyfokozatú erősítőnél leírtakhoz.

Minden ellenállás fémréteg típus, 0,25 W-os, kivéve az R_1 , R_6 , R_{10} ellenállásokat, amelyek R534 típusúak. A kondenzátorok kerámia tárcsa típusok, kivéve C_1 -et, C_2 -t, C_7 -et és C_{13} -at, amelyek „cseppkondik”. Az L_1 és az L_2 tekercsek légmagosak: Ø4-es magon 2,5 menet, Ø0,6 CuAg vagy CuZ huzalból. Az Ft_1 , Ft_2 fojtók adatai: Ø2 mm-es ferritmagon 25 menet, Ø0,2 mm-es CuZ huzalból.

Teljessávú (VHF + UHF) erősítő

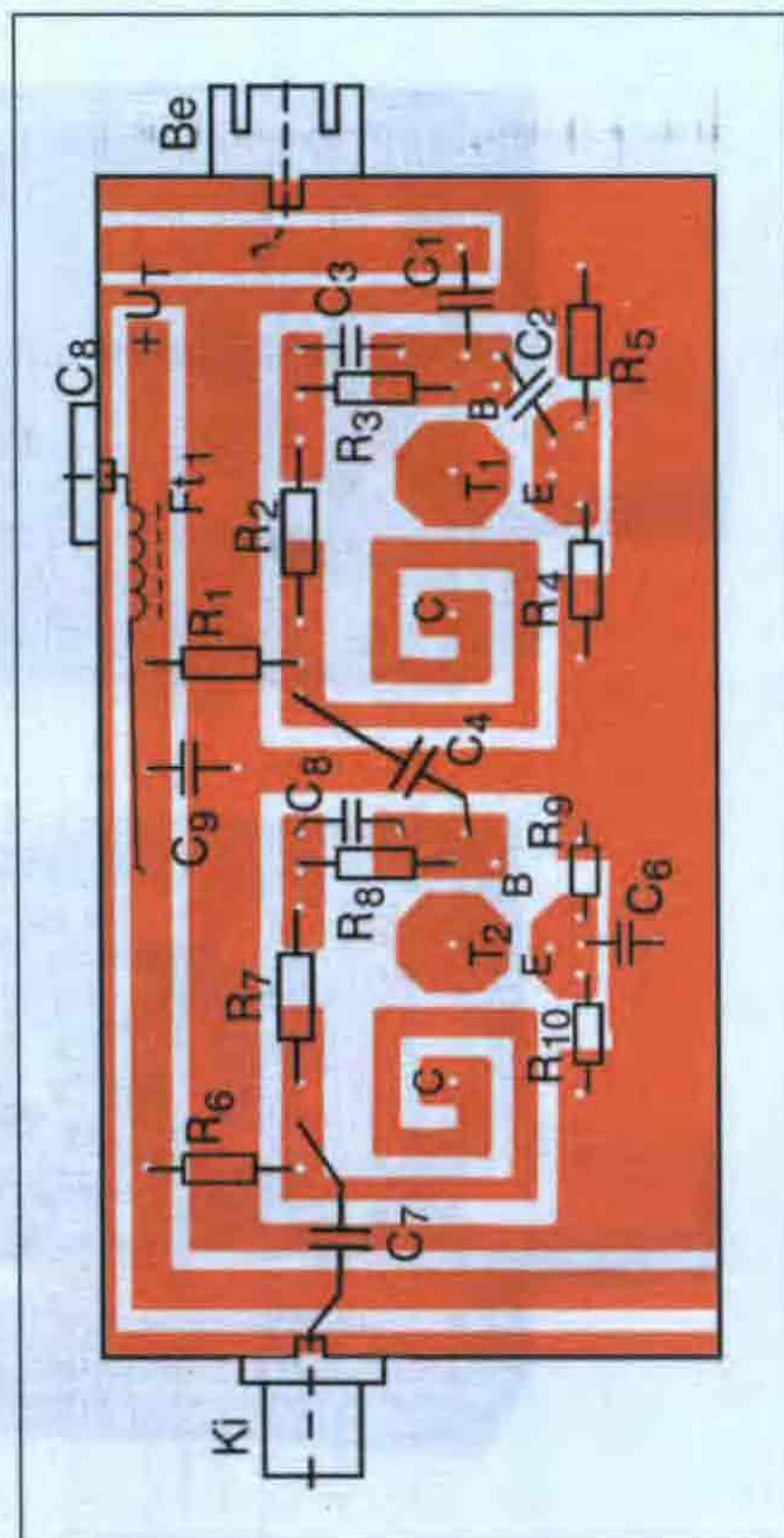
A szélessávú erősítőcsalád ún. teljessávú változatát mutatjuk be, amelynek üzemi frekvenciatartománya 40...860 MHz-ig terjed. A teljessávú erősítő



34. ábra

kétfokozatú, mindkét fokozat azonos kapcsolástechnikájú, azaz automatikus munkapontbeállítású, földeltemmitteres erősítő. Az elvi kapcsolás a 33. ábrán látható.

Az áramkör nagy sáv szélessége a mikrohullámú tranzisztoroknak ($f_T = 5$ GHz) és a nagyfrekvenciás jelre is hatásos negatív visszacsatolásnak köszönhető. A visszacsatolást létesítő ellenállások ($R_2...R_5$ az első fokozatban, illetve $R_7...R_{10}$ a második fokozatban) a sáv szélesség növelésén túl a tranzisztorok automatikus munkapontbeállítását is biztosítják. Így kiküszöbölhető a tranzisztorpéldányok közötti szórás, a tápfeszültség- és hőmérsékletváltozás okozta lényeges munkapontvándorlás. A (rövid!) kivezetések induktivitását tovább csökkentendő, az emitterkörü

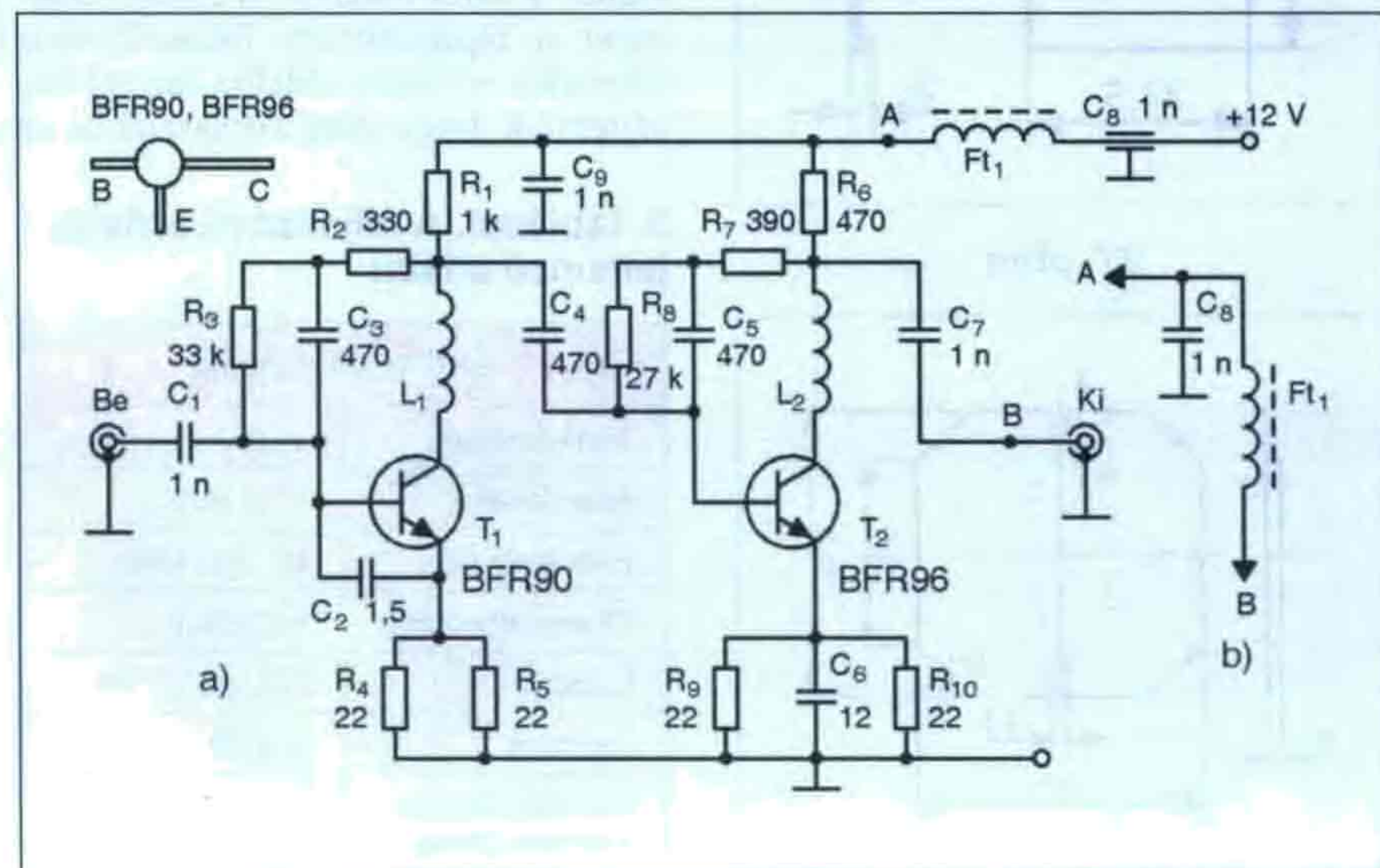


35. ábra

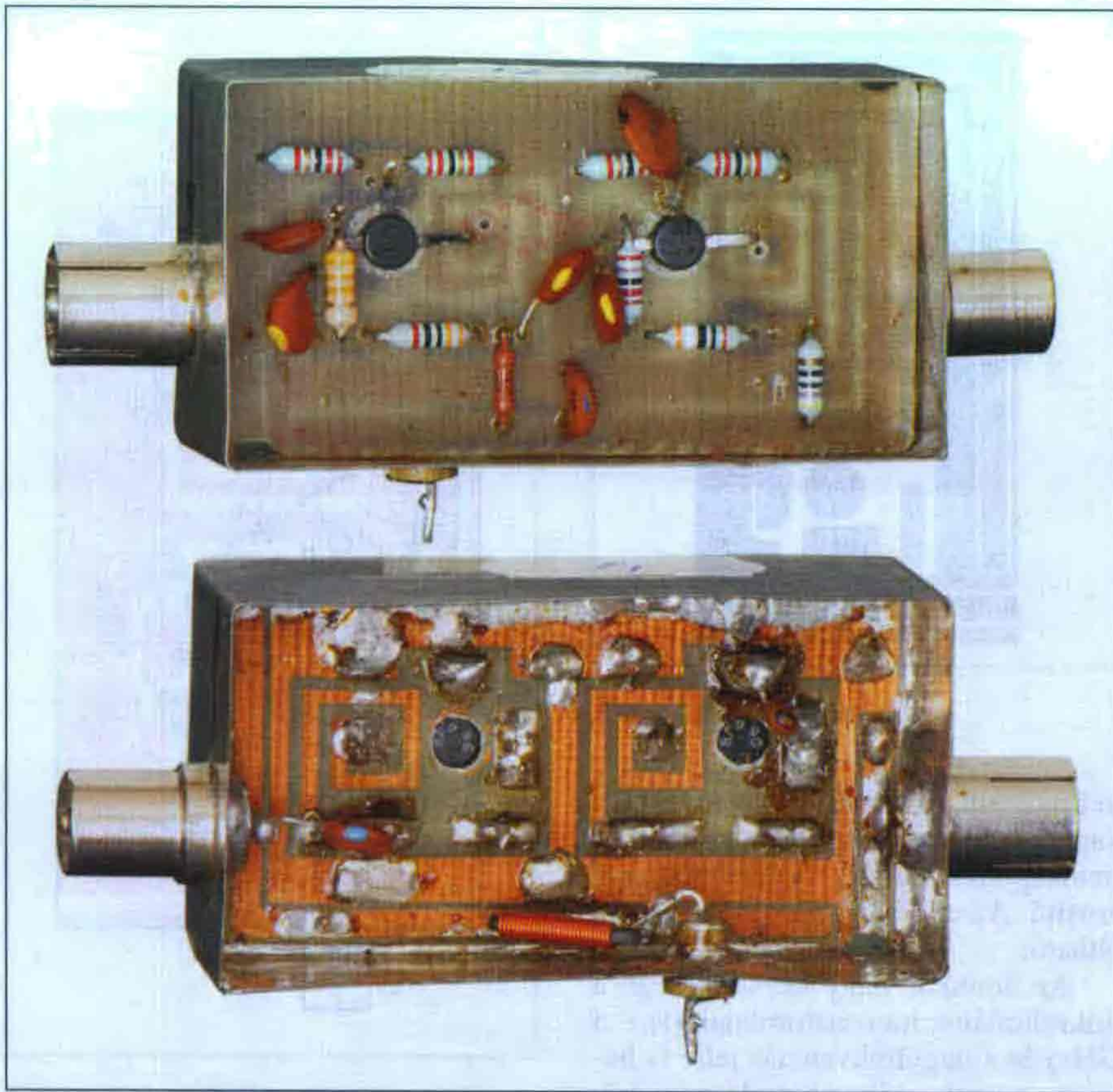
tagokat 2 – 2 db párhuzamosan kapcsolt ellenállásból állítottuk össze.

Az $L_1-R_2-C_3$ és az $L_2-R_7-C_5$ frekvenciafüggő visszacsatoló hálózatok szerepe a minél kisebb ingadozású frekvenciamenet kialakítása. A frekvenciamenet kialakításában részt vesz még a C_2 és a C_6 kondenzátor. C_2 értékétől függően kb. 500...600 MHz környékén az átvitelben csekély kiemelést hoz létre. Optimális értékének meghatározása kísérleti úton történik. A második fokozat emitterkörében levő C_6 kondenzátornak már 500 MHz környékén „söntölő” hatása van. Ez a hatás a sáv magasabb frekvenciáin még hatásosabb, ezáltal megnö T₂ erősítése. A kapcsolás érdekessége, hogy L_1 és L_2 nyomtatottáramkörü technikával készült induktivitások.

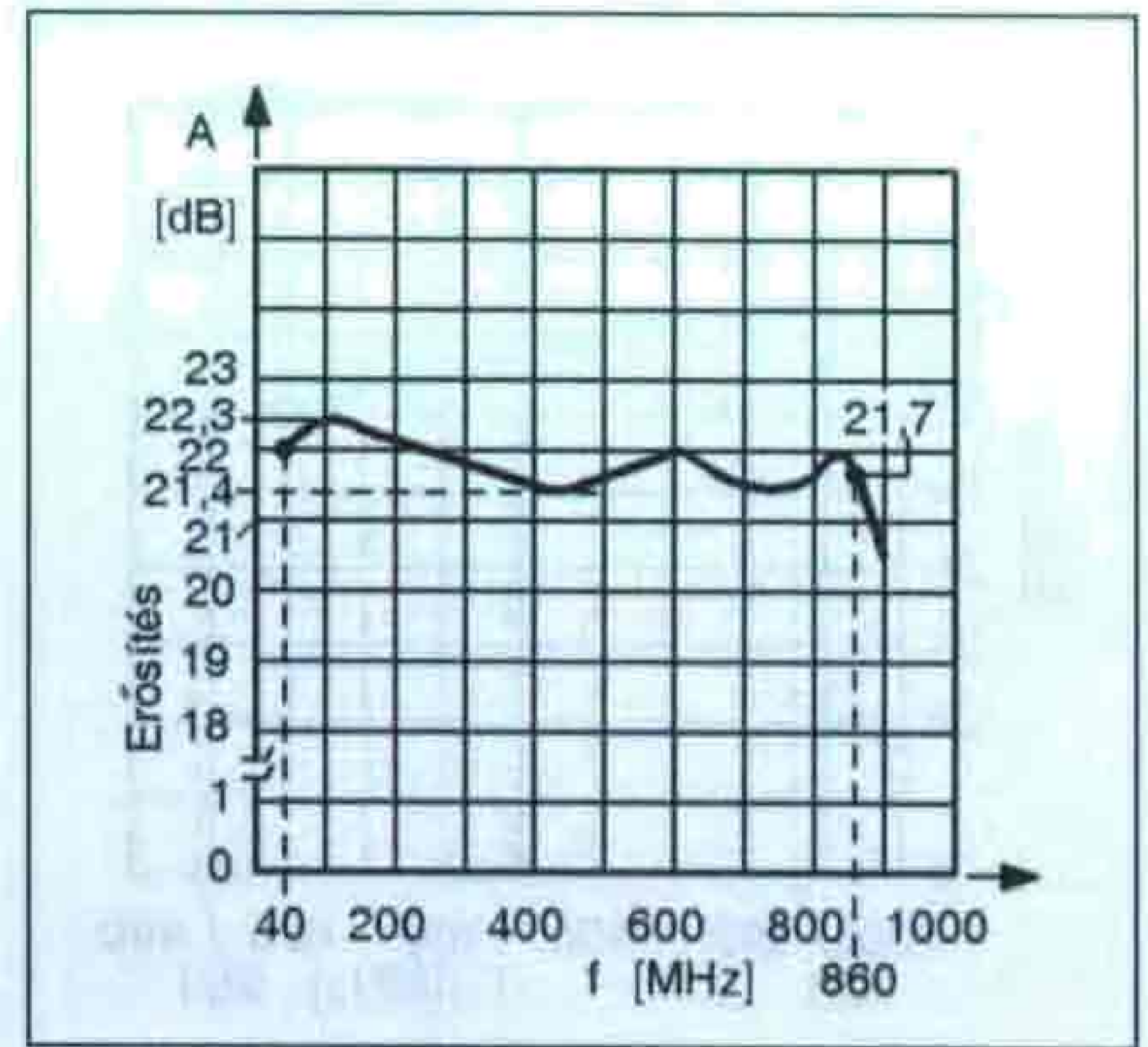
A C_1 és a C_7 a nagyfrekvenciás jel be- és kicsatolását végzik az egyenfeszültség (DC) leválasztása mellett. A $C_8-Ft_1-C_9$ feladta a tápfeszültség szűrése. A táptáplálás egy másik módját mutatja a 33.a ábra, ahol az erősítőt külön vezetékpáron látjuk el tápfeszültséggel. Ha az Ft_1-C_8 elemeket a 33.b ábra alapján az A–B pontokhoz kötjük be, akkor a táptáplálás korábban említett esetéhez jutunk (lásd pl. 22. ábra).



33. ábra



A teljessávú (VHF + UHF) erősítő

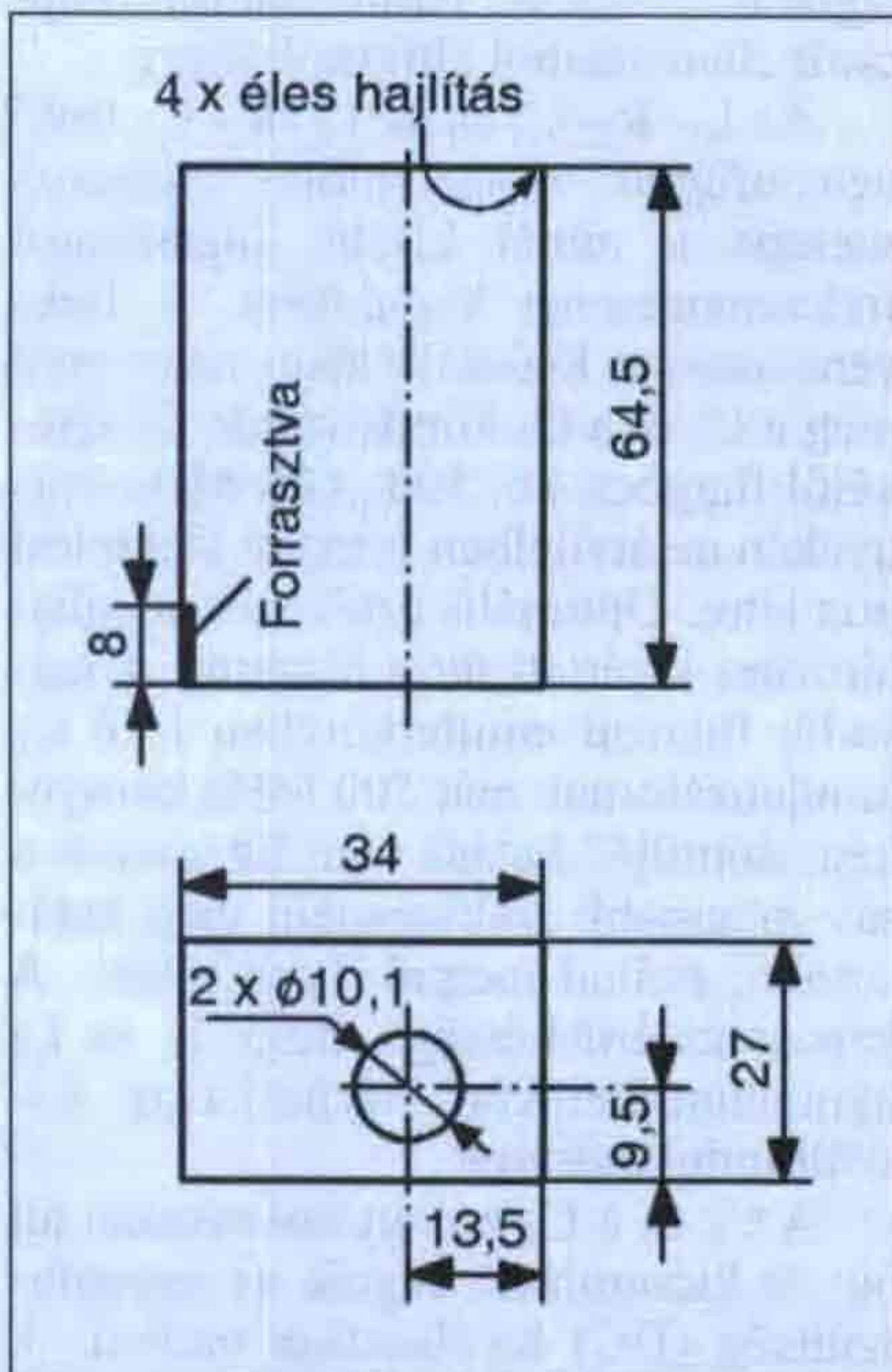


39. ábra

lemezre készítjük, melynek fóliázata a 34. ábrán látható, a 35. ábra a hozzá tartozó alkatrész-beültetési rajz. Az áramkör megépítésénél szintén a dobozos kivitelű választottuk, anyaga 0,4...0,5 mm vastagságú, ónozott vaslemez vagy 1,6-os nyáklemez. A keretrajzot a 36. ábrán adtuk meg, a fedélrajz a 37. ábrán, a talplemez rajza a 38. ábrán látható. Először a kerethez a nagyfrekvenciás csatlakozókat forrasztjuk be; KODU (koaxdugó) legyen a bemenet és KOHÜ (koaxhüvely) a kimenet. A nyák kerethez forrasztása előtt a tápfesz. és a bemenet fóliacsíkját kb. 2 mm mélyen reszeljük be a zárlat elkerülése végett! Szintén a beforrasztás előtt 2 db $\varnothing 5$ mm-es furatot fúrunk a mikrohullámú tranzisztorok részére. Ennek megtörténte után forrasztjuk a kerethez a nyákot a keret felső élétől 11 mm-re. A passzív és aktív elemek beültetése a beültetési oldalon történik. A C_1 -et és C_7 -et „légszereléssel” forrasztjuk a be- és kimeneti csatlakozók belső eréhez a fólia oldalon. A mintapéldányon a tápfeszültség fóliacsíkjához közelebb eső keretoldalba furatot készítettünk, hogy ebbe forrasztjuk be az

3. táblázat. A teljessávú erősítő jellemző adatai

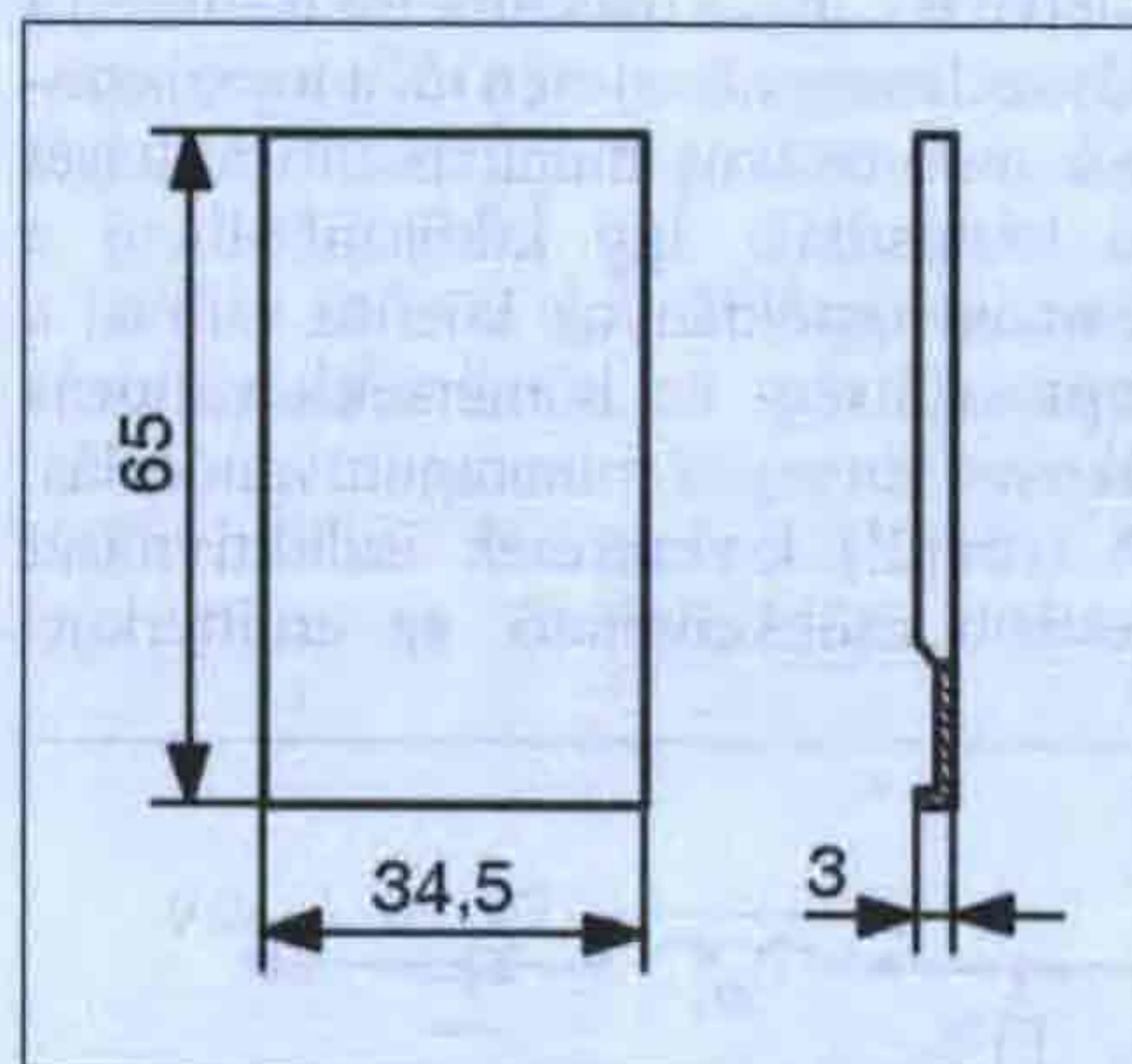
Kétfokozatú erősítő	
Tápfeszültség	+12 V
Áramfelvétel	< 25 mA
Frekvenciasáv	40...860 MHz
Kivezélhetőség	103 dB μ V
Erősítés	21,5 dB \pm 1 dB
Zajszám	< 5 dB
Erősítésváltozás a tápfeszültség 10...15 V közötti változására	< 2 dB



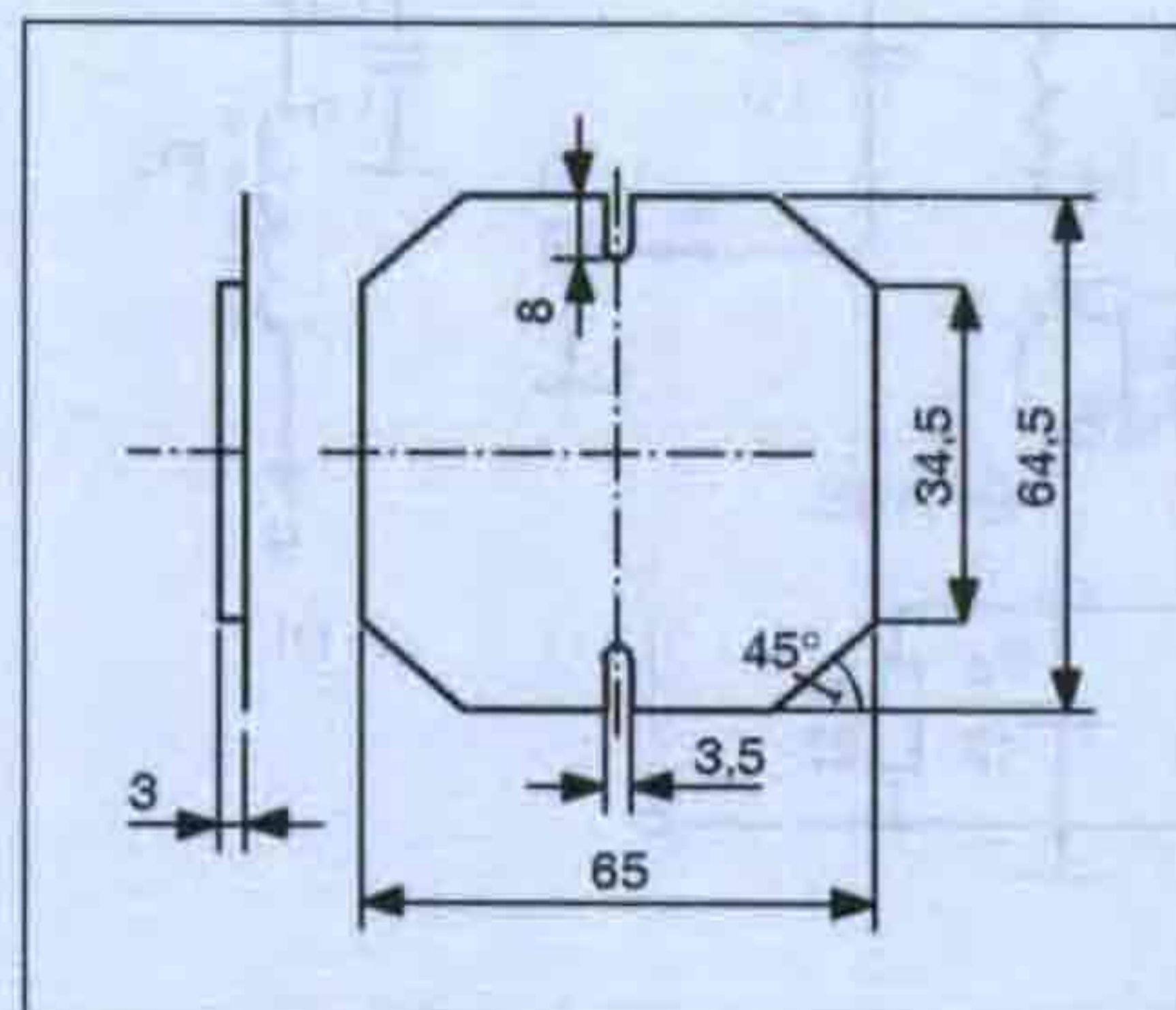
36. ábra

C_8 ebben az esetben is kerámia tárcsakondenzátor, rövid(!) kivezetésekkel beforrasztva.

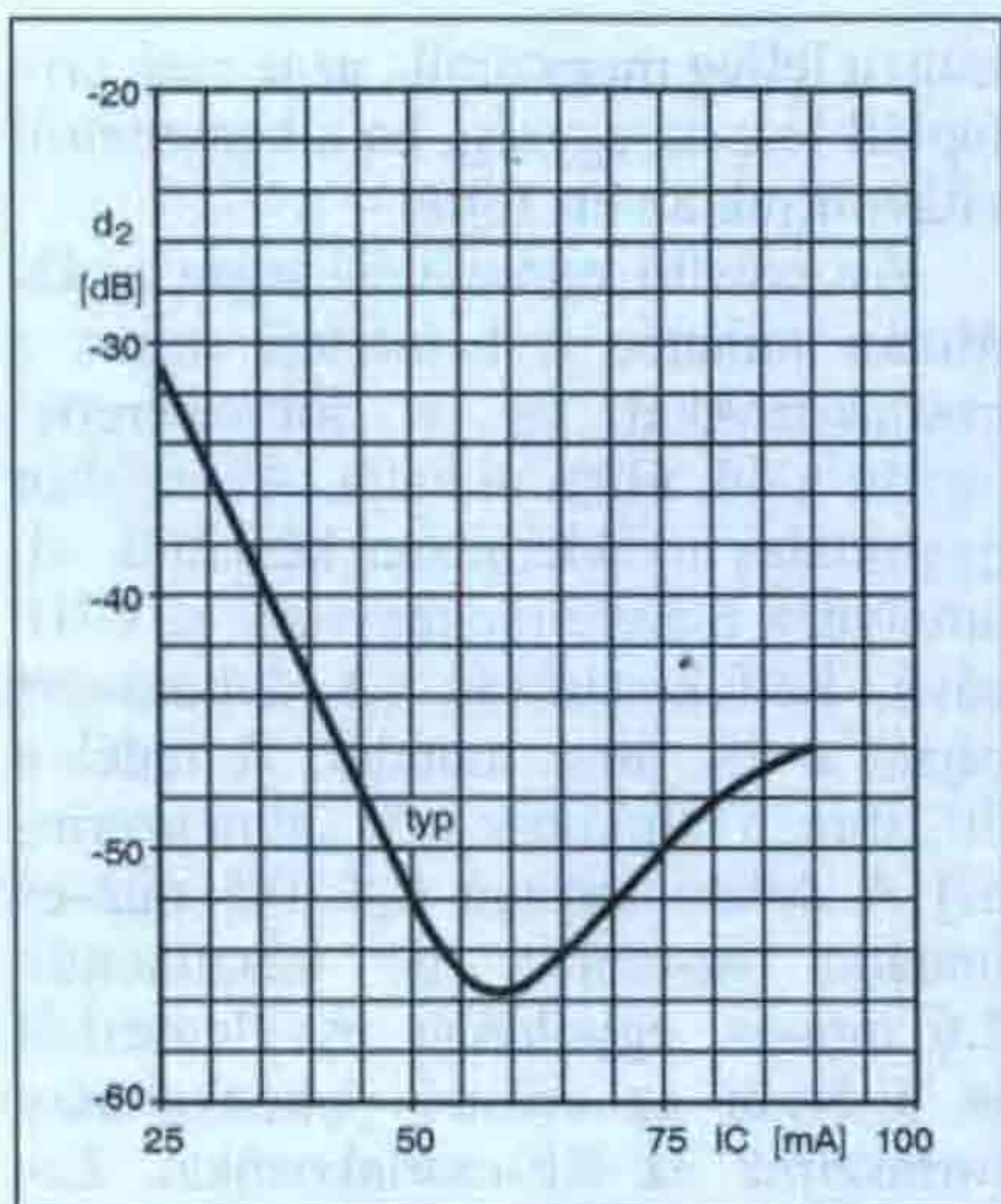
Az áramkört 63,5 x 33 mm méretű, 1,6 mm-es, egyoldalon fóliozott nyák-



37. ábra



38. ábra



40. ábra

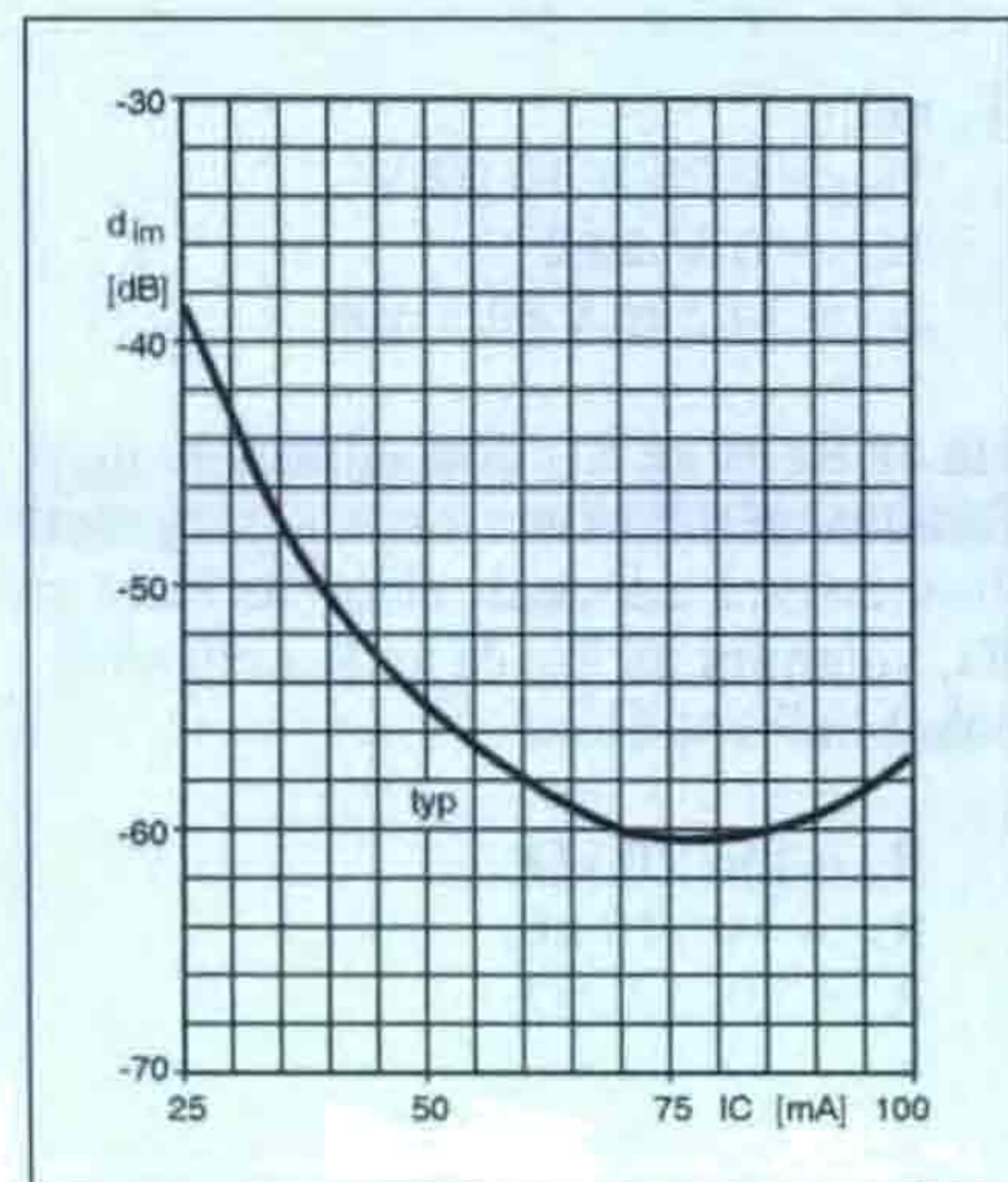
1 nF-os átvezető kondit (C_8). A C_8 és az Ft_1 „légszerelésű”.

A beültetett áramkört először egyenáramúlag ellenőrizzük. Az erősítőt kapcsoljuk a névleges 12 V-os tápfeszültségre. Jól működő fokozatok esetén a tranzisztorok kollektorán, illetve emitterén ezen feszültségek mérhetőek:

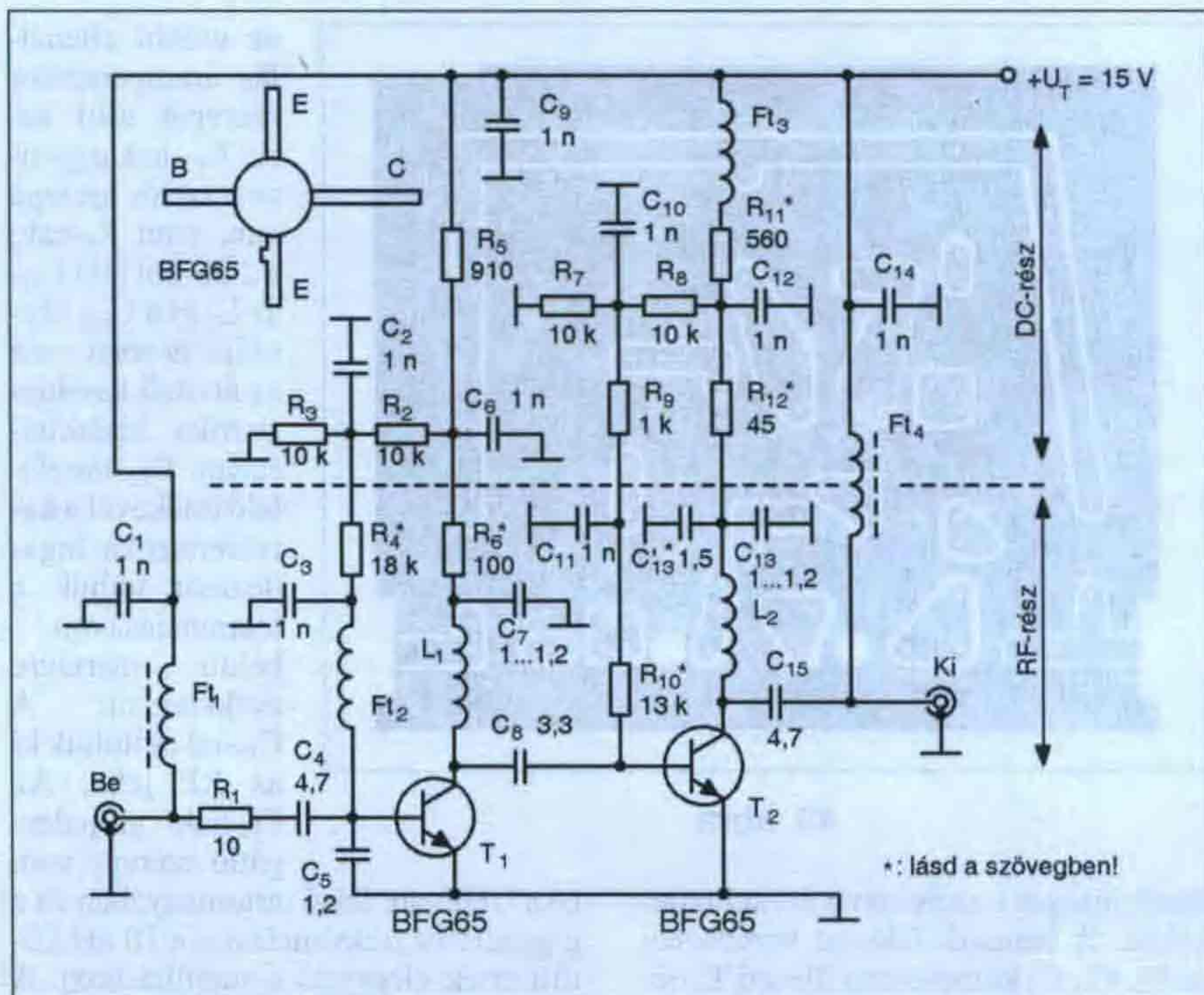
- $U_{C1} = 4,5 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$,
- $U_{C2} = 5,8 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$,
- $U_{E1} = 0,83 \text{ V} \pm 0,03 \text{ V}$,
- $U_{E2} = 0,145 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$.

Az egyenáramú élesztés után következik az erősítő frekvenciamenetének (39. ábra) felvétele, ami vobulátorosan történik. A teljessávú erősítő műszaki adatai a 3. táblázatban található. A táblázatból látható, hogy a kapcsolás nem igényel stabilizált tápfeszültséget, de az RF szempontból jól szűrt legyen!

A fentiekben már említettük, hogy az IM torzítások hatása függ a csator-



41. ábra



42. ábra

nák számától és a jelszinttől. A torzítások munkapontfüggőek is, ezt mutatják a 40. és 41. ábrán látható diagramok, ahol BFR96S esetén a másod- és harmadrendű IM torzítások változását láthatjuk a munkaponti I_C függvényében. A 40. ábra két mérőjellel felvett másodrendű (d_2) torzítást ábrázolja; a mérési adatai: $f_1 = 250 \text{ MHz}$, $f_2 = 560 \text{ MHz}$, $U_{CE} = 10 \text{ V}$, $u_0 = 316 \text{ mV}$ (50 dBmV).

A 41. ábra a három generátorral felvett mérés, a keresztmodulációs torzítás ($d_{im} = \text{XMA}$) jellegének változását mutatja; a mérési adatai:

- $f_1 = 795,25 \text{ MHz}$,
- $f_2 = 803,25 \text{ MHz}$,
- $f_3 = 805,25 \text{ MHz}$,
- $U_{CE} = 10 \text{ V}$,
- $u_0 = 700 \text{ mV}$ (56,9 dBmV).

Szuper-szélessávú erősítő

Az ismertetésre kerülő kapcsolás több sáv erősítésére alkalmas, így a műholdas tévé-sávra is, ahol a kábelcsillapítás révén lecsökken az erősítő bemenetére jutó jel szintje, ezért a zaj kérdése előtérbe kerül.

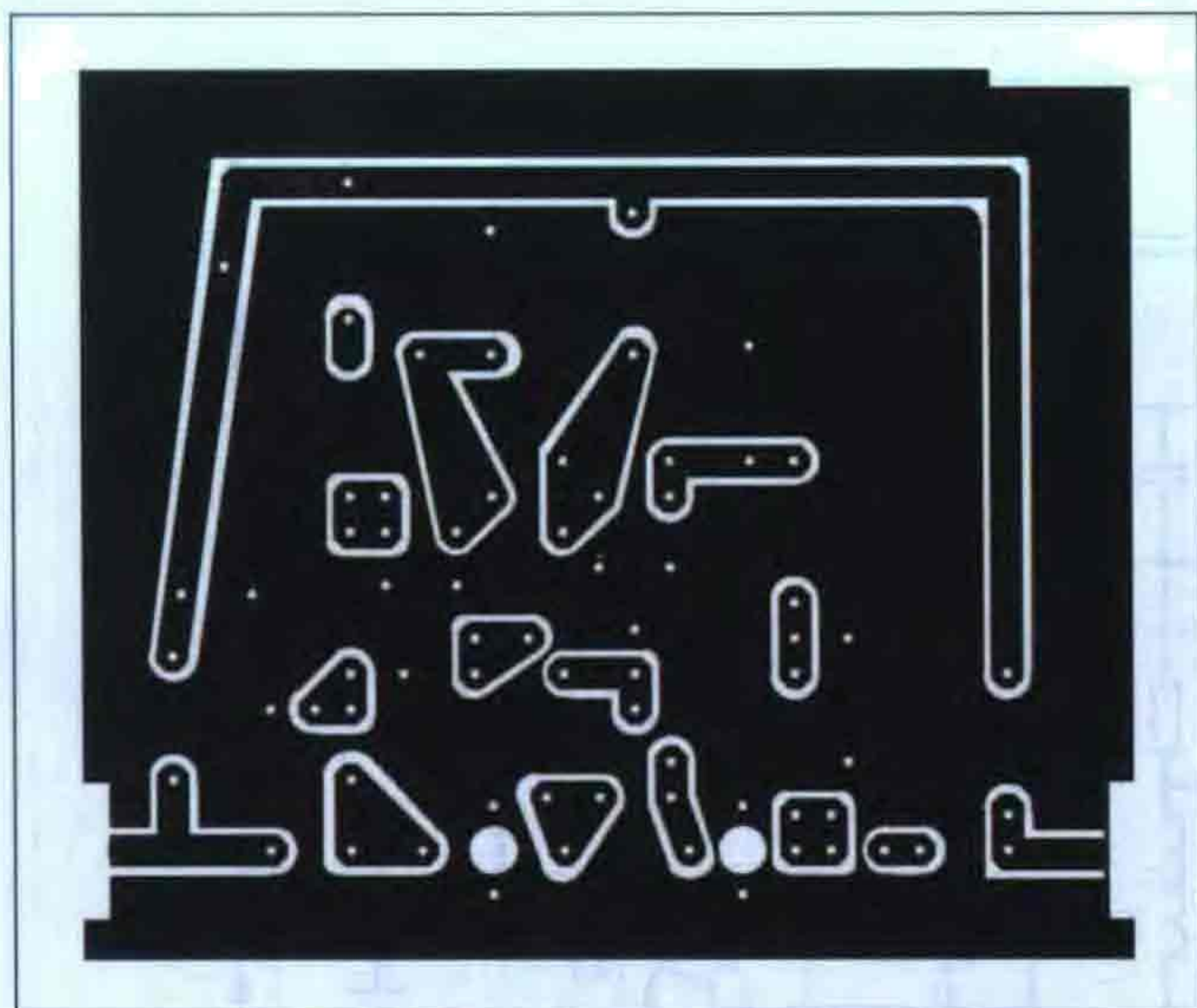
Erősítéstechnikából ismeretes, hogy két-, vagy többfokozatú erősítőknél az eredő zajszámot döntő mértékben az első fokozat zajszáma határozza meg. A kollektorfeszültség is hatással van a zajra, ezért célszerű az RF tranzisztorok U_{CE} munkaponti feszültség-

nek 5...10 V közötti értéket választani. Efölött rohamosan kezd nőni a zaj. Nem elhanyagolandó szempont az sem, alacsony kollektorfeszültségnél kisebb lesz az RF tranzisztoron disszipált teljesítmény. Többfokozatú erősítőknél ezért az első fokozatot zajminimumban vagy ehhez közel eső munkapontban üzemeltetik. Ezen szempontok figyelembevételével állítottuk be az első RF-tranzisztor munkapontját.

A szuper-szélessávú erősítő 42. ábrán látható kapcsolása két részből áll: a munkapontot beállító/stabilizáló DC körből és az erősítést végző RF részből.

A T_1 tranzisztor egyenfeszültségeit egy ellenálláshálózattal állítjuk be. A megosztott kollektorellenállások közös pontjára csatlakozó feszültségosztóval (R_2, R_3) az itt levő feszültséget leosztjuk. A feszültségosztóra kapcsolódó R_4 ellenállással stabilizáljuk I_{B1} áramot. Az R_5 ellenállás értékének megválasztásával állítjuk be T_1 kollektoráramát 10 mA körüli értékre, míg ennek a „finom” beállítása R_4 -gyel történik. A C_2, C_3 és C_6 nagyfrekvenciásan hidegítenek, így T_1 a tápfeszültségen keresztül nem tud begerjedni.

Az R_6 feladata kettős. Egyrészt egyenáramúlag T_1 kollektorfeszültségét állítja be a rajta átfolyó áram függvényében, másrészt nagyfrekvenciásan csillapítja a C_7, L_1, C_{ce1} (utóbbi a T_1 kimeneti kapacitása) által alkotott sáv-



43. ábra

szűrő jóságát a szélessávú átvitel érdekében. A bemenő fokozat bemenetén az R_1 , C_4 , C_5 komplexum illeszti T_1 bemenő impedanciáját a 75Ω -os rendszerimpedanciához. C_4 egyúttal leválasztó és jelbecsatoló feladatot lát el. Az Ft_2 megakadályozza T_1 gerjedését. C_8 -cal csatoljuk az RF jelet a T_2 bemenetére. T_2 munkaponti áramát a T_1 -éhez hasonló ellenálláshálózattal állítjuk be. A $C_{10} \dots C_{12}$ kondenzátorok nagyfrekvenciásan hidegítenek.

R_{11} -gyel kb. 15 mA-re állítjuk be T_2 kollektoráramát, az alkatrészek szórásának függvényében. A kollektoráram „finom” beállítása az R_{10} -zel történik,

(Az UHF-sáv felső tartományában és a gigahertzes frekvenciákon a 10 nH körüli érték elegendő a stabilitáshoz). A C_1 , C_9 és a C_{14} tápfeszültség szűrését végzi az Ft_1 és Ft_4 fojtókkal. Mivel a tápfeszültséget vivő fóliaszakasz elég hosszú, ezért a szakasz közepére forrasztjuk a C_9 szűrő kondenzátort, a fólia oldalon. C_9 lehet csip vagy tárcsa kivitelű.

Az erősítő fóliázata úgy készült, hogy lehetővé teszi a tranzit (átmenő) és a távtáplálást. A tranzit táplálást az Ft_1 és Ft_4 fojtókkal tudjuk biztosítani; ez főleg műholdas építőelemként történő alkalmazáskor jön számításba. A

ez utóbbi ellenállás áramgenerátor szerepét tölti be. Az R_{12} -nek ugyanaz a kettős szerepe van, mint R_6 -nak; a 2 db-ból álló C_{13} , az L_2 és a C_{ce2} sávszűrő is részt vesz az átviteli karakterisztika kialakításában. C_{13} megfelelő értékével a karakterisztika ingadozását tudjuk a toleranciasávon belüli mértékre csökkenteni. A C_{15} -tel csatoljuk ki az RF jelet. Az Ft_3 -nak gerjedésgátló szerepe van.

tranzit jelleg megszűnik, azaz csak távtáplált lesz az egység, ha a bemenetről eltávolítjuk az Ft_1 fojtót.

Az erősítő nyomtatási rajza a 43. ábrán látható. A beültetési rajzot a csatlakozókkal és a dobozkerettel együtt a 44. ábra mutatja. Az erősítőt egyoldalú nyáklemezen készítjük el, amelynek mérete megegyezik az UHF sávú, kétfokozatúval. (A dobozkeret rajzát a 29. ábra mutatja. A fedél a 30. ábra, a talplemez a 31. ábra szerinti.) A doboz anyaga 0,4...0,5 mm-es ónozott vaslemez, de készíthetjük 1,6 mm-es, egyoldalú nyáklemezből is. Először az erősítő dobozkeretére forrasztjuk az RF-csatlakozókat. Ezután behelyezzük a nyákot a keretbe és a kerethez, illetve a be- és kimeneti csatlakozóhoz forrasztjuk. Célszerű a nagyfrekvenciás csatlakozókat ellentétes típusúnak választani (dugó/hüvely)! Ezután következik az alkatrészek beforrasztása a nyáklemezre. Az RF tranzisztorokat az előre kifűrt 5 mm-es furatba helyezve forrasztjuk be a fólia oldalán. A fólia oldalon kerül beépítésre az R_1 és a C_9 . A többi építőelem a nem fóliás oldalon kerül beforrasztásra.

Az elkészített áramkört első lépésben egyenáramúlag ellenőrizzük. A mikrohullámú tranzisztorok védelme érdekében a tápegységen 8...9 V közötti értéket állítsunk be. A T_1 és T_2 kollektorán kb. 3...3,5 V-ot kell mérnünk, jó működés esetén. Most állítsuk be a 15 V-os névleges tápfeszültséget. Az ekkor mérhető munkaponti értékek a következők:

T_1 -nél:

$$U_{B1} = 0,78 \text{ V} \pm 0,02 \text{ V}$$

$$U_{C1} = 4 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$$

$$I_{C1} = 10 \text{ mA} \pm 0,5 \text{ mA}$$

T_2 -nél:

$$U_{B2} = 0,78 \text{ V} \pm 0,02 \text{ V}$$

$$U_{C2} = 6 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$$

$$I_{C2} = 14,5 \text{ mA} \pm 0,5 \text{ mA}$$

Ha az R_6 és az R_{12} ellenállásokon mért feszültségértékekhez nem a megadott áramértékek adódnak, akkor az R_4 és az R_5 , valamint az R_{10} és az R_{11} ellenállásokat kell cserélni:

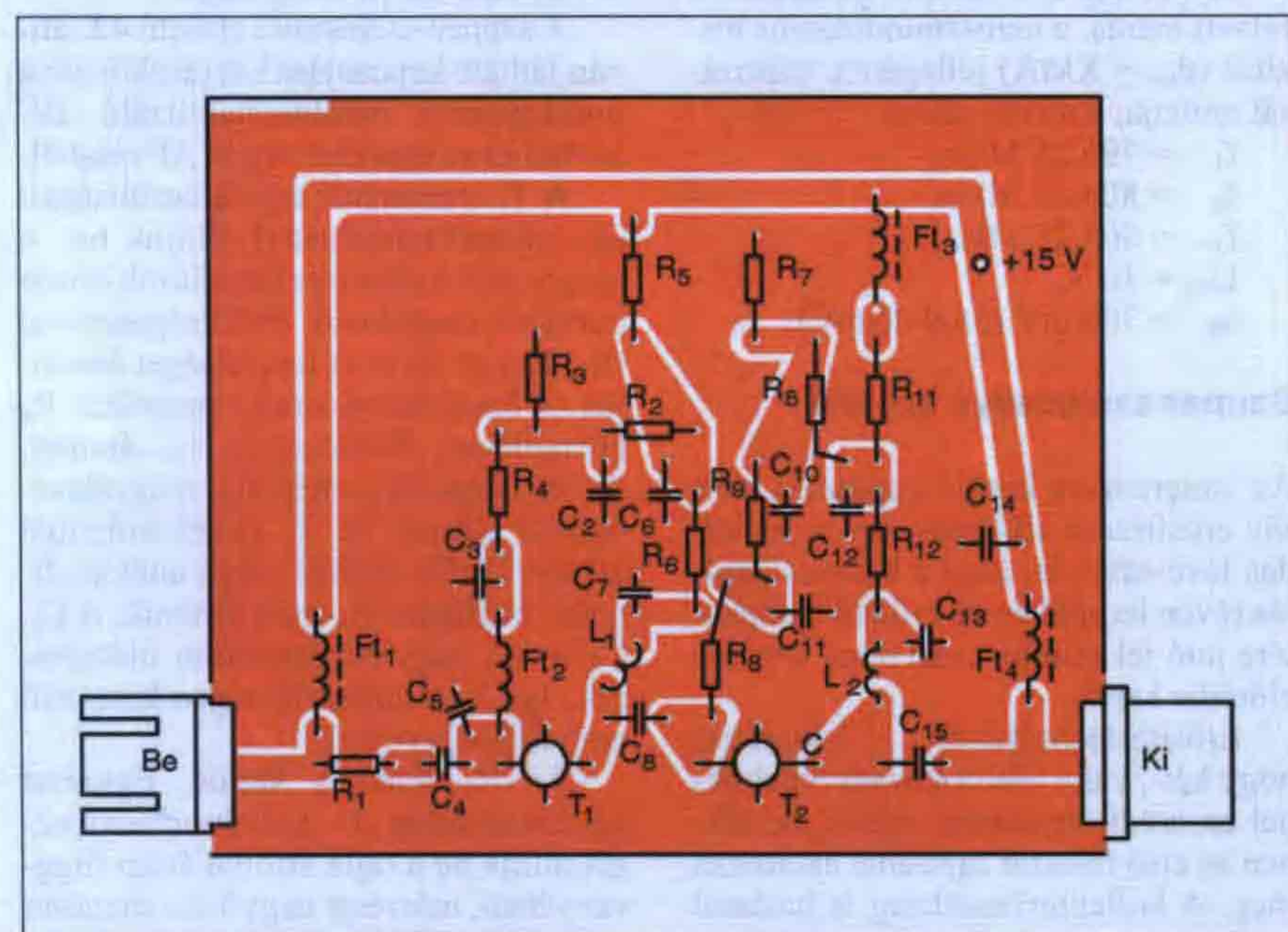
$$R_4 = 15 \dots 20 \text{ k}\Omega,$$

$$R_{10} = 10 \dots 15 \text{ k}\Omega,$$

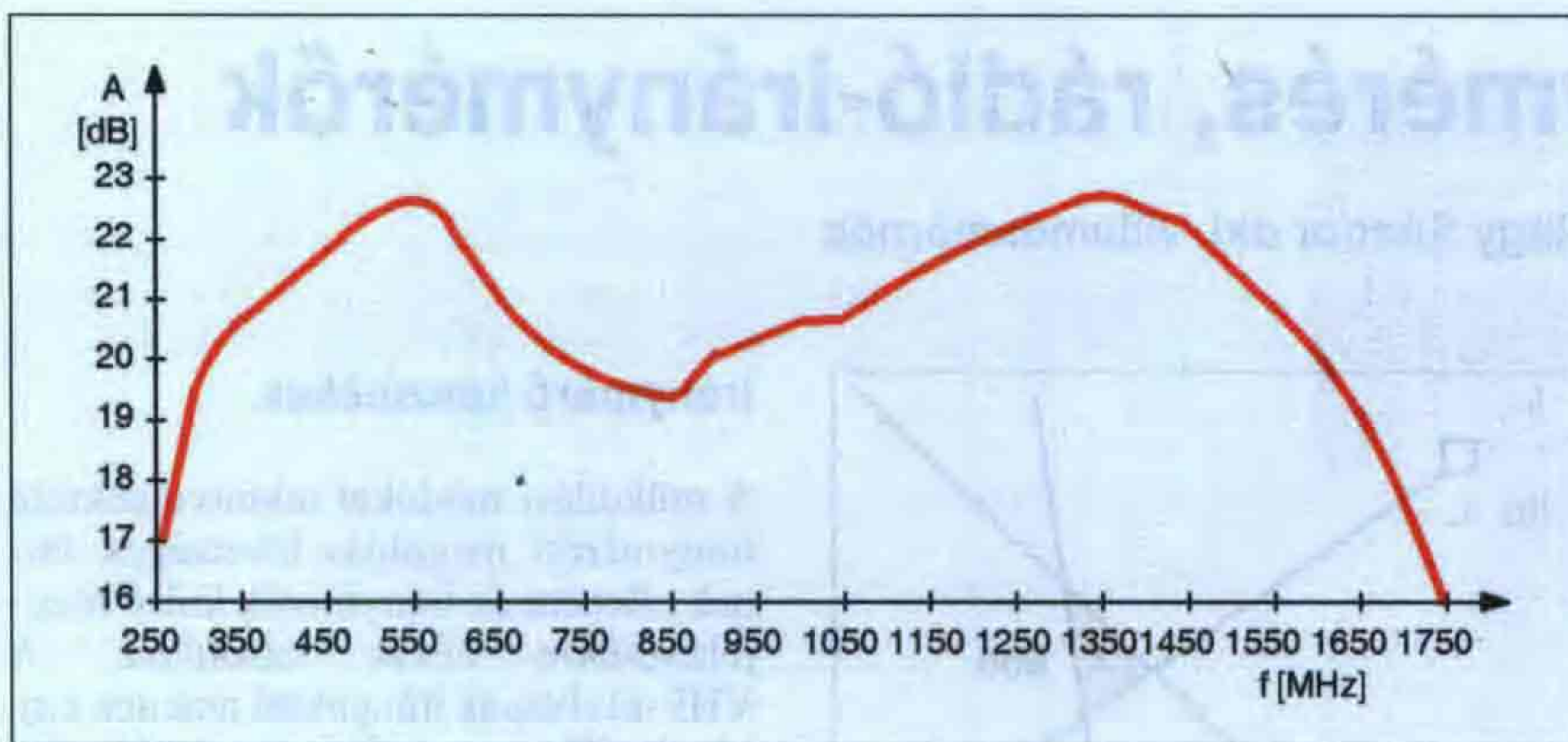
$$R_5 = 750 \dots 1 \text{ k}\Omega,$$

$$R_{11} = 470 \dots 680 \Omega.$$

Szükség esetén az I_B -t stabilizáló ellenállásokkal (R_4 , R_{10}) tudjuk beállítani a



44. ábra



45. ábra

tranzisztorok kollektoráramait. Ezzel megtörtént a fokozatok DC beállítása.

Második lépésben történik a nagyfrekvenciás működés ellenőrzése, vobulátorosan. A szuper-szélessávú erősítő amplitúdó-frekvenciamenetét a 45. ábra mutatja. A görbe menetének beállítása az L_1 és az L_2 meneteinek széthúzásával kezdődik. A nyáklemez felületéig kell a meneteket széthúzni. Ezekkel lehet a felső frekvenciatartományt (1,7 GHz és környéke) a nagyobb erősítés irányába kitolni. Amennyiben ez nem bizonyul elégségesnek, akkor C_7 és C_{13} kapacitások értékét változtassuk a kapcsolási rajzon megadott értéktartományban (esetleg 0,7 pF-ig lecsökkenthetjük). Az erősítésmenetet a felső tartományban az R_6 , R_{12} ellenállásokkal is módosítani tudjuk. E két ellenállás a következő értékeket veheti fel: $R_6 = 75 \dots 100 \Omega$, $R_{12} = 43 \dots 51 \Omega$.

Az erősítéskarakterisztika beállítása után ellenőrizzük annak ingadozását. Ha ez nagyobb mint az előírt érték, akkor ezt C_{13} -mal lehet kedvezően befolyásolni 1130 MHz környékén, valamint 560...700 MHz között. A C'_{13} értéke 1...2,2 pF között lehet. Az optimális értéket kísérletileg kell meghatározni. A mintapéldánynál $C'_{13} = 1,5$ pF, $R_6 = 75 \Omega$, $R_{12} = 45 \Omega$ értékű volt.

A szuper-szélessávú erősítő 20 dB $\pm 2,5$ dB-es erősítéssel rendelkezik az üzemi sávjában, ami 300 MHz-től 1700 MHz-ig terjed. Ha a fenti erősítéskarakterisztika nem állítható be a megadott tűrésmezőn belül, akkor először az aktív elemek közül T_2 -t, majd T_1 -gyet cseréljük, esetleg R_6 és R_{12} , valamint C'_{13} cseréje is szükséges, a megadott értéktartományon kívül. A kompenzáló kapacitást a fóliaoldalon forrasztjuk be. (Az ismertetett erősítésbeállítási módszer vobulátoros volt.)

Az erősítőbe beépített R_1 , R_6 és R_{12} R534 típusok, míg a többi ellenállás szintén fémréteg, indukciószegény, 0,25 W-os. A kondenzátorok mind kerámia típusok. A C_4 , C_5 , C_8 és C_{15} cseppkondenzátor; A C_9 63 V-os csip, míg a hidegítő kondik tárcsa kivitelűek és értékük 1...4,7 nF között változhat. Az L_1 és az L_2 1,5 menet, $\varnothing 0,6$ mm-es CuZ vagy CuAg huzalból, $\varnothing 3$ mm-es magra tekercselve. Az Ft_1 , Ft_4 fojtók adatai: $\varnothing 1,6$ mm-es ferriten 25 menet, 0,2 mm átmérőjű CuZ huzalból. Az Ft_2 , Ft_3 fojtók $\varnothing 0,6$ mm-es CuZ, ill. CuAg huzalból készültek, leszábási hossz: $l = 15$ mm.

Az erősítő kb. 88 dB μ V-ig vezérelhető ki, ami 25 mV kimenő szintnek felel meg. Az erősítő 15 V-os tápfeszültség mellett 20 dB-t, azaz tízszereset erősít. A tápfeszültség ± 3 V-os változása ± 2 dB-es erősítésváltozást eredményez. Műszerezettség hiányában csak az egyenáramú adatok ellenőrzésére és a gerjedés kontrolljára van lehetőség. Vobulátor hiányában az L_1 és az L_2 tekercsek meneteit a nyák síkjáig húzzuk szét.

Az áramkör az UHF sávban alkalmazható nagyszintű erősítőként, műholdas tv-vételnél előerősítőnek a kábelcsillapítás kiejtésére. A hipersonder-sávú (300...450 MHz-ig) kábeltvé hálózatban meghajtó erősítőnek, továbbá a 70 cm-es rádióamatőr sávban nagyszintű erősítőként.

Szerviz tanácsok

Az ismertetett kapcsolásokat úgy terveztem, hogy azok gerjedésmentesen működjenek. Mindegyik változathoz egy-egy példány készült és a bemérésük során gerjedést nem tapasztaltam.

Az aktív félvezetőket különböző gyártási szériákból és gyártóktól vásá-

roljuk meg, ezért a gerjedés veszélye fennállhat. A gerjedés DC- és RF-méréssel kimutatható. Egyenáramú méréssel kétféle képpen:

1) Ha áramfelvételt mérünk, akkor az nagyobb a megadott értéknél.

2) Ha feszültséget mérünk, akkor a tranzisztor kivezetésén mért feszültség értéke nem áll be állandó értékre, hanem állandóan változik. Ebben az esetben közelítsünk egy ferritdarabkát a bázishoz vagy a kollektorhoz, és ha erre megszűnik a gerjedés, akkor egy kis ferritgyűrűt húzzunk a kiforrasztott tranzisztornak arra a kivezetésére, amelyiknél megszűnt a gerjedés! Ezután újra ellenőrizzük az áramfelvételt vagy a feszültségértéket! Ha a gerjedés továbbra is fennáll, akkor cseréljük ki a tranzisztort!

Nagyfrekvenciás mérésnél az átviteli görbén (erősítés – frekvenciamenet) egy ún. „tüske” látszik. Ha a „tüske” a ferritdarab közelítésére csökken vagy megszűnik, akkor a kiforrasztott tranzisztor megfelelő kivezetésére húzzunk egy ferritgyűrűt és újra ellenőrizzük a frekvencia – erősítés karakterisztikát. Amennyiben a gerjedés nem szűnt meg, cseréljük ki a gerjedő példányt.

Az erősítők megépítéséhez sok sikert kívánok!

Irodalom:

1. Solti Miklós: Kábeltelevíziós elosztó hálózatok tervezése, Távközlési Könyvkiadó, 1995.
2. W. Schnorrenberg: Nichtlineare Verzerrungen – richtig gemessen, Elektronik 20/1990 Seite 72-74, 81.
3. Siemens katalógus: Professionelle HF-Transistoren und Dioden 1990/91.
4. Funkschau – Arbeitsblätter: Nichtlineare Verzerrungen und Rauschen in den HF-Stufen I-IV 23/1988.
5. A BFG65 adatlapja, Philips, 1986.
6. A BFR96S adatlapja, Philips, 1981.
7. A BFR96S adatlapja, Vishay, 1999.

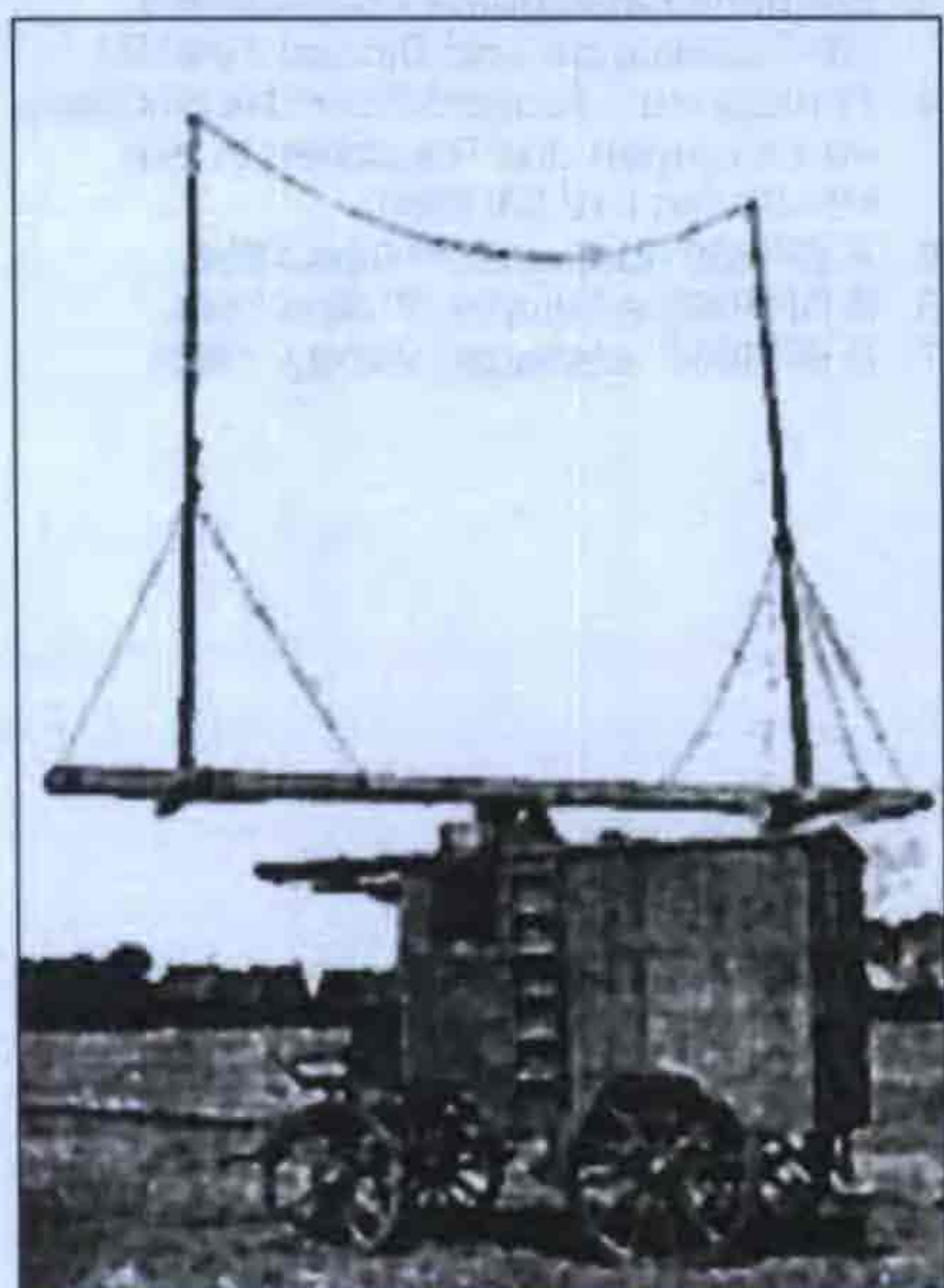
Rádió-iránymérés, rádió-iránymérők

Nagy Sándor okl. villamosmérnök

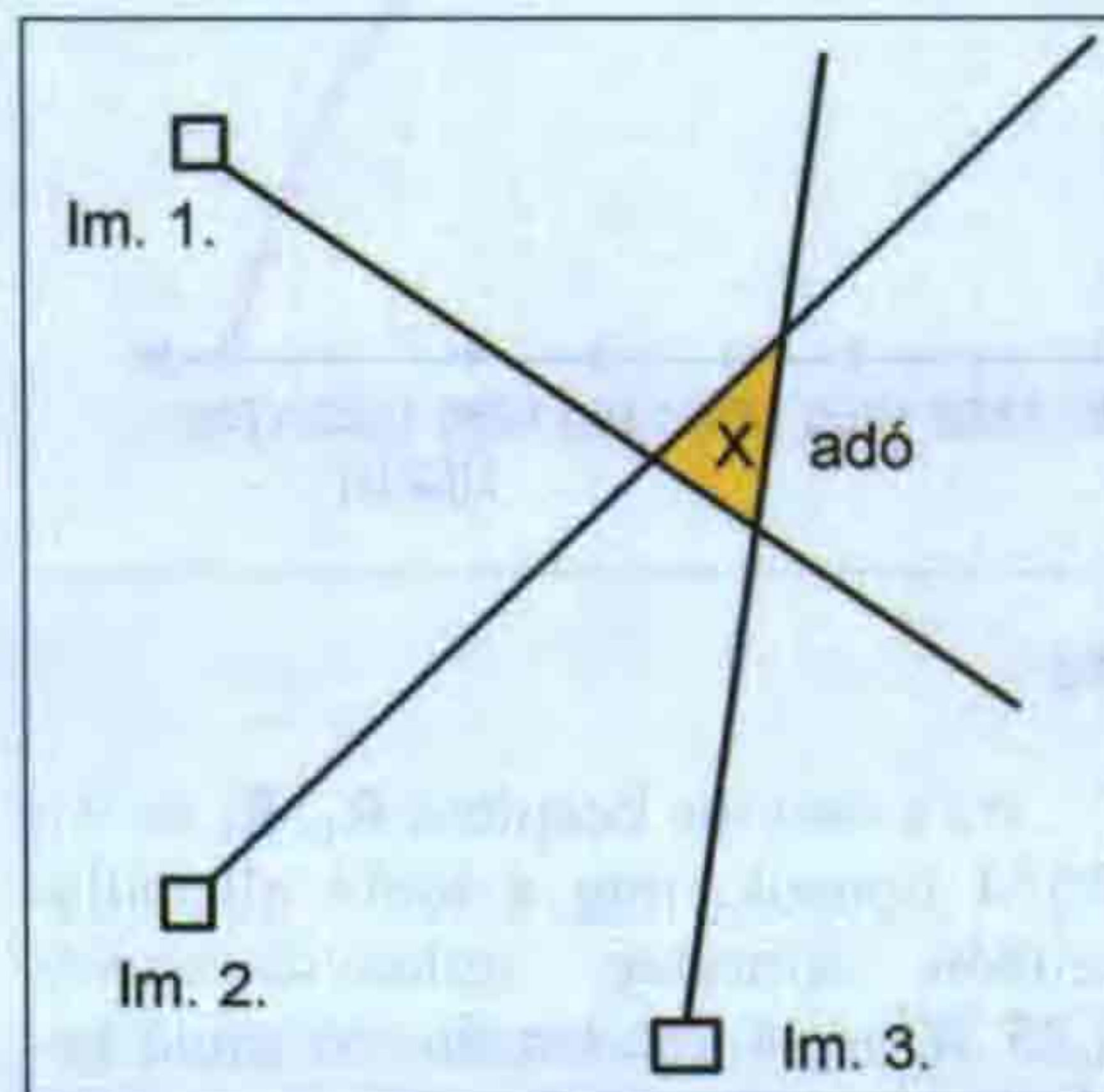
Bevezetés

A rádió-iránymérés célja egy rádióadó irányának a vízszintes síkban, egy referenciához képest történő megállapítása, az elektromágneses tér terjedési tulajdonságainak felhasználásával. Ez lényegében nem más, mint a rádióamatőrök által jól ismert rókavadászat. A professzionális rádió-iránymérők abban különböznek a rókavevőktől, hogy azoknál nincs szükség az iránymérő antennának forgatásával történő jelminimum vagy jelmaximum keresésre. Ezen profi készülékek álló antennával, rövid, akár milliszekundum nagyságrendű idő alatt automatikusan képesek meghatározni a keresett adó irányát. Emellett egy antennarendszer is széles frekvenciatartományban működik (pl.: 20...100 MHz). Még nagyobb frekvenciatartományok esetén több antennarendszert telepítenek egy árbocra.

Heinrich Hertz már a XIX. század végén a rádióhullámok tulajdonságainak vizsgálatakor felismerte az antennák irányhatását, mely felhasználható irány meghatározásra. Kezdetben a rádió-iránymérőket a katonai célú alkalmazások mellett széles körben használták hajók és repülőgépek navigációs céljaira (1. kép). A műholdas helymeg-



1. kép. Iránymérő 1906-ból



1. ábra. A három iránymérő által mért irányszögek egy háromszöget jelölnek ki. Ezen belül az adó legvalószínűbb irányát matematikai módszerrel határozzák meg

határozás (GPS) széles körű elterjedésével a navigációra történő használat nagymértékben lecsökkent, viszont megmaradt az alkalmazásuk az alábbi területeken:

- Rádiómonitoring; ...Interferenciaforrás helyének meghatározása;
- Engedély nélküli adók helyének meghatározása;
- Katonai alkalmazás; ...Ellenséges adók helyének meghatározása;
- Tudományos felhasználás; ...Rádió asztronómia.

A rádió-iránymérő egy olyan vevőkészülék, melyhez speciális antennarendszer és kiértékelő berendezés csatlakozik. Egy iránymérő csak egy referencia irányhoz képest mérhető irányszöget határoz meg. A referencia többnyire az északi irány vagy egy jármű eleje. Egy ismeretlen adó helyének meghatározásához két vagy három iránymérő egyszerre történő mérése szükséges. A különböző helyekről egy időben történő mérésekből kiadódó terület adja meg közelítőleg a keresett adó helyét (1. ábra). A méréseket országosan, magas helyekre telepített távvezérelt rendszerek végzik. A fixen telepített nagy távolságból történő mérésnél kis szöghiba is nagyobb területet jelöl ki, ezen belül gépkocsiba telepített mobil és kézi keresőket használnak az ismeretlen adó felderítéséhez.

Iránymérő készülékek

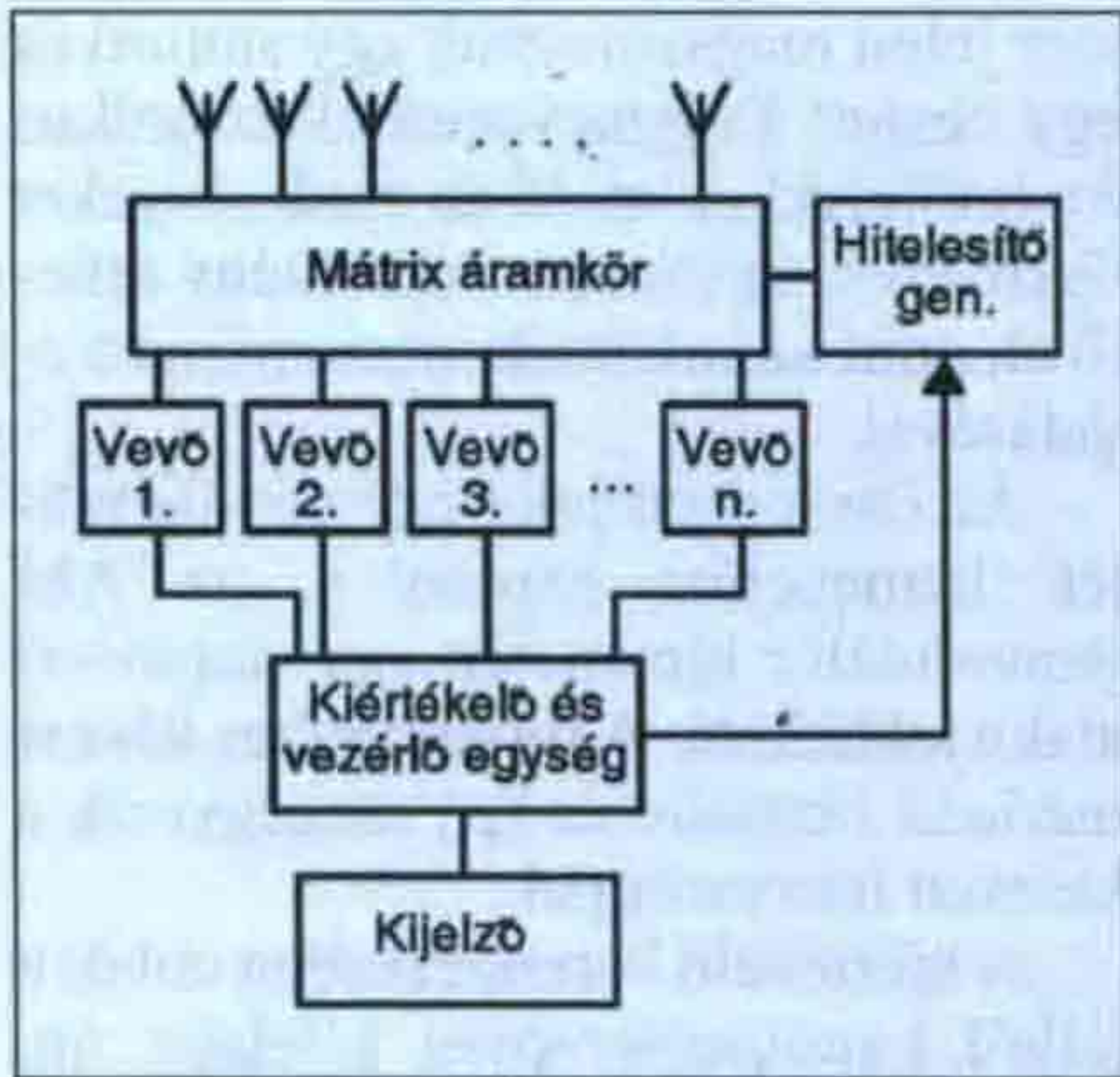
A működési módokat tekintve sokféle iránymérési megoldás lehetséges, ennek ellenére az iránymérők külső megjelenésükre nézve hasonlóak. A VHF-sávban az iránymérő antenna egy körülbelül egy méter átmérőjű kör mentén függőlegesen elhelyezett, 4-8 db, két méter körüli hosszúságú dipóllokból áll (2. kép). Egy ilyen külső megjelenésű korszerű készülék szögpontossága körülbelül 1 fok rms., érzékenysége 1 μ V/m körüli érték.

Egy iránymérő készülék fő részei a speciális antennarendszer, a vevőkészülék, a mérést vezérlő és az irányszögadatokat kiszámítását végző iránymérőprocesszor (2. ábra).

Az irányszög meghatározása lényegében minden esetben az antennarendszer egyes elemeihez különböző fázisban érkező elektromágneses hullámfront időkéstetése alapján történik. Egyes rendszerek közvetlenül a fázis-



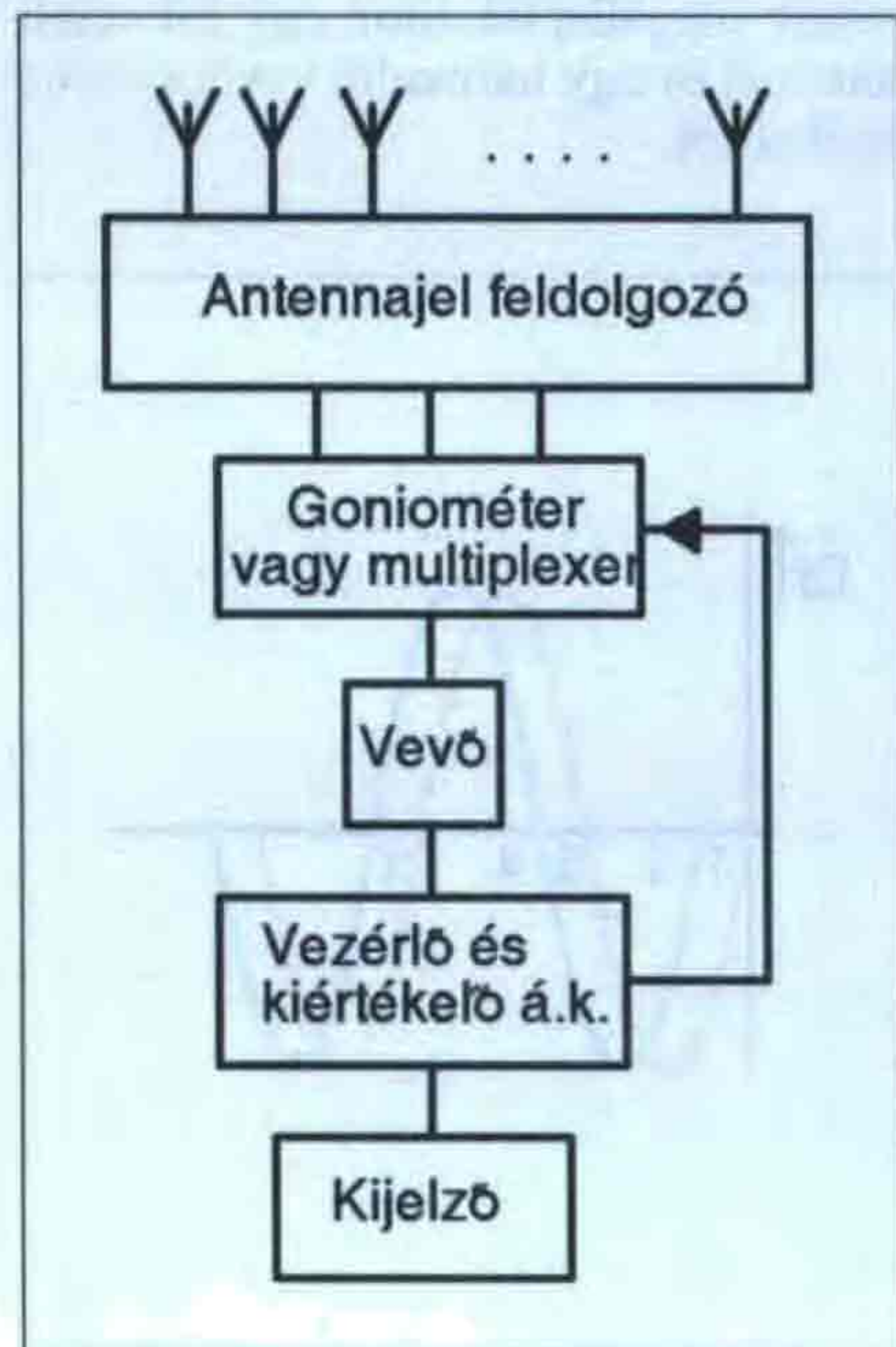
2. kép. VHF-sávú iránymérő antenna



2. ábra. Többcsatornás irányvevő tömbvázlata

különbséget mérnek (fazométer), míg mások a fáziskülönbségből kiadódó antennakaraktisztikákból állapítják meg az adó irányát. Az antennarendszer minden esetben több elemből áll és tartalmaz valamilyen elektronikát mely, az egyes antennaelemek kimenő jeleinek előzetes feldolgozását végzik.

A vevőkészüléknek szigorú műszaki követelményeknek kell megfelelnie. Többnyire két vagy több, akár öt vevőcsatorna szükséges, és a csatornák közötti amplitúdó eltérés tized decibel, a fáziseltérés egy fok körüli érték lehet, a teljes működési frekvenciatartományban. Ezt még a korszerű digitális vevők esetében is csak hitelesítő generátorral és belső korrekcióval lehet elérni. Ezért a probléma megoldására olyan eljárás-



3. ábra. Egy vevőcsatornás iránymérő készülék tömbvázlata

sokat dolgoztak ki, hogy egy csatornás vevőkészülékkel is megvalósítható legyen az iránymérés (3. ábra). Ez esetben az antennarendszer és a vevőbemenet közé még egy olyan egység van beiktatva, amely az egyes antennaelemek jeleiből egy kimenő jelet eredményez. Így a szigorú nagyfrekvenciás szimmetria követelményeknek csak ebben az egységben, nem pedig a teljes vételi láncban kell teljesülni. Ez az egység a Doppler-elven működő készülékek esetén egy nagyfrekvenciás multiplexer, az amplitúdómérésen alapuló készülékek esetén az úgynevezett gonio-méter. Mindkét esetben az egyes antennaelemek jelei időosztással kerülnek a vevő bemenetre, ennek persze az ára az iránymérési idő növekedése.

Az iránymérőprocesszor vezérli a mérést, kiszámítja az irányszög értéket, és azt vizuálisan megjeleníti, valamint rendelkezik távvezérlési lehetőséggel. A korszerű iránymérő-készülékekben ezt a feladatot számítógép végzi.

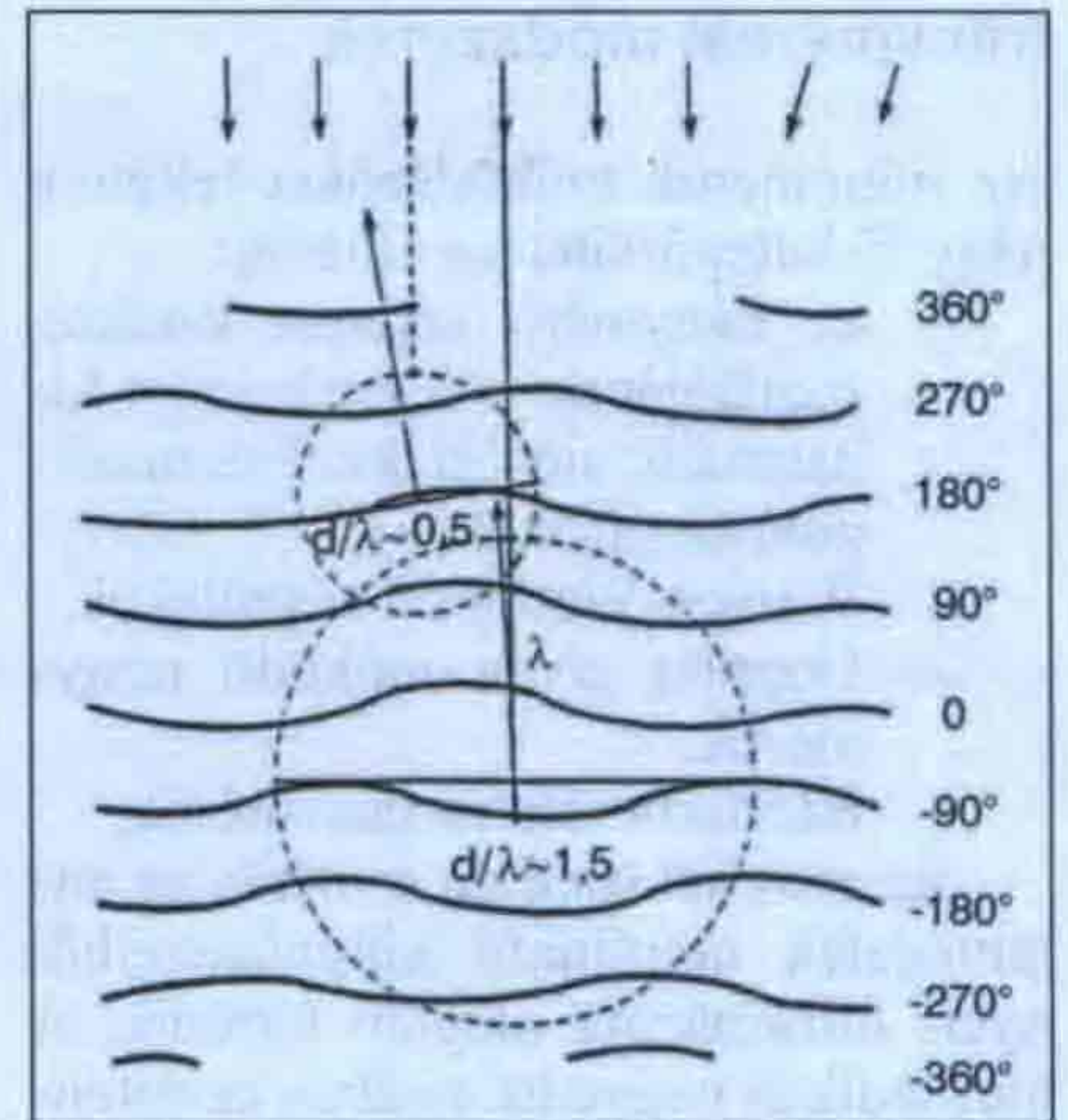
Az iránymérők főbb jellemzői

Szögpontosság. Az iránymérő szög-pontosságára jellemző az a hibaszög, amely a készülék által mért és a valóságos földrajzi szög között mérhető. Ez a hibaszög frekvencia- és irányfüggő.

Érzékenység. Egy iránymérő érzékenysége a bejövő hullám minimális térerőssége, melynél a készülék még kielégítő pontossággal működik. Automata iránymérőknél a kis térerőnél mért szögérték a nagy szinten mért értékhez képest, a lecsökkent jel-zaj viszony miatt, ingadozik. Határérzékenységnek az 5 fokos szög-ingadozáshoz tartozó térerősséget szokták tekinteni.

Mérési idő. A mérési idő egy szög-adat kiszámításához és megjelenítéséhez szükséges idő. Ezen idő alatt a készülék nagyszámú elemi mérés átlagát képezi. A mérési idő fordított arányban áll a szögpontossággal és az érzékenységgel. Nagy pontosság és érzékenység csak hosszabb idejű méréssel lehetséges.

Polarizáció. Az elektromágneses hullám polarizációja az elektromos térerő vektornak a föld felszínéhez képest mérhető irányát jelenti. Az iránymérő készülékek többségükben függőleges polarizációjú hullám mérésére alkalmasak. Az UHF-sávban a hullámterjedés az optikai törvényszerűségeket követi. Az ionoszférikus reflexió ebben a sávban nem számottevő, viszont a több utas terjedésből származó tértorzulás

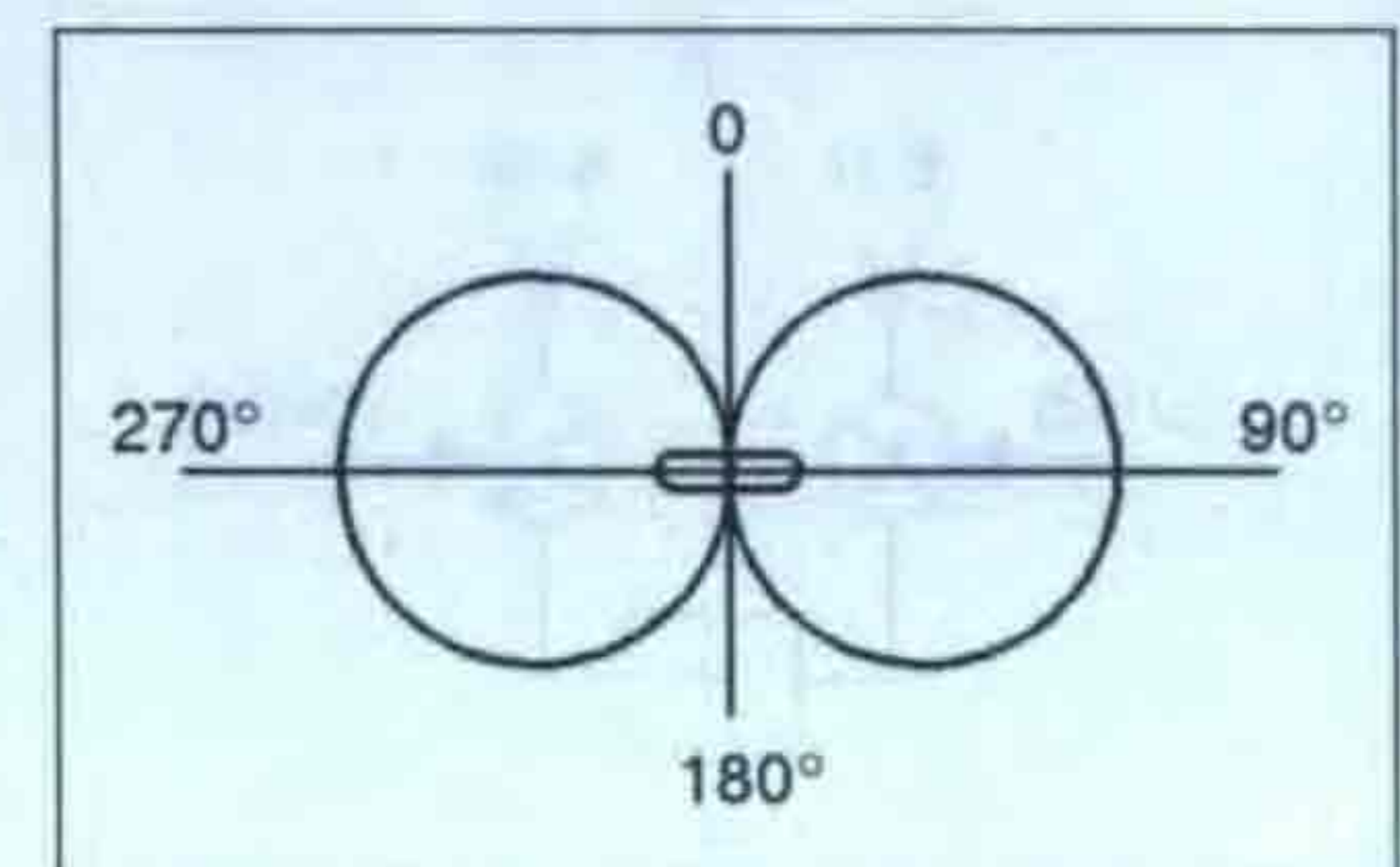


4. ábra. Kis és nagy bázisú antenna által mért szögérték torzult hullámfront esetén. Látható, hogy $d/\lambda = 1,5$ (nagybázisú) antenna esetén a hibák kiátlagolódnak

jelentős lehet. Az áthidalható távolság megközelítőleg azonos az optikai látótávolsággal.

A tértorzulásból származó hibákkal szembeni érzéketlenség. A többutas terjedés miatt az iránymérő antennába jutó elektromágneses hullámfront nem homogén síkhullám, hanem a több irányból jövő jelek miatt szabálytalanul torzult (4. ábra). A hullámfront átlagos iránya az adóantennára merőleges, de kisebb szakaszokon jelentős amplitúdó- és fáziskülönbségek lehetnek. Az iránymérő antenna az átmérőjétől függően a térnek csak egy kis részét érzékeli.

Ha az antenna átmérője a hullámhosszhoz képest kicsi, akkor a tértorzulásból adódó szöghiba sokkal nagyobb lesz, mint nagyobb antennaátmérők esetén, amikor a térbeli torzítások kiátlagolódnak. Ha az átmérő-hullámhossz viszony nagyobb egynél, akkor nagybázisú antennáról beszélünk. A nagybázisú antenna alkalmazhatósága függ a mérési módszertől.



5. ábra. Keretantenna iránykarakterisztika (ideális eset)

Íránymérési módszerek

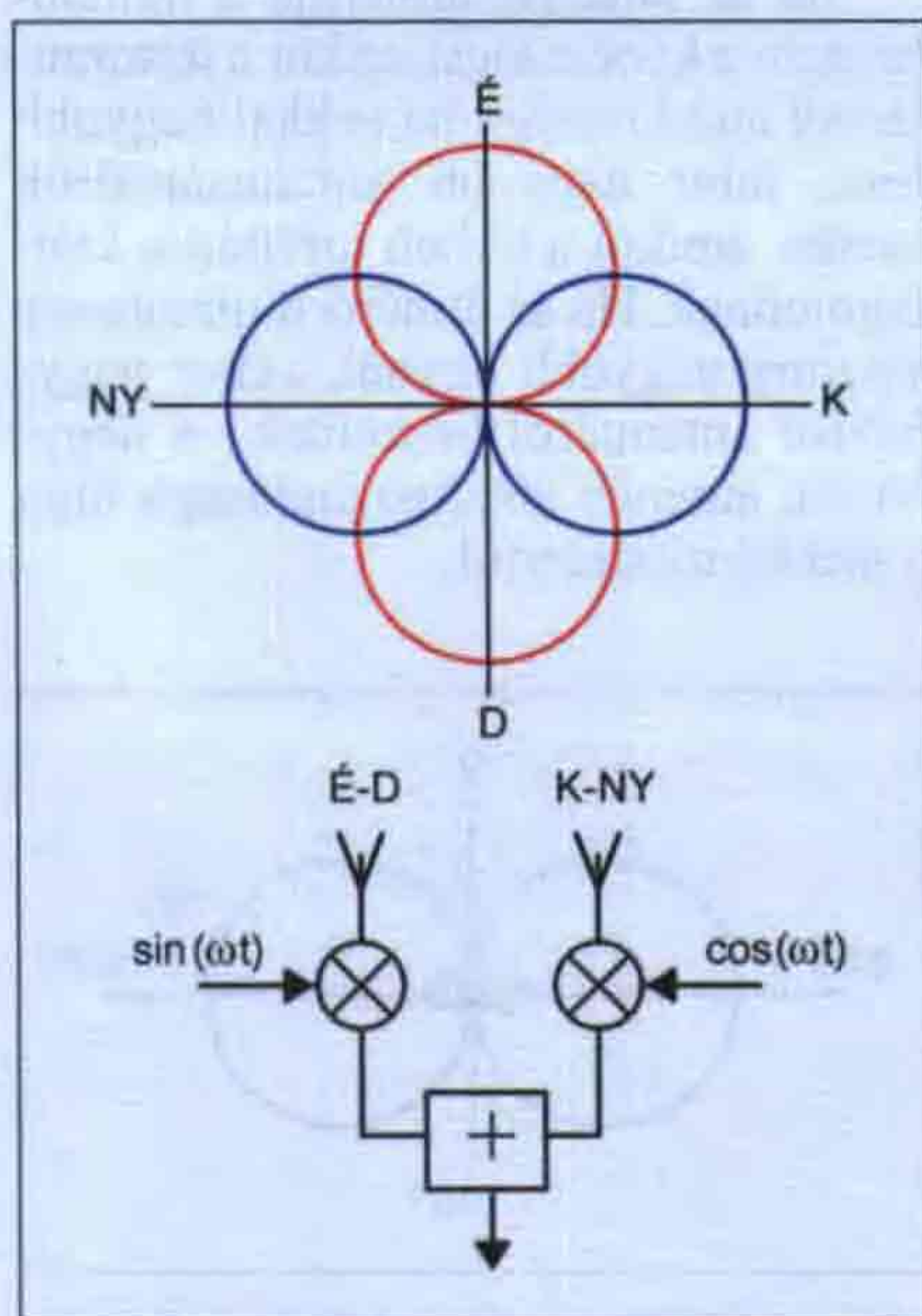
Az iránymérők működésüket tekintve négy fő kategóriába sorolhatók:

- az iránymérő antenna karakterisztikájának jellegzetességét kihasználó, amplitúdómérésen alapuló készülékek,
- Watson-Watt elvű készülékek,
- Doppler elven működő iránymérők,
- interferométeres fázismérők.

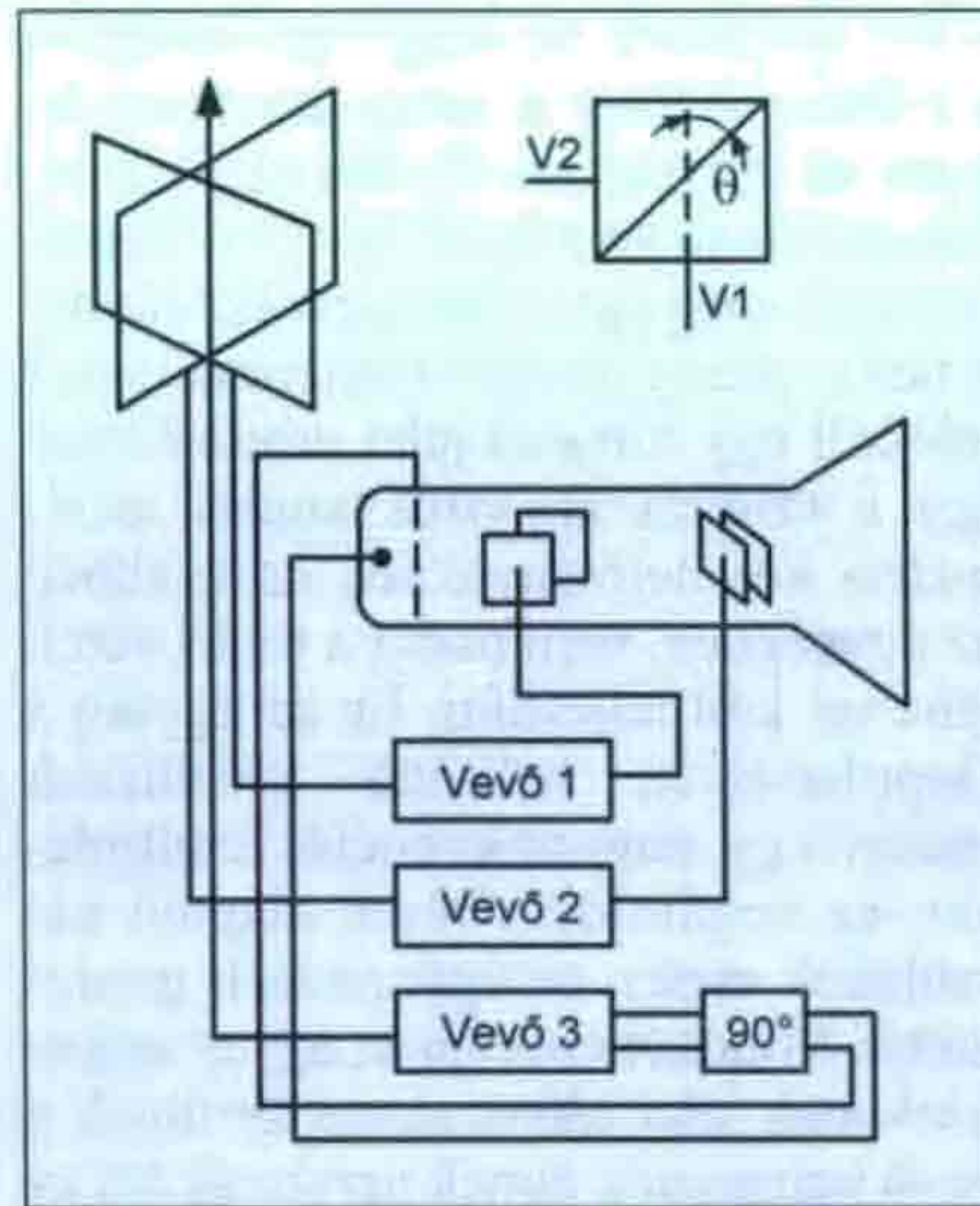
Az első két esetben a mérés az antennajelek amplitúdó különbségeiből nyert információk alapján történik. A harmadik és negyedik esetben az antennajelek fáziskülönbségeiből nyerhető az irányinformáció. Ennek megfelelően az első két esetben a mérendő jelen levő amplitúdó moduláció, míg a másik két esetben pedig a frekvenciamodulált adások mérése jelent problémát.

Amplitúdómérésen alapuló iránymérők

Az antennakarakterisztika jellemzőit felhasználó iránymérők legelső képviselői a manuálisan forgatott keretantennás készülékek voltak. Ezek az antenna, úgynevezett nyolcas alakú, éles minimummal rendelkező iránykarakterisztikáját használják mérésre (5. ábra). Az antennát a vett jel minimumára forgatva meghatározható a keresett adó irányának síkja. Az, hogy az adó elöl vagy hátul van-e, egy második lépésben, egy körvételi antenna jelének hozzáadásával állapítható meg.



6. ábra. Elektronikus goniométer

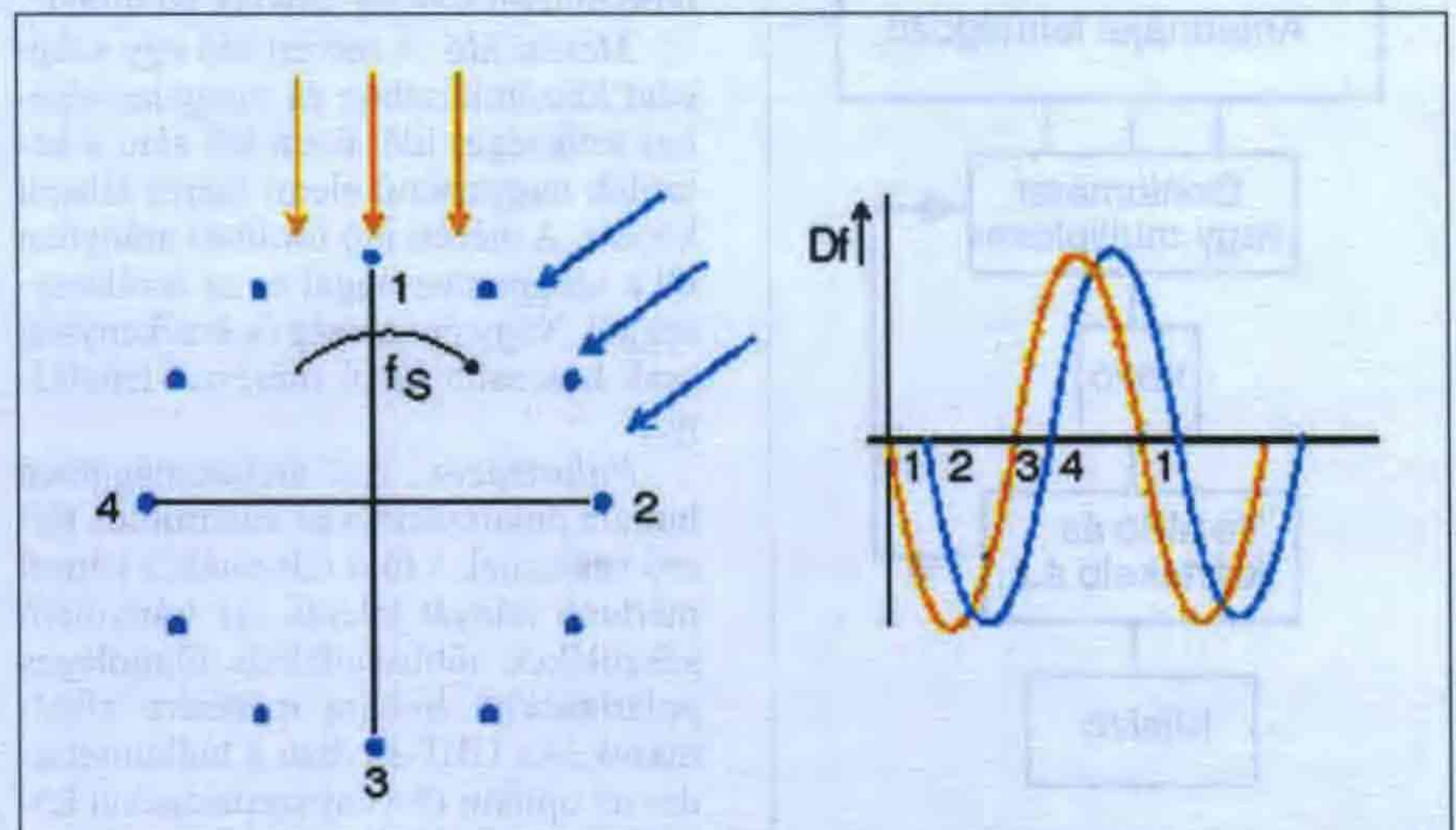


7. ábra. Watson-Watt elven működő iránymérő tömbvázlata

Ennek a módszernek a továbbfejlesztése az antenna gyors motoros forgatása, amivel az antennajel-minimumok többszöri megméréseivel átlagolt mérések végezhetők.

A legfejlettebb megoldás ezen a területen az elektronikus goniométer alkalmazása. Ennek segítségével elérhető, hogy két egymásra merőlegesen elhelyezett antennarendszer jeleit a goniométerbe vezetve, az elektronikus úton szimulálja az antenna forgatását, így elmarad a nehézkes mechanikus forgatás, és a forgatási sebesség is növelhető (6. ábra).

Az elektronikus goniométer működési elve az, hogy a két egymásra merőlegesen elhelyezett, É/D és K/Ny komponenseket szolgáltató, antennarend-



8. ábra. Doppler iránymérő elve. Az f_s frekvenciával kapcsolt antennák a különböző irányokból jövő jeleket az irányszögtől függő fáziseltolódással veszik

szer jeleit megszorozzuk egy $\sin(\omega t)$ és egy $\cos(\omega t)$ úgynevezett elektronikus forgatójelekkel, majd az eredményeket összeadva, ugyanaz az eredmény érhető el, mint az antennák mechanikus forgatásával.

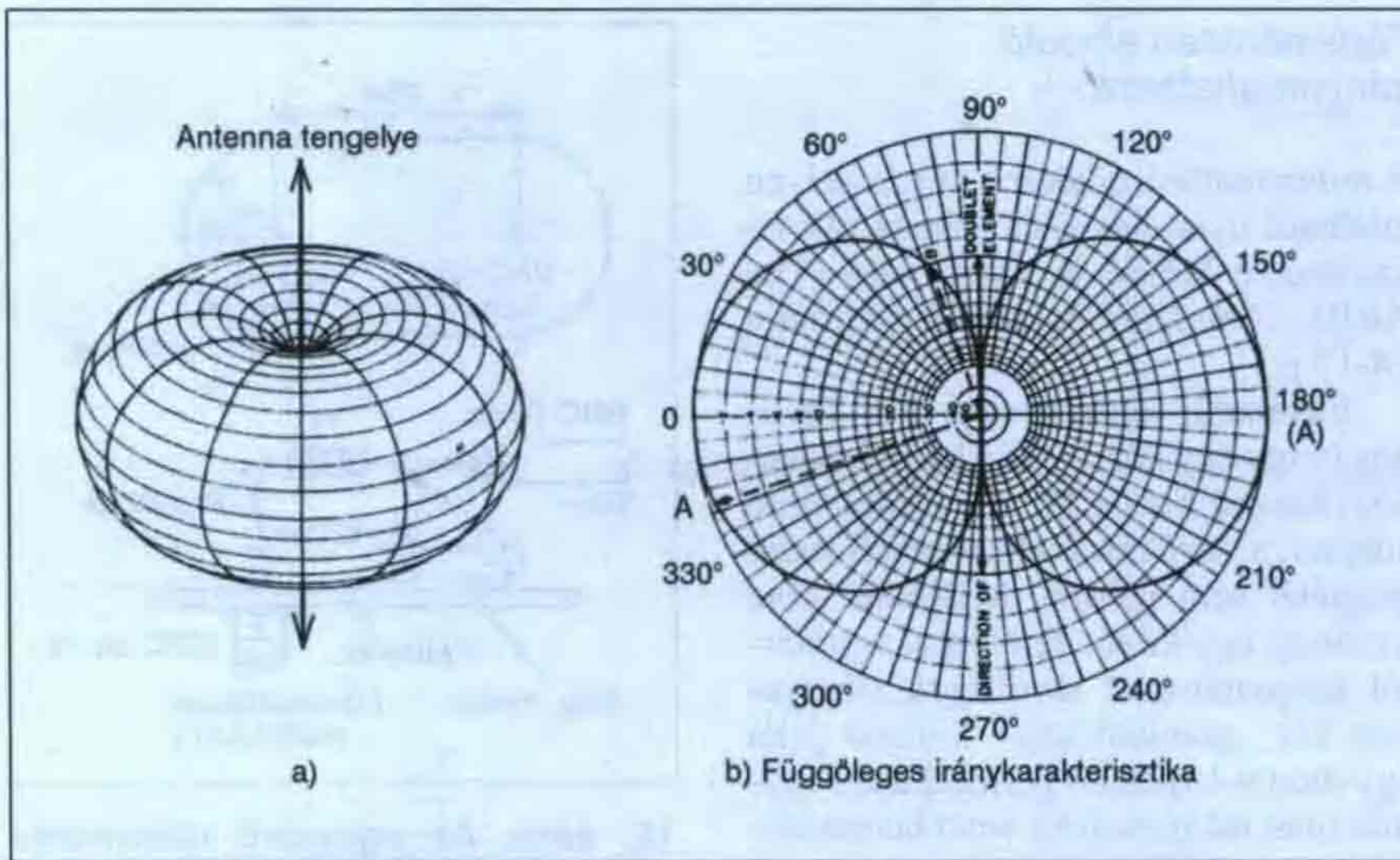
Az összegzett jelet egy vevőkészülék bemenetére kapcsolva, az AM demodulátor kimenetén egy $\sin(\omega t - \varphi)$ alakú jel látható. A forgatójelhez képest mérhető fáziseltérés (φ) megegyezik a keresett irányszöggel.

A kiértékelő berendezésben ebből a jelből katódsugárcsöves kijelzőn ún. propeller ábra rajzoltatható ki, valamint fázismérési eljárás alkalmazásával digitális szögmérés és automata mérés is megvalósítható. Az előre-hátra viszony megállapításához itt is egy külön lépésben, egy körvételi jel hozzáadása szükséges.

Watson-Watt elven működő iránymérő

Ez egy kétcsatornás iránymérő, amely két egymásra merőlegesen elhelyezett nyolcas alakú karakterisztikájú antennát használ (7. ábra). A két antennakimenet közvetlenül a két vevőbemenetre van kapcsolva. A vevő két kimenete egy katódsugárcső függőleges és vízszintes lemezpárjára kerül.

Az ernyőn egy egyenes vonal jelenik meg, melynek a függőleges iránynyal bezárt szöge megegyezik a bejövő hullámnak az É/D antennához viszonyított szögével. Az előre-hátra viszony megállapításához egy körvételi antenna és egy harmadik vevőcsatorna szükséges.



9. ábra. Félhullámú dipól vételidiagramja

Doppler iránymérő

A doppler iránymérő működése a fizikából ismert Doppler-effektuson alapszik. Az antennarendszer minimum 4, de leginkább 16 vagy 32 db, egy kör mentén függőlegesen elhelyezett dipólból áll (8. ábra).

A dipólok kimenetét egymás után egy vevőkészülék bemenetére kapcsolják. Az FM-demodulátor kimenetén szűrés után az elektromos forgatási frekvenciával azonos frekvenciájú, fázisban eltolt szinusz jel jelenik meg. A fázistolás tartalmazza az irányszög információt.

A mérendő jelben levő esetleges frekvenciamoduláció amplitúdójához viszonyítva a doppler frekvencia amplitúdója igen kicsi, ezért ennek kiszűréséhez többnyire még egy vevőcsatorna szükséges. Ennek bemenetére az antennarendszer középpontjában elhelyezett körvételi antenna jele kerül. A demodulátorok kimenetein megjelenő jelek kivonásával a jelben levő frekvenciamoduláció kiejthető.

Interferométerek

Ezek a készülékek alkotják az iránymérők legkorszerűbb csoportját. Itt már felhasználják a korszerű digitális jelfeldolgozási módszereket (DSP, FFT).

Az interferométerek antennája 3, 5 vagy több, függőlegesen elhelyezett dipólból áll. Az antennák közvetlenül vagy diódás kapcsolóáramkörön keresztül kettő vagy több vevőcsatornára csatlakoznak. Ezek lehetnek keskeny-, vagy szélessávúak. Keskenysávú esetben a szűrt KF-kimeneteken egyszerű

fázisméréssel történik az irányszög kiszámítása. Szélessávú esetben a vevőcsatornák kimenetein egy Fourier-transzformációt (FFT) végző egység van, amelyek kimenetein megjelenő spektrumokból egy számítógép széles frekvenciasávban képes kiszámítani az abban levő adók irányát.

A módszer előnyei:

- Megvalósítható a nagybázisú működés.
- Rövid mérési idő.
- FFT alkalmazásával alkalmas szélessávú feldolgozásra.
- Alkalmas a hullám függőleges beesési szögének megállapítására.

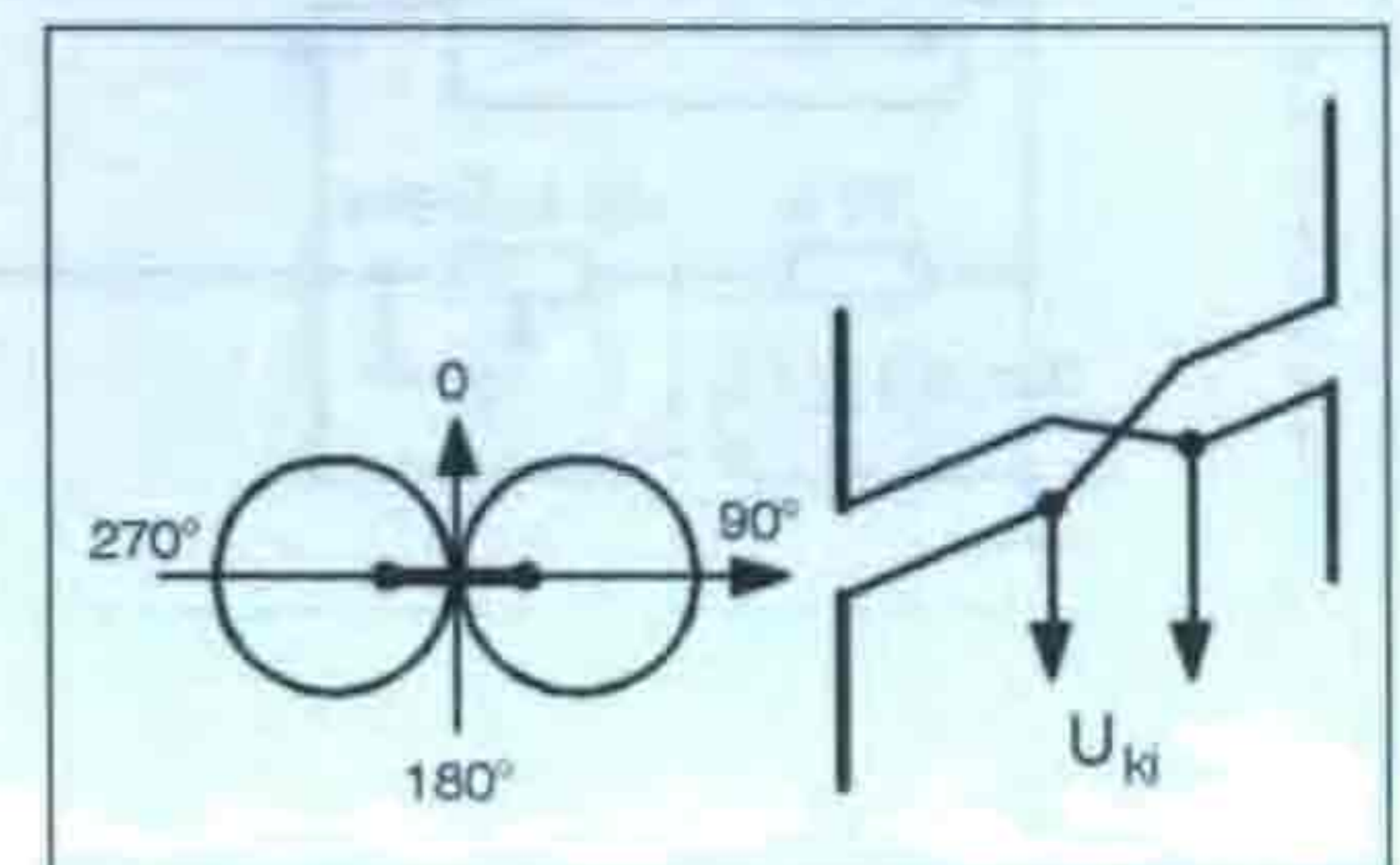
Iránymérő antennák

A keretantenna fontos szerepet játszik a rádió-iránymérésben. Régebben ennek az antennának az ismert nyolcas alakú karakterisztikája éles minimumát használták iránymérésre. Az éles minimum eléréséhez árnyékolni kell az antennát, és gondoskodni kell a vevőbemenet szimmetriájáról. De még ebben az esetben is fennáll az a probléma, hogy a keretantenna nem rendelkezik a vízszintes polarizációjú jelekkel szemben kellő csillapítással, miáltal a reflexiók miatt a nem pontosan függőlegesen polarizált hullámú jeleket nagy szöghibával méri. A polarizációs elnyomás hiányát kihasználva viszont két egymásra merőleges keretantennából, megfelelő jelfeldolgozással, közel ideális gömb karakterisztikájú antenna készíthető. Ilyeneket használnak a korszerű fix telepítésű rövidhullámú fázismérők elemi antennáinak. Ilyen antennákból kiala-

kított rendszer a felületi hullám irányszögének mérése mellett képes az ionoszféráról visszaverődött hullám magassági szögének megállapítására is. Ezáltal egy készülékkel lehetséges a keresett adó távolságának közelítő mérése is.

A nagyfrekvencián működő iránymérő antennák alapeleme a félhullámú dipólus (9. ábra). Ez a megállapítás így nem teljesen igaz, mivel a félhullámú dipólus kifejezés egy hangolt, egy frekvencián működő antenna esetén áll fenn. Az iránymérő antennák gyakran 1:5 vagy még nagyobb frekvenciaátfogással működnek, tehát itt szó sem lehet illesztésről. A szokásos, kis impedanciás áramkörök bemenetén az illesztetlenség miatt nagy veszteségek lépnek fel. Az aktív dipólok azáltal, hogy nagy bemenő impedanciát és illesztett kimenetet valósítanak meg, sokat javíthatnak az érzékenységen. Hátrányuk, hogy ezen aktív áramköröket mindegyik dipólba be kell építeni, ezért nem lehetnek túlzottan komplikáltak és nagyon szigorú műszaki paramétereket kell teljesíteniük. Kórsugárzó antenna karakterisztikát használó iránymérési módszerek esetén (doppler) az iránymérőantenna a fenti megfontolások alapján, a szükséges számú dipól elhelyezésével alakítható ki.

Az amplitúdómérésen alapuló rendszerek iránykarakterisztikával rendelkező antennáinak is a dipólantenna az alapeleme. A függőleges polarizációjú, úgynevezett nyolcas karakterisztikájú antenna az Adcock nevű rendszer (10. ábra). Ez két, függőlegesen egymástól maximum fél hullámhosszra elhelyezett dipól, amelyek kimenő jeleit kivonják egymásból. Két egymásra merőlegesen elhelyezett ilyen antenna alkot egy négyelemes iránymérő antennát. Fél hullámhossznál távolabb elhelyezett dipólok esetén az antennakarakterisztika eltér a nyolcas alaktól és az úgynevezett oktantis hiba lép fel. Ennek kiküszöbölésére fejlesztették ki a



10. ábra. Adcock antenna

nyolcdipólos antennákat, amelyeknél a földipólok jeleihez a segédantennák jeleinek súlyozott hozzáadásával elérhetővé vált az egy hullámhossz körüli báztávolság. Az Adcock antenna-pár jeleit egy hibrid áramkörre vezetjük, amely a kivonás mellett összegzést is végez, s a dipólok jeleit összeadva, az előre-hátra viszony megállapításához szükséges körvételi jel előállítható.

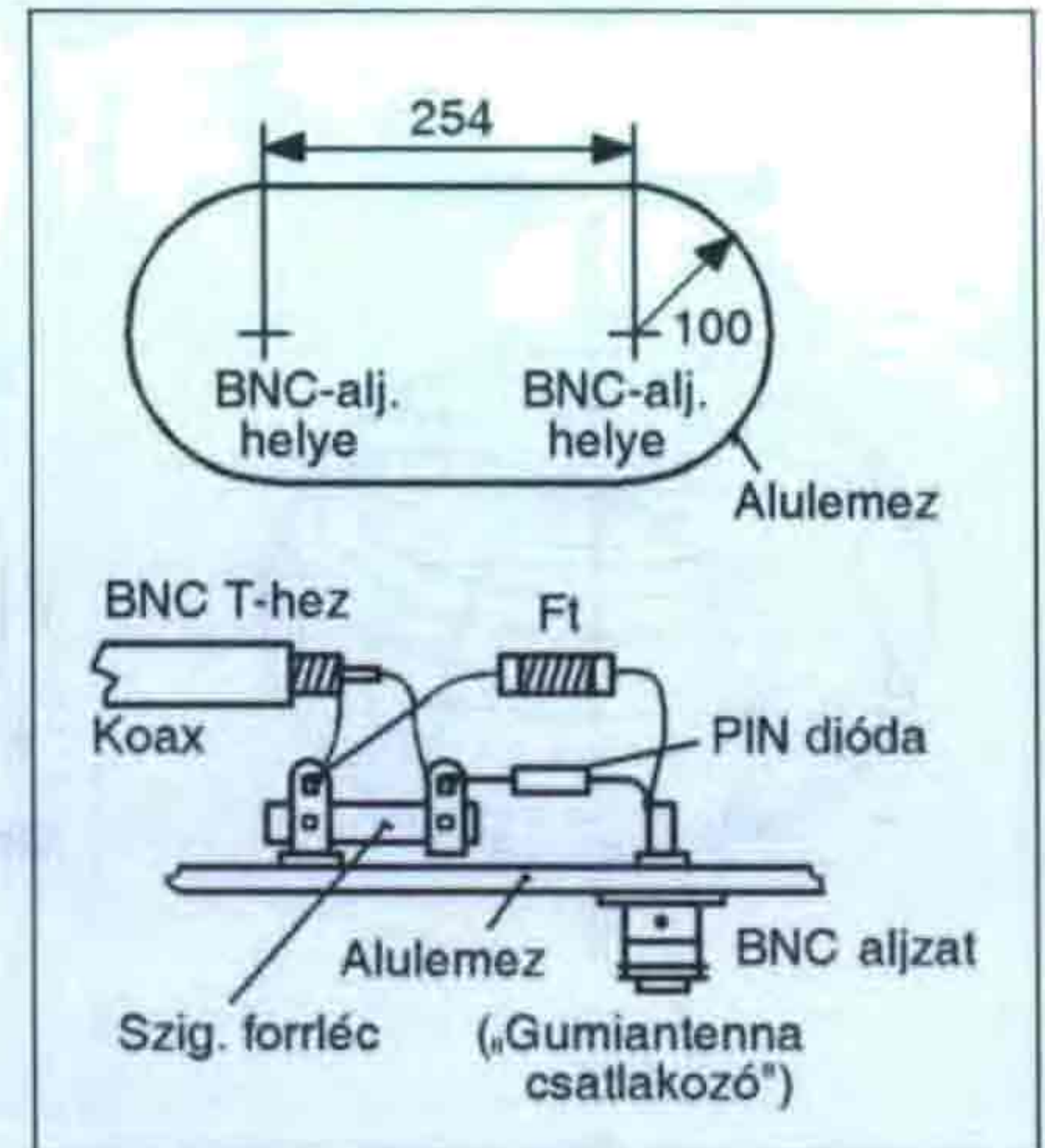
Gyakorlati kapcsolások

Az alapfogalmak és az iránymérési módszerek rövid ismertetése után bemutatunk egy fázis- és egy amplitúdó-kiértékelésen alapuló egyszerű készüléket.

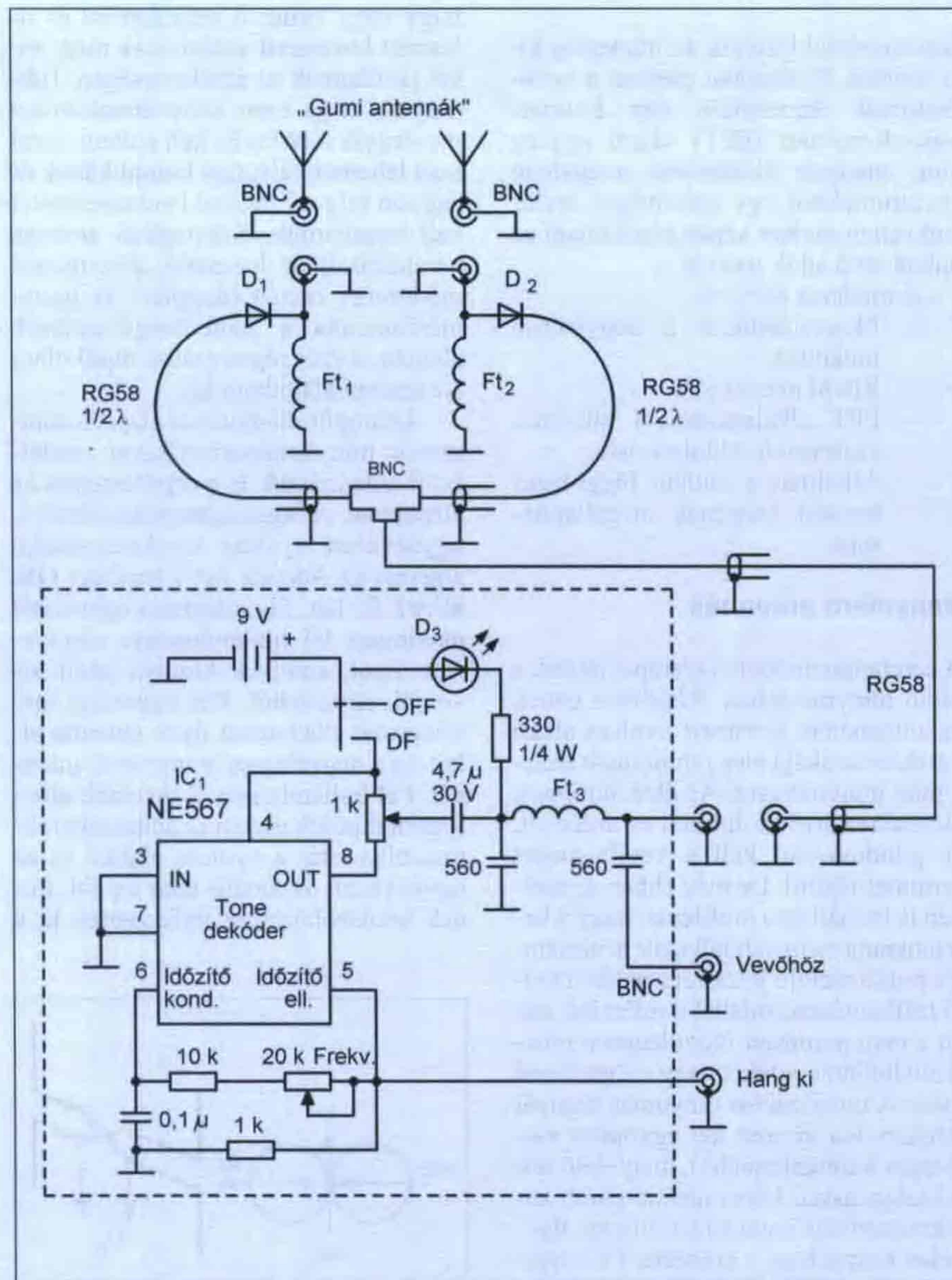
Fázismérésen alapuló iránymeghatározó

A rádióamatőr irodalomban sok helyen található ilyen készülék leírása. Az ismertetésre kerülő is innen való (The ARRL Antenna Book 16. edithion 14-17 p.)

Egyszerű, keskenysávú FM-vevőhöz (vagy egy kézi VHF FM adó-vevőhöz) használható a 11. ábra iránymérő adapter, a vevőkészüléken még S-mérő meglétét sem igényli. Működési elve az, hogy egy közös fémlapra, egymástól meghatározott távolságra elhelyezett két „gumiantenna” kimenő jelét egy diódás kapcsoló periodikusan egymás után rákapcsolja a vevő bemeneté-



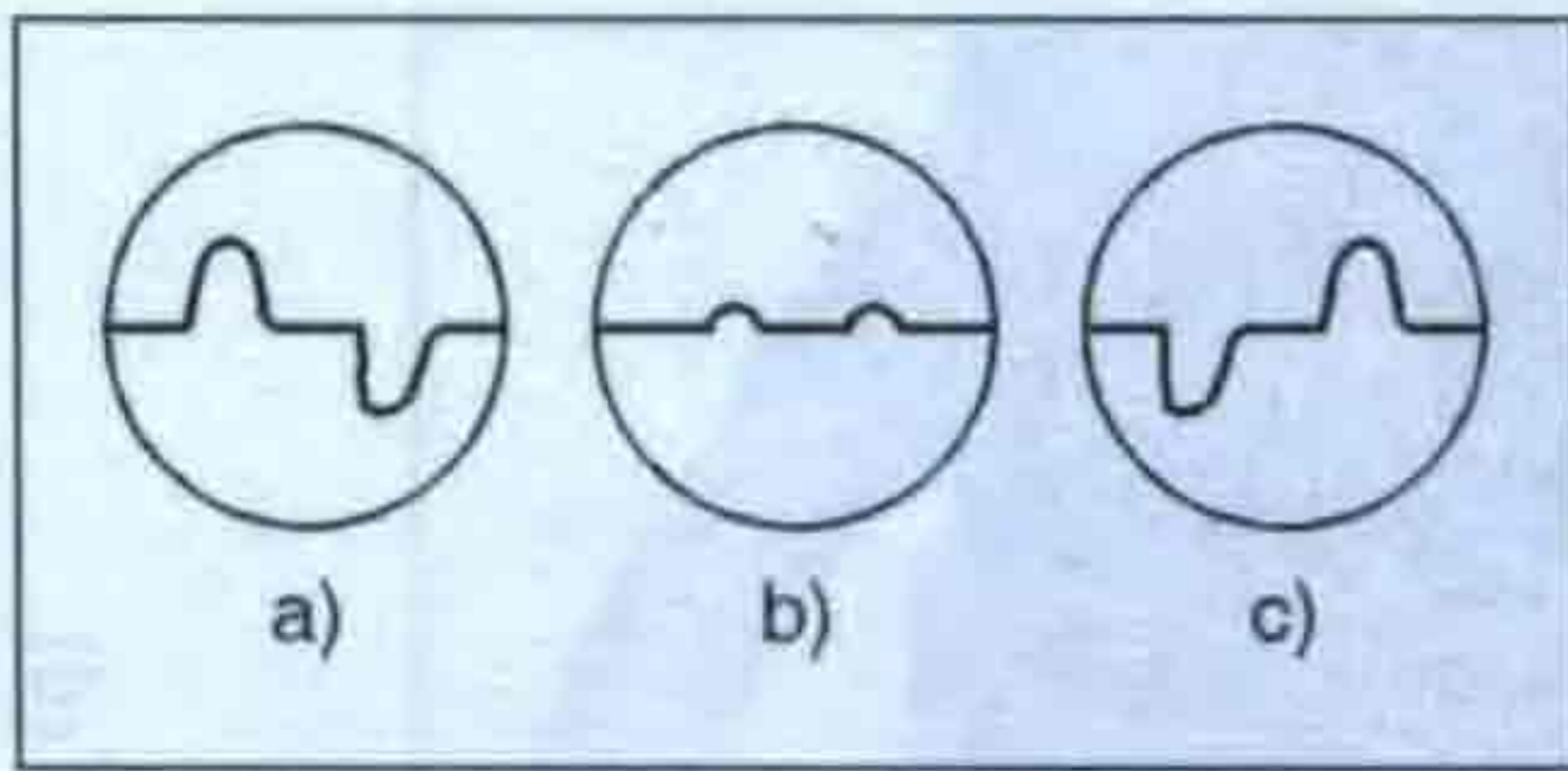
12. ábra. Az egyszerű fázismérős iránymeghatározó antennatalpa



11. ábra. Egyszerű fázismérős iránymeghatározó kapcsolási rajza

re. Az antennák síkjára merőleges irányból érkező jelek között nincs fáziskülönbség. Ettől eltérő irányokból érkező kapcsolt antennajelek között az eltéréssel arányos értékű fáziskülönbség lép fel, amelynek hatására az átkapcsolás pillanatában az FM vevő demodulátorán egy impulzus jelenik meg. Az impulzus-sorozat ismétlődési frekvenciája azonos a kapcsoló frekvenciával, az amplitúdója arányos a fázis- és ez által az irányszög-eltéréssel. A legnagyobb amplitúdó az antennák síkjának irányából lép fel, de az antennát tovább forgatva ismét megjelenik a minimum, mivel ez a megoldás is csak egy irányvonalat határoz meg, az egyértelmű irány meghatározására nem alkalmas.

A két antenna közti távolság függ a mérendő frekvenciától. A felső határ fél hullámhossz, az alsó pedig az, hogy kis távolság esetén a kis fáziskülönbség miatt az FM demodulátor kimenetén kicsi lesz a jel amplitúdója. Az ismertetett kapcsolásban az antennák kapcsolatát PIN diódák végzik. A két antennajel egyszerűen összegződik, de az összekötő 50 Ω hullámmellenállású koaxiális kábelek hossza fél hullámhossz, ezáltal az éppen kikapcsolt antenna hatása minimalizálható. A kábelhossznál természetesen a rövidülési tényezőt – ami a szokásos (polietilén) kábelek-nél 0,6 – is figyelembe kell venni (12. ábra). A kapcsoló négyszögjel előállító generátort IC₁ alkotja. A négyszögjel frekvenciája a P₁-gyel szabályozható. A négyszögjel élei rövid időre rákapcsolják egyszer az egyik, majd a másik antenna által vett jelet a vevő bemenetére. A helyes irány megállapítása



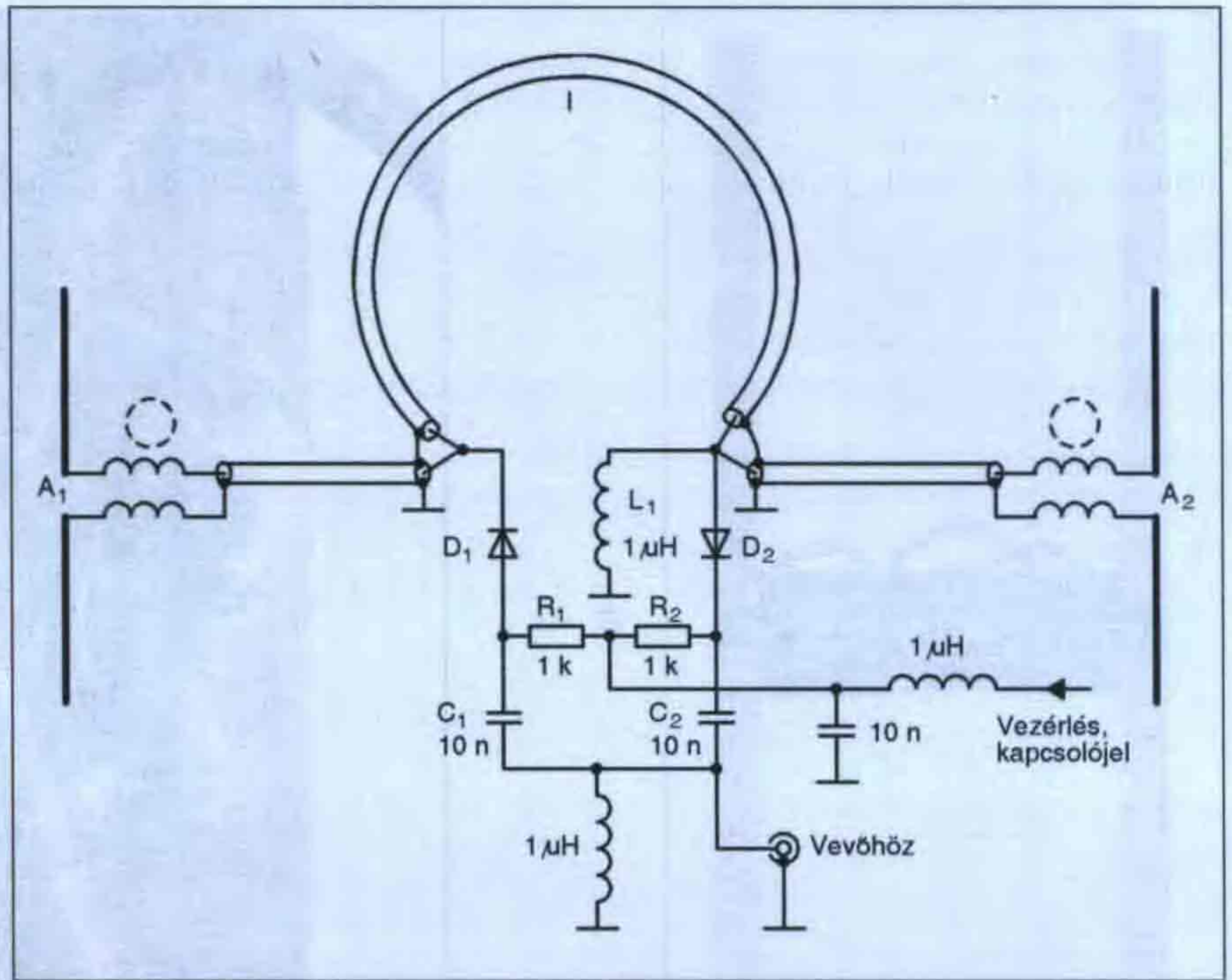
13. ábra. Az egyszerű fázismérős iránymeghatározó oszcillószkóp ábrái

a vevő kimenetén a minimális hallható kapcsolójel megkeresésével történik. Különböző irányzögek esetén a vevő kimenetére csatlakoztatott oszcilloszkópon a 13. ábrán látható jelek jelennek meg. Az a) ábra szögeltérést mutat az egyik irányból, a b) ábra a helyes irány esete, a c) ábrán ismét szögeltérés látható, de a másik irányból.

Iránykarakteristikával rendelkező antennával működő készülék

Az ismertetésre kerülő egyszerű iránymérő két ellentétes irányba néző, szívgörbe karakterisztikájú antenna segítségével képes a keresett adó irányának pontos megállapítására. Az irány meghatározás itt is csak egy sík meghatározását jelenti, de ha a vevőkészülék rendelkezik térerősség kijelzéssel, akkor a helyes oldal is megállapítható. Az ismertetésre kerülő megoldás alapja lehet egy rókavevőnek. A készülék tömbvázlata a 14. ábrán látható.

A két ellentétes irányba mutató szívgörbe karakterisztikájú antenna kimenet a vezérlő generátor ütemezésé-



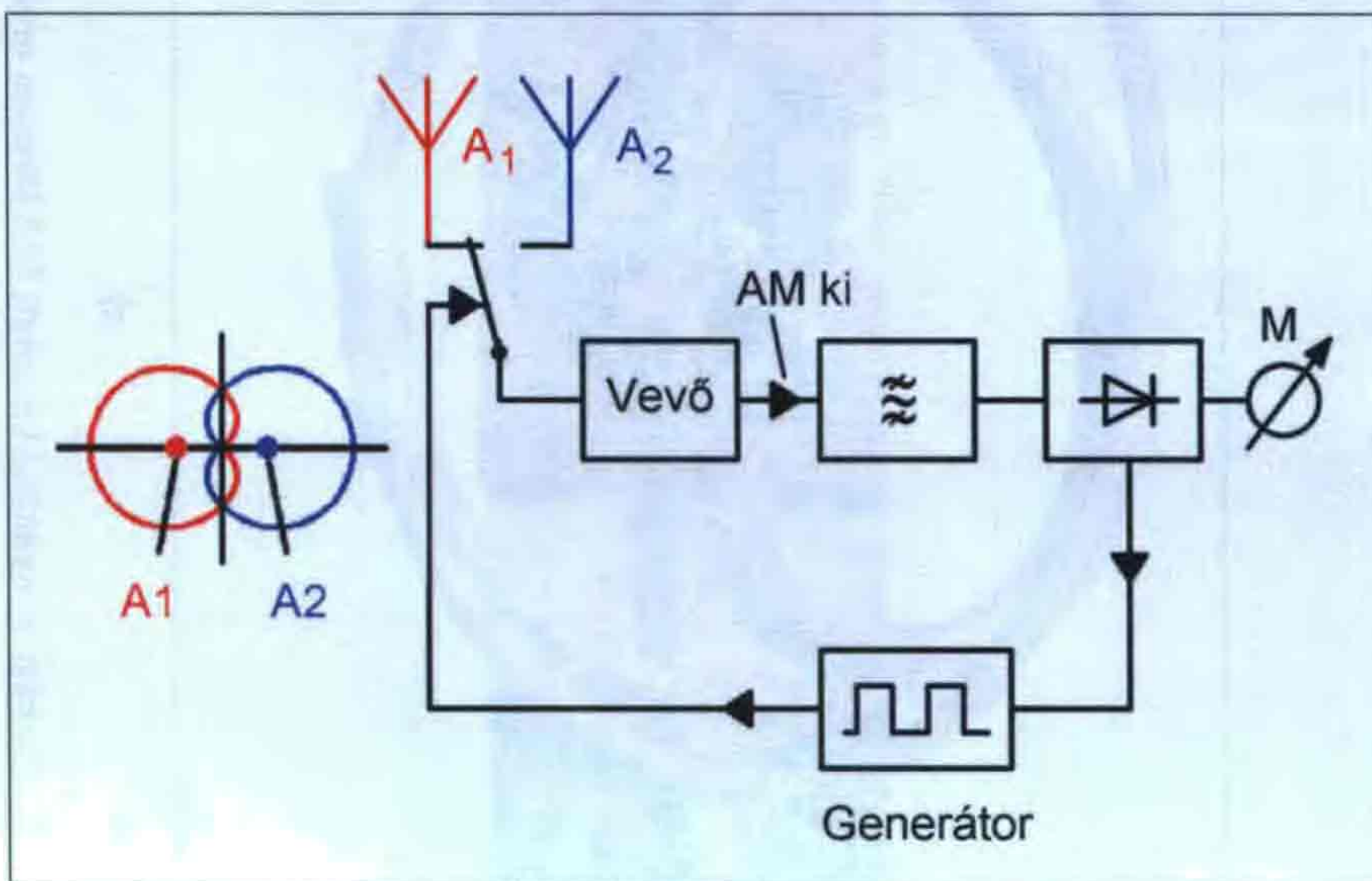
15. ábra. Szívgörbe iránykarakterisztikájú antenna elrendezés elvi rajza

nek megfelelően kapcsolódik a vevő bemenetére. A vevő AM-demodulátorának a kimenetén négyszögjel jelenik meg. Az ezt követő, a négyszögjel alapharmonikusára hangolt hangfrekvenciás sávszűrő kimenetén megjelenő szinuszjel amplitúdója a két bemenőjel amplitúdó-különbségével arányos. A kapcsolójelhez viszonyított fázisa az eltérés irányát mutatja. A sávszűrőt követő szinkronegyenirányító kimenetén

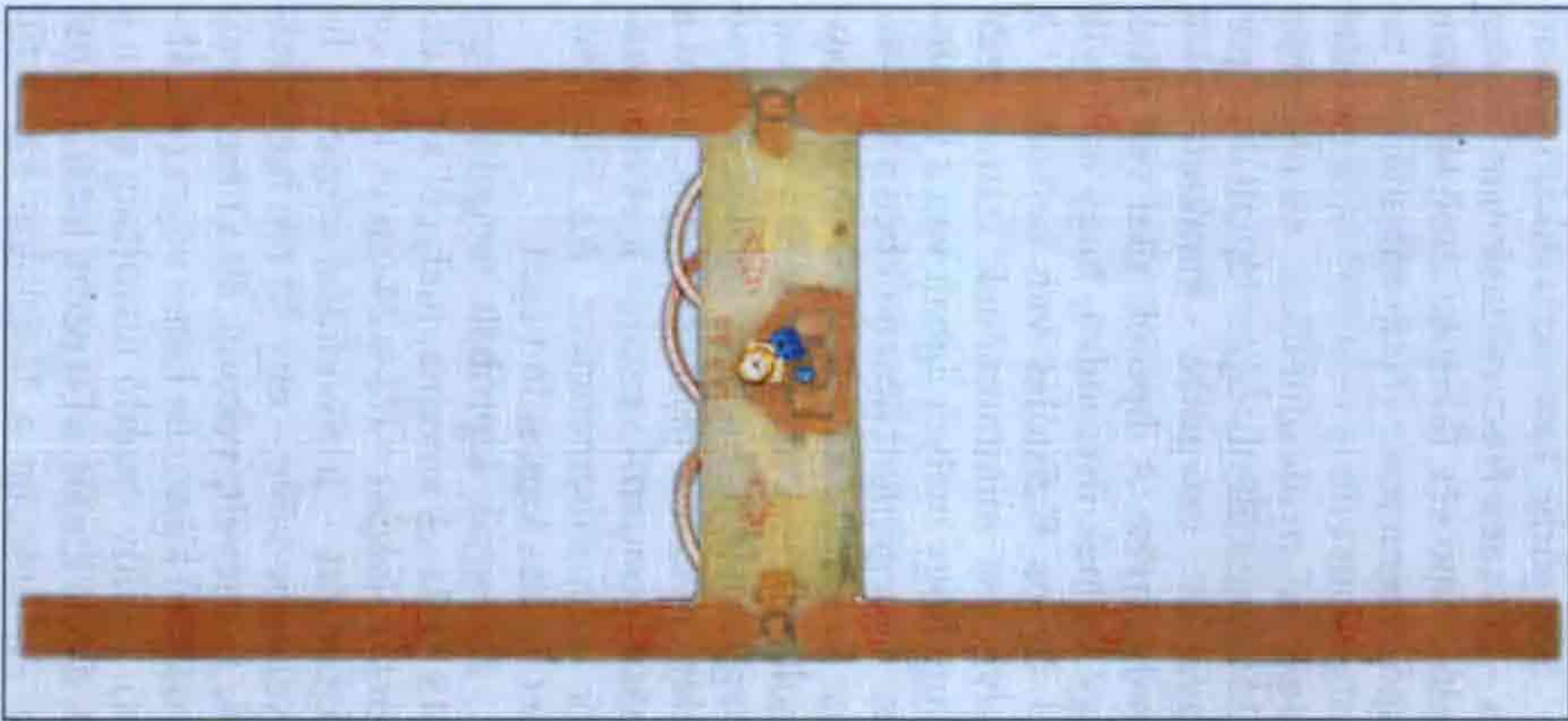
megjelenő, az eltéréssel arányos amplitúdójú és az irányától függő polaritású DC jelet egy középnullás Deprez-műszer mutatja.

Szívgörbe karakterisztikájú antenna – keskeny frekvenciasávban – megvalósítható két, fázisban eltolt táplálású dipólantennával. Negyedhullámú távolságban elhelyezett 90° fázistolással vagy a nyolcadhullám távolságban 135° fáziskülönbséggel táplált dipólpár egyaránt szívgörbe karakterisztikát eredményez. A dipólok által vett jelek úgy vannak összeadva, hogy az egyik jel útjába fázistolás van beiktatva. A szívgörbe minimumának iránya attól függ, hogy melyik ágban van a fázistolás. A megépített készülékben a fázistolást koaxiális kábel végzi. A két kapcsolt antenna karakterisztika úgy van megvalósítva, hogy a dipólok kimenő jelét egyszer a fázistoló egyik, majd a másik pontjáról vezetjük a vevőkészülék antennabemenetére. Az átkapcsolást diódás kapcsoló végzi.

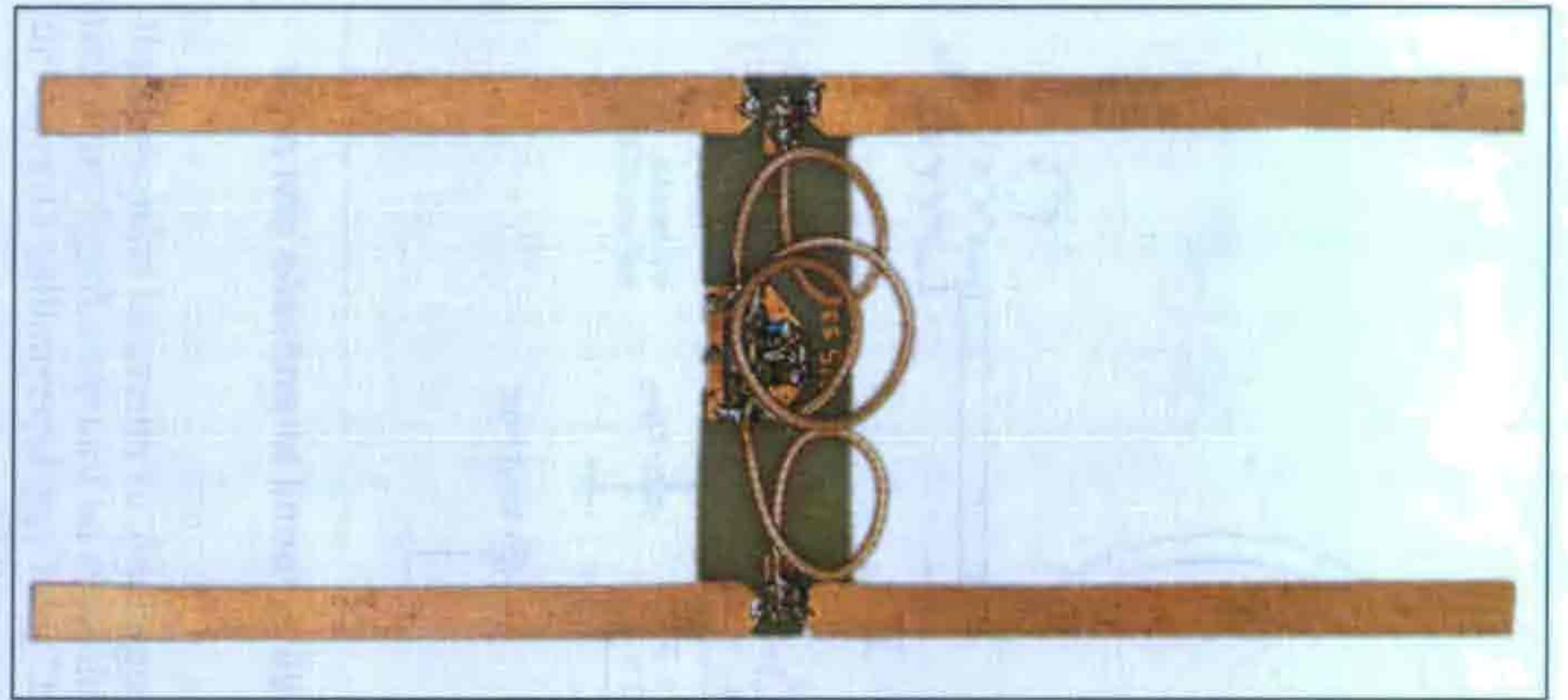
Az egyik kipróbált megoldás egy 145 MHz-es antenna, melynél a két dipól távolsága $l = \lambda/8 = 24$ cm. A 135°-os fázistolást – a rövidülési tényezőt figyelembe véve – egy 45 cm hosszúságú, felcsévélte, vékony, 50 Ω hullámelvállalású koaxiális kábel végzi (15. ábra). Pozitív vezérlő feszültség esetén a D₁ dióda kinyit, a D₂ pedig lezár, ezáltal az A₂ antenna a fázistolón keresztül



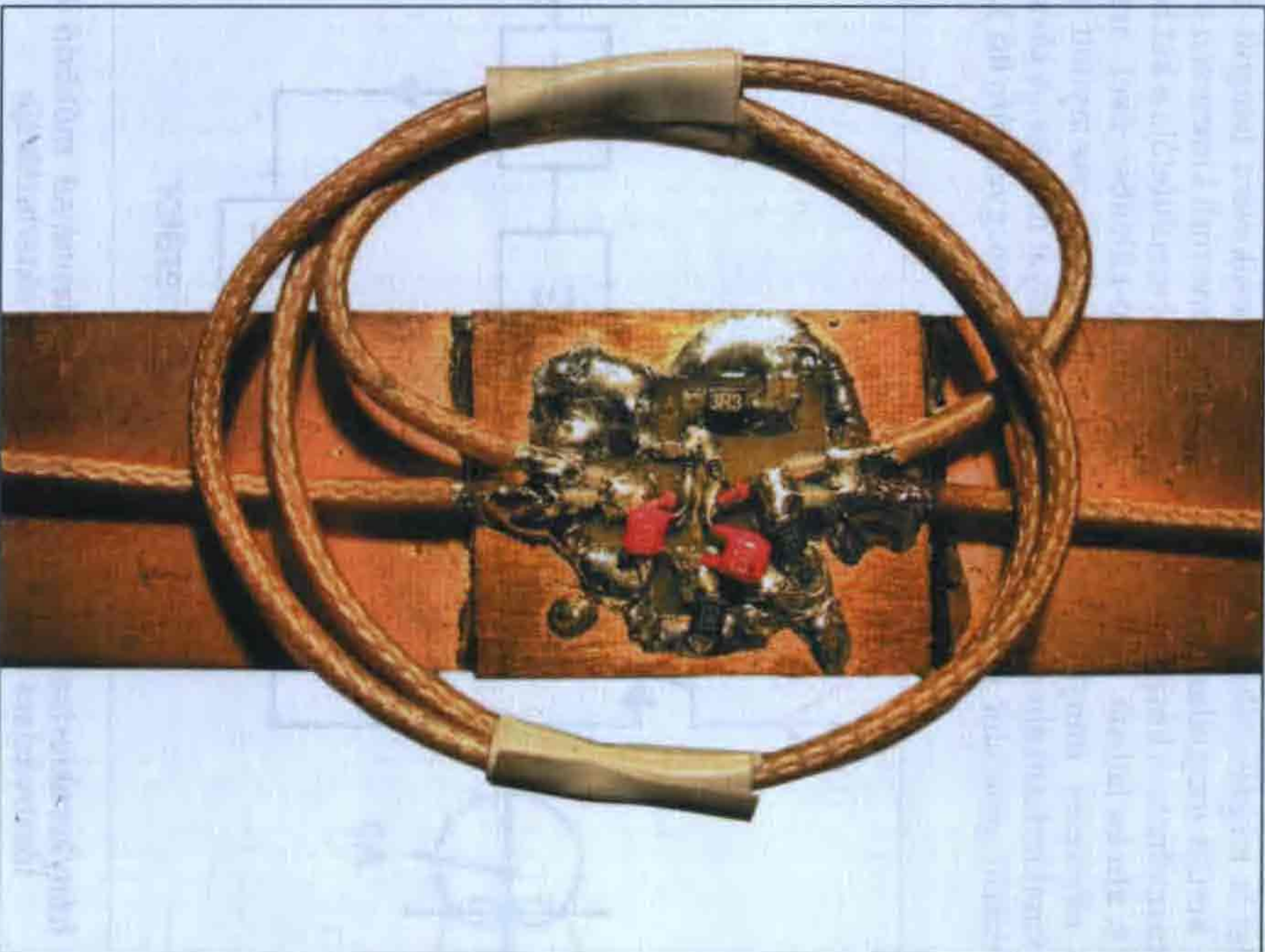
14. ábra. Iránykarakteristikával rendelkező antennával működő készülék tömbvázlata és az antenna iránykarakterisztikája



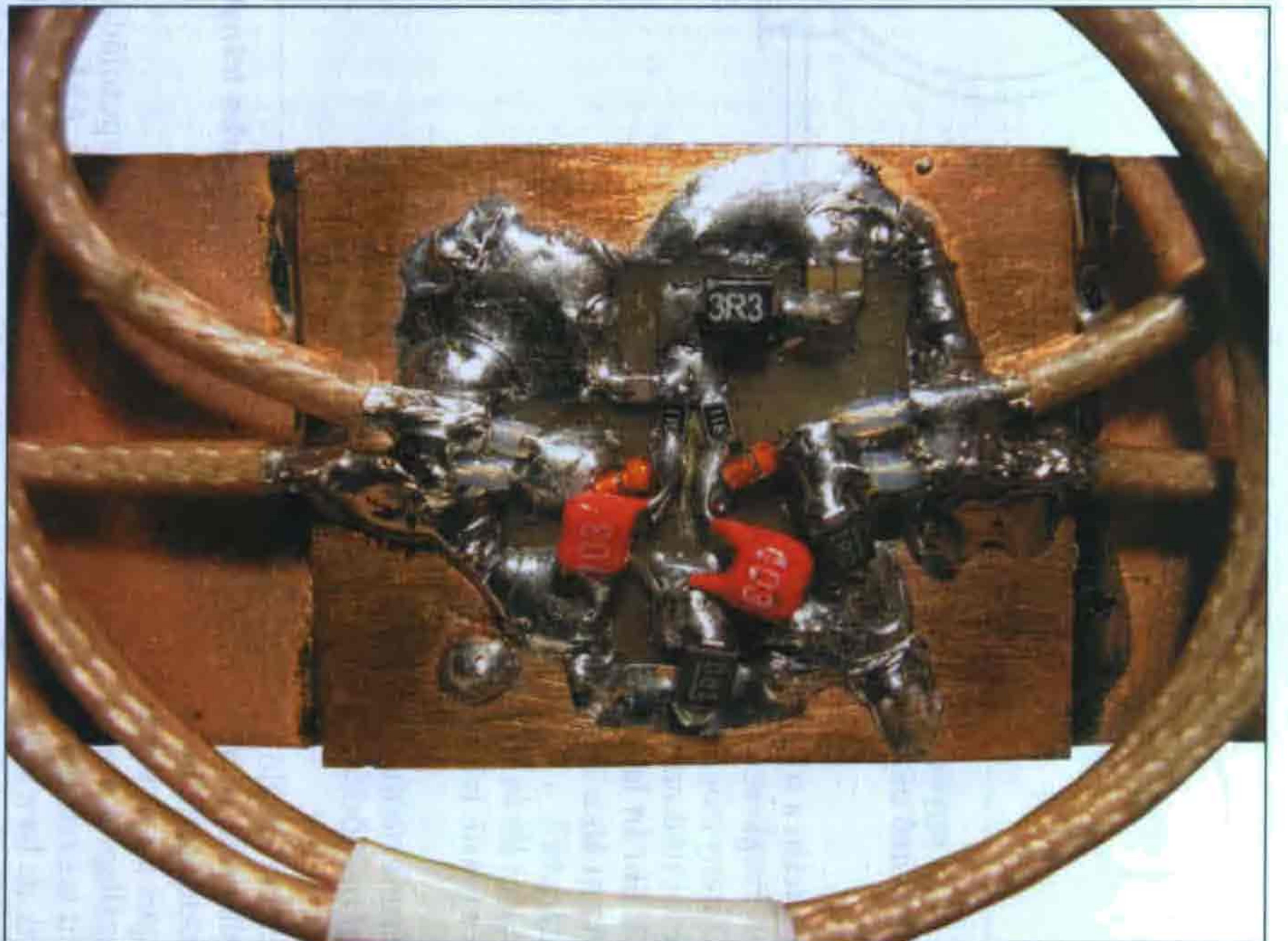
a)



b)



c)

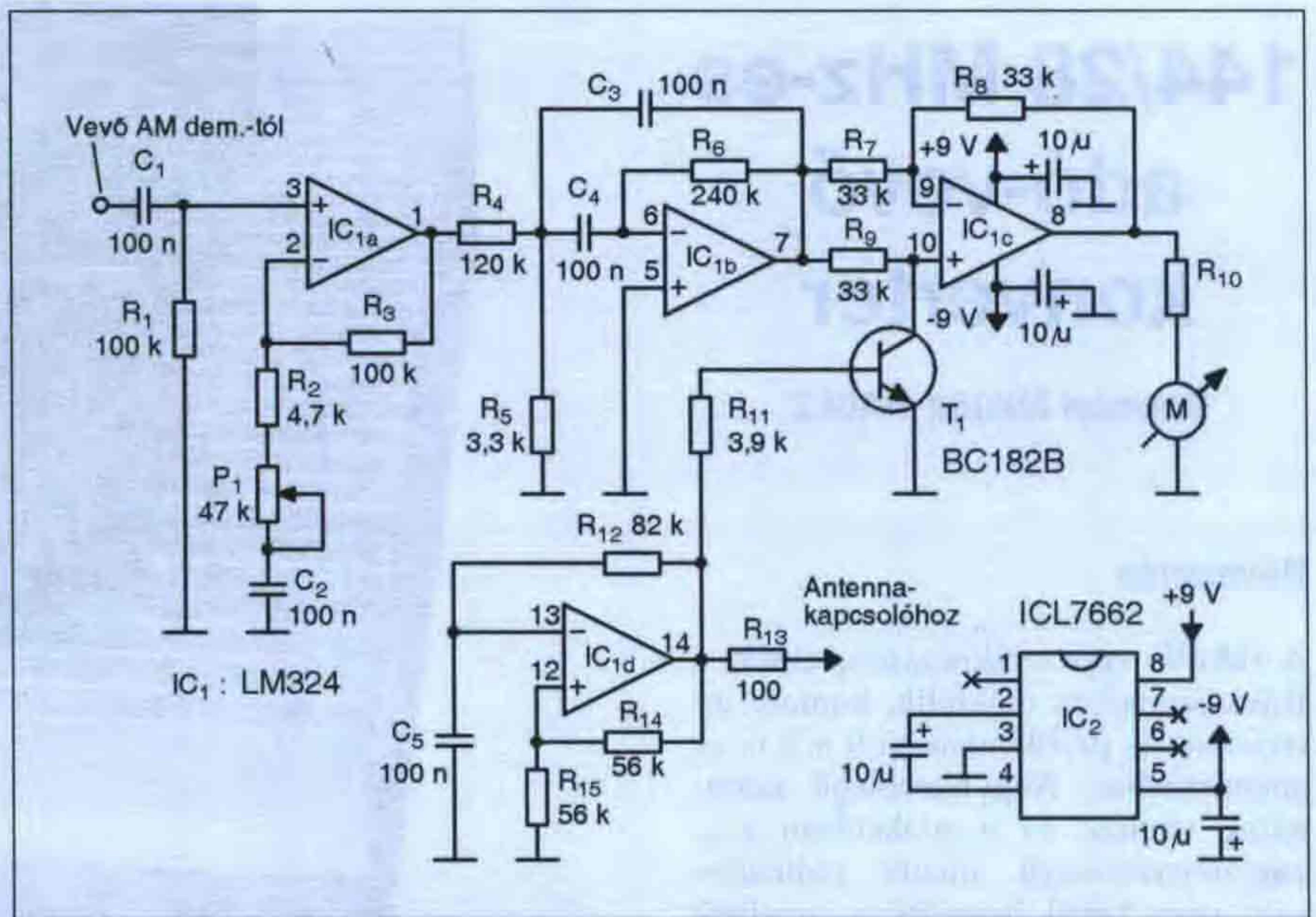


d)

3. kép. A nyákból készített 433 MHz-es antenna (a, b), az antenna fázistoló tagja (c), az átkapcsoló elektronika SMD alkatelemei (d)

kapcsolódik a kimenetre. Negatív vezérlő feszültségnél A_1 körébe kerül a fázistolás, és ezáltal az antenna vételi maximuma ellentétes irányba fordul. A vezérlő feszültség polaritásától függően előálló két antennavételi jelszintet polárdiagramon ábrázolva megállapítható, hogy az antennák síkjára merőleges irányból – a kapcsolójel mindkét polaritása esetén – a vett jel amplitúdója azonos. Ez adja a keresett irányt. Figyelmet érdemel az, hogy – a keretantennás megoldással szemben – az irányszög kiértékelése nem a jelminimumban, hanem a maximális vételhez képest -3 dB jelszintnél történik. Ettől mindkét irányban a két jelszint közti különbség a szögeltéréssel arányosan növekszik, egészen az antenna síkjában fellépő maximumokig. Mivel a periodikusan kapcsolt antennajelekkel szinkronban történik a kiértékelés, ami azt eredményezi, hogy az indikátorműszer megmutatja, milyen irányba és mennyire kell elfordítani az antennát a középállást jelző helyes irány eléréséhez. Az antenna egy 250 mm-es nyák-csík-ból lett kialakítva, a kapcsoló a nyák közepén van elhelyezve. A dipól hossza ebben az esetben 55 centiméter, ez kevesebb a fél hullámhossznál, de ez számottevően nem befolyásolja az iránykarakterisztikát. A D_1, D_2 kapcsolódiodák típusa BA483, de más hasonló is megfelel. Az antennabalunok adatai: 3 menet szorosan összesodort 0,25 mm átmérőjű zománchuzalból, 4×3 mm-es Neosid F100b ferrit gyűrűmagon.

A vezérlő és kiértékelő áramkör kapcsolási rajza a 16. ábrán látható. Az IC_{1a} fokozat a vevőkészülék AM demodulátorából érkező jelet erősíti. Az erősítés nagysága a P_1 potenciométerrel állítható. Az IC_{1b} egy aktív sávszűrő fokozat, melynek sávközép frekvenciája megegyezik az IC_{1d} műveleti erősítővel kialakított astabil multivibrátor frekvenciájával. Az IC_{1c} egy szinkron egyenirányító, amely működése azon alapszik, hogy a T_1 tranzisztor nyitott állapotában az IC_{1c} erősítése



16. ábra. A vezérlő és kiértékelő áramkör kapcsolási rajza

-1 , míg a T_1 lezárt állapota esetén az erősítés $+1$. Mivel a tranzisztort az antenna periodikus kapcsolását végző multivibrátor vezérli, ezért az IC_{1b} kimenetén levő szinusz jel pozitív fél periódusában az erősítés -1 , aminek következtében az IC_{1c} kimenetén kétoldalas egyenirányított szinusz alakú jel áll elő. Ezen jel amplitúdója arányos az irányszög-eltéréssel, a polaritása az eltérés irányát mutatja. A kijelzésre szolgáló kis Deprez-műszer mechanikus nulla helyzetét középre állítva az irányszög eltérés jól kijelvezhető. Ha az antennakapcsoló pontra pozitív tápfeszültséget kapcsolunk, akkor egy szivgörbe karakterisztikájú antennát kapunk. A vevőkészülék térerősség kijelzővel az előzőleg megállapított irány síkon belül a helyes oldal megkereshető. Az alkalmazott vevőkészüléknek lehetőleg jó alacsonyfrekvenciás átvitelű AM demodulátor kimenettel kell rendelkeznie. A P_1 potenciométerrel az erősítést úgy kell beállítani, hogy a maximális szögeltérést produkáló irányból fellépő legnagyobb jel hatására az IC_{1c}

kimenetén körülbelül 7 V DC feszültség legyen. Az R_{10} ellenállás értékét úgy kell megválasztani, hogy a műszer ekkor mutasson végkitérést. A készülék két 9 V-os elemmel működik, de például az ICL7662 típusú IC-vel egyszerűen megoldható az egy telepes táplálás.

Egy másik megvalósítás egy 433 MHz-es iránymeghatározó (3. kép). A dipólok távolsága itt is nyolcadhullám (9 cm), hosszuk 28 cm, a 135° -os fázistoló 16 cm-es. Érdekes, hogy vevőkészülék gyanánt egy a Rádiótechnika 2007-es évkönyvében ismertetett (150. oldal, 30. ábra) két-tranzisztoros, szuperregeneratív készülék szolgált. A kimenő jelet az R_9, C_{10} közös pontjáról vagy az IC_1 kimenetéről vezethetjük a kiértékelő áramkör bemenetére. Itt nincs AGC, de az áramkör logaritmikus karakterisztikája elég dinamikát biztosít.

Irodalom:

The ARRL Antenna Book, 16. edition, 14-17
A Rádiótechnika évkönyve 2007, 150. old.



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

144/28 MHz-es adó-vevő konverter

Venczel Miklós HA0LZ

Bevezetés

A HA6W versenyállomáson, amely a Bükk-fennsíkön működik, komoly interferenciás problémánk volt a 2 m-es amatőrsávban. Nagynyereségű antennáink vannak és meglehetősen sok, nagyteljesítményű amatőr rádióállomás vesz körül bennünket, amelyek hozzájárultak az zavarjelenségekhez. Kipróbáltunk több, gyári, VHF sávban működő adó-vevőt, de nem javult a helyzet. Ezek IP_3 -ja (harmadrendű torzítási pontja) a legtöbb típusnál a gyári adatok szerint még a 0 dBm-ot sem éri el. Megnéztük a rövidhullámú rádiók ugyanilyen paramétereit, és rögtön szembe ötlött, hogy ezek a 28 MHz-es amatőr sávban is a VHF adó-vevőknél lényegesen jobb paraméterekkel rendelkeznek. Kézenfekvő volt a következtetés, hogy konvertert kell használnunk!

Kipróbáltunk egy olyan FTV-707 típusú konvertert, amelynek vevőágát HA0LC Jóska OM már évekkal ezelőtt átalakította egy 0 dBm-os, kétszeresen kiegyenlített keverőre (IE500). Ezt, már sokkal jobb eredménnyel tudtuk használni, de még nem voltunk elégedettek.

Elhatároztam, hogy építsek egy olyan konvertert, amely eleget tesz a Bükk-fennsík, a HA6W elvárásainak. HA0LC-vel kiszámoltuk, hogy a környező állomások térerősségét, az antennáink nyereségét, a használt antennaerősítő paramétereit figyelembe véve, milyen paraméterekkel kell rendelkeznie a konverternek. Úgy találtuk, hogy 18–20 dB-es előerősítő mellett, egy legalább 15 dBm-os keverőre van szükség.

Ezt építettem meg és amióta ezt használjuk, azóta nincs rá panasz az ott dolgozó operátorok részéről –, ami igencsak ritkaság számba megy amatőrreknél! A konverter otthoni használatra megépített változatát közlöm le az alábbiakban.



A konverter felépítése

A konverter tömbvázlata az 1. ábrán látható. A különböző egységek külön modulként készültek, és azokat vékony teflon vagy RG174 koaxszal kötjük össze. A könnyebb bonthatóság érdekében aranyozott miniatűr csatlakozókat használok, amelyek a HAM-bazárban beszerezhetők.

Az RL_1 egy orosz URH katonai rádióból kiépített nagyfrekvenciás jelfogó. Típusa RPV2, a paramétereit szerint 150 MHz-en még 50 W-ot képes kapcsolni. (Vigyázat, mert ezeknek a jelfogóknak a többsége 26 V-os üzemi feszültségű, de létezik 12 V-os változat is!) Természetesen bármilyen koaxjelfogó is használható. Az RL_2 OMRON gyártmányú MH4P típusú, 4 morzész jelfogó, amely PTT kimenetet is kapcsol.

A teljesítmény indikátor, az általam megépített példányban, egy amatőr fiókban talált LED-es szintindikátor. A rajz szerint ez egy 100–200 μ A-es Deprez-műszerrel (akár pl. egy öreg magnó indikátor műszerével is) megoldható. A HA6W-n használt változatban mi is ilyet használunk.

Itthon antennaerősítőt használok, de nincs sequencerem, ezért ennek a vezérlését és a táplálását a koaxon keresztül az RL_2 -vel oldom meg úgy, hogy azt ki lehessen kapcsolni. A tápfe-

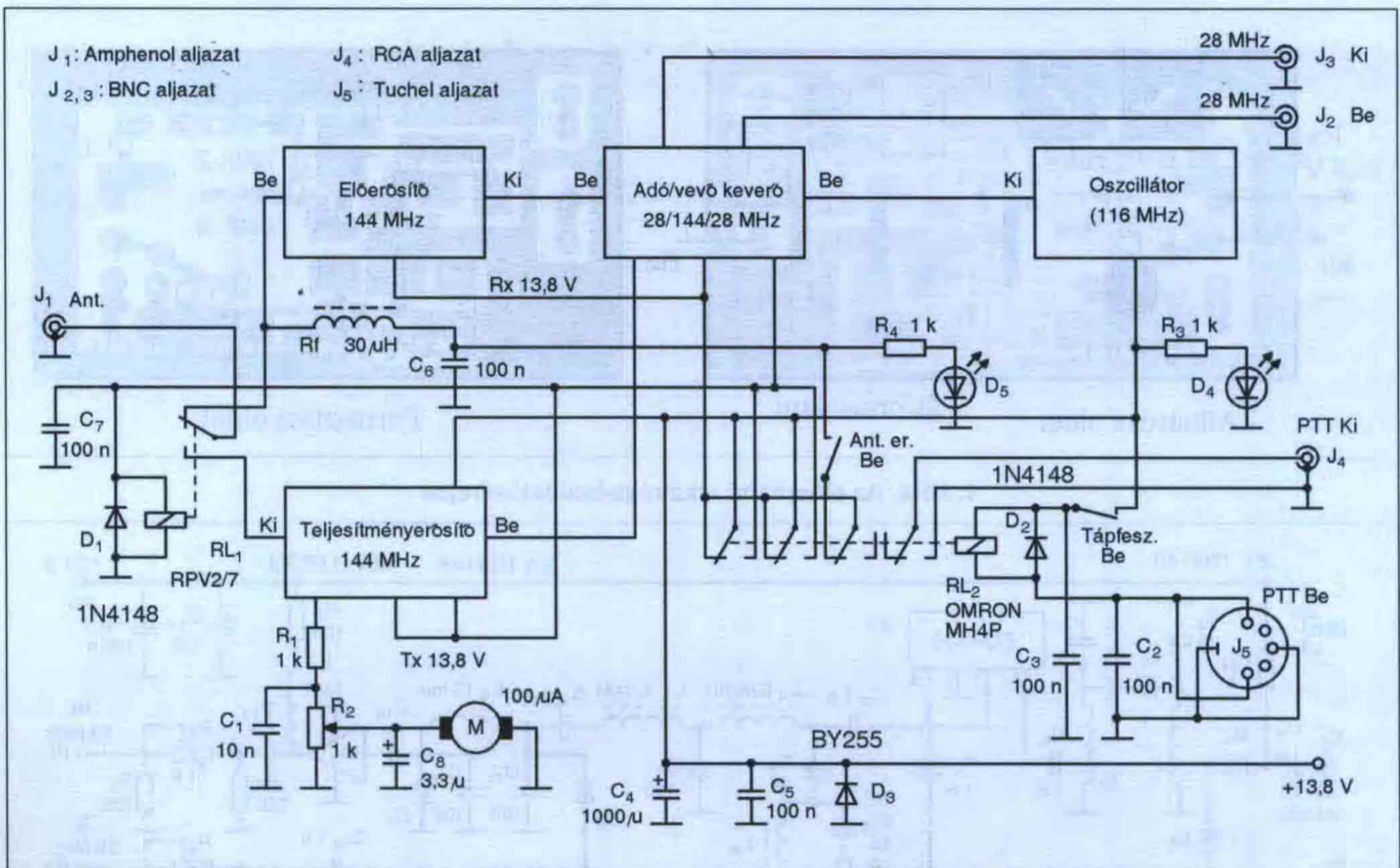
szültség nagyfrekvenciás leválasztását egy 30 μ H-s, 0,5 A-es nagyfrekvenciás fojtóval oldottam meg.

Az előerősítő

kapcsolási rajzát a 2. ábra mutatja. Az erősítő elem (Tr_1) egy olcsón beszerezhető, ATF34143 típusú FET. Ennek zajja a gyártó adata szerint, 0,4 dB. A Tr_1 drainárama kb. 80 mA, erősítése 23–25 dB. Az ilyen – viszonylag nagy – áramra a nagy jelszintek megfelelő feldolgozásához van szükség.

Fontos, hogy az előerősítő bemenetét illesszük az antennához. Ezt a C_1 -gyel állíthatjuk be egy spektrum-analizátorral, reflektométer előtéttel. Először az üzemi frekvenciát állítsuk be, majd azután a minimális reflexiós tényezőt; azt is bekapcsolt állapotban, a lehető legkisebb jelszint mellett, amit a spektrum-analizátoron még értékelni tudunk. Az L_1 6 mm belső átmérőjű, 4 menetes, légmagos, önhordó kivitelű tekercs, 0,8 mm-es ezüstözött huzalból. A leágazás kb. 1,2–1,3 menetnél a „hideg” vég felől.

Többféle bemenőkörrel kísérleteztem. Ez a legkönnyebben kézben tartható, és a bemenő impedancia is könnyen beállítható úgy, hogy közben az L_1 frekvenciája és az állóhullámarány sem változik jelentősen. A C_1 és a C_3 5–20 pF-os teflon trimmer. Az L_2 és az



1. ábra. A 144/28 MHz-es adó-vevő konverter tömbvázlata

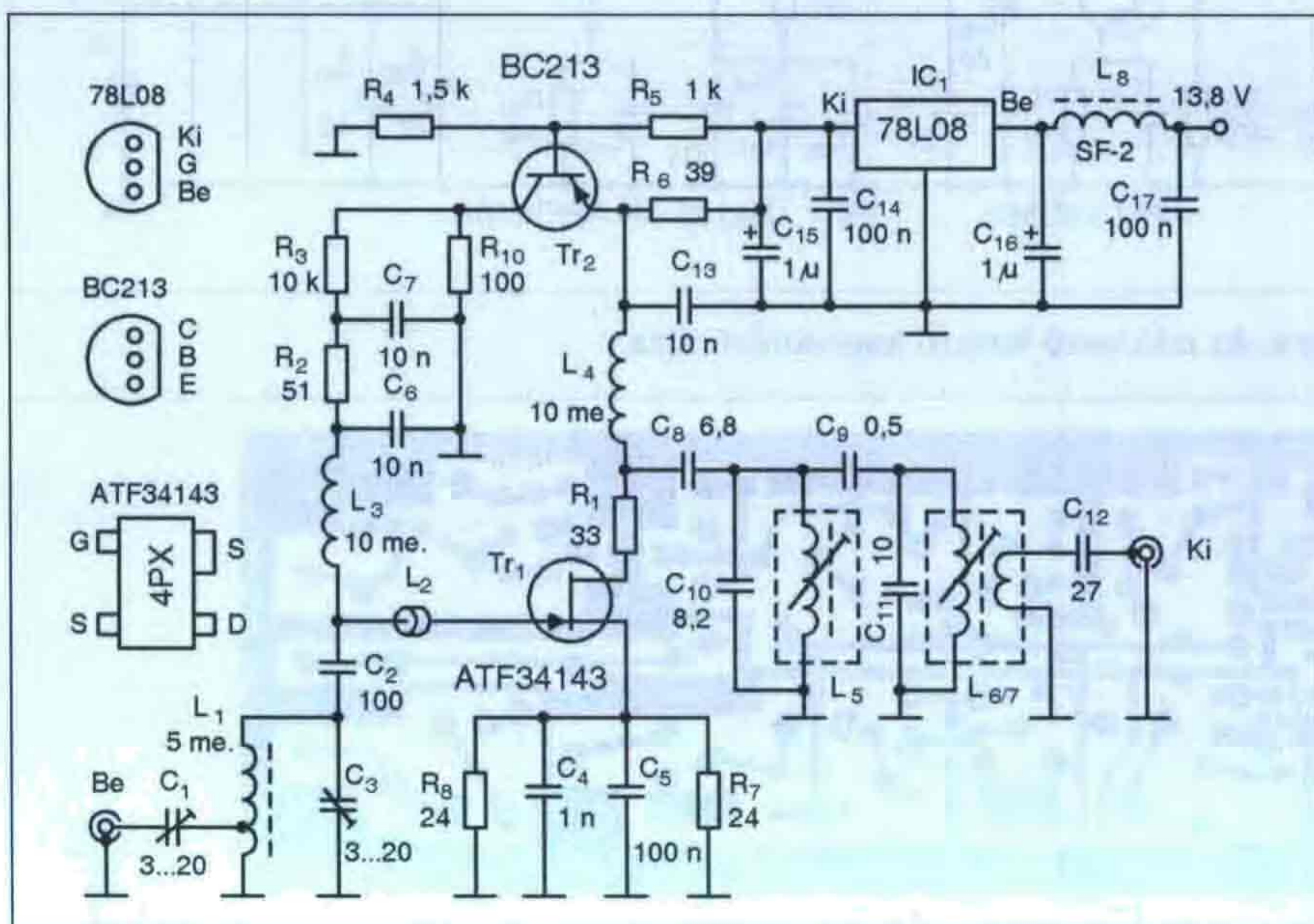
R_1 az esetleges gerjedések megakadályozását szolgálják. Az L_2 , könnyen elkészíthető. Egy kis átmérőjű ferritgyűrűn vagy 3 mm-es vasmagon átvezetünk egy vezetékét, aminek mindkét végét leforrasztjuk a panel megfelelő pontjaira. Ha vasmagot használunk, azt

el kell törni, vagy elkészörülni 2,5–3 mm hosszúságúra, hogy elférjen a panelon. A vasmag és a ferritgyűrű is N200-as legyen.

Az L_3 – L_4 -et 1 mm átmérőjű ferritpálcára tekerjük fel, legalább 10 menetet, menet-menet mellé, 0,15 mm-es

CuZ huzalból. Az L_5 és az L_6 a HAM-bazárban kapható SUMIDA 449G7 tekercsből készült. A tekercset óvatosan szét kell szedni, le kell tekerni róla a rajta levő huzalt, majd el kell távolítani a benne levő kondenzátort és a serlegből a ferritharangot. Ezután tekerjük 0,15 mm-es CuZ huzalból 4 menetet az osztott csévetestre, osztásonként egyet-egyét. Az L_7 1,75 menet az L_6 közepén, szintén 0,15-ös CuZ huzalból. A C_{12} az egyenáramú leválasztást adja.

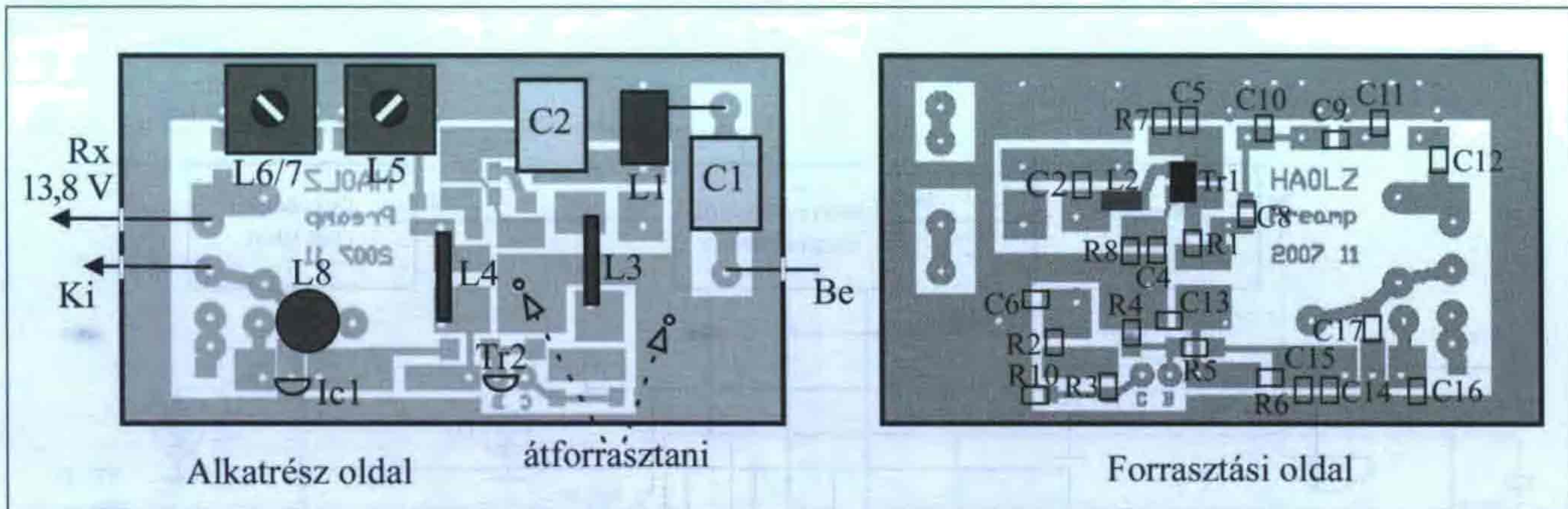
A fokozat **3. ábra** szerinti nyákterve úgy készült, hogy az erősítőt antenna előerősítőként is lehessen használni, koaxon történő táplálással. Ehhez szükséges a megfelelő egyenáramú leválasztás. Az előerősítő sávszélessége –3 dB-es pontokon 15 MHz. A nyák – a konverter minden nyákja – kétoldalas,



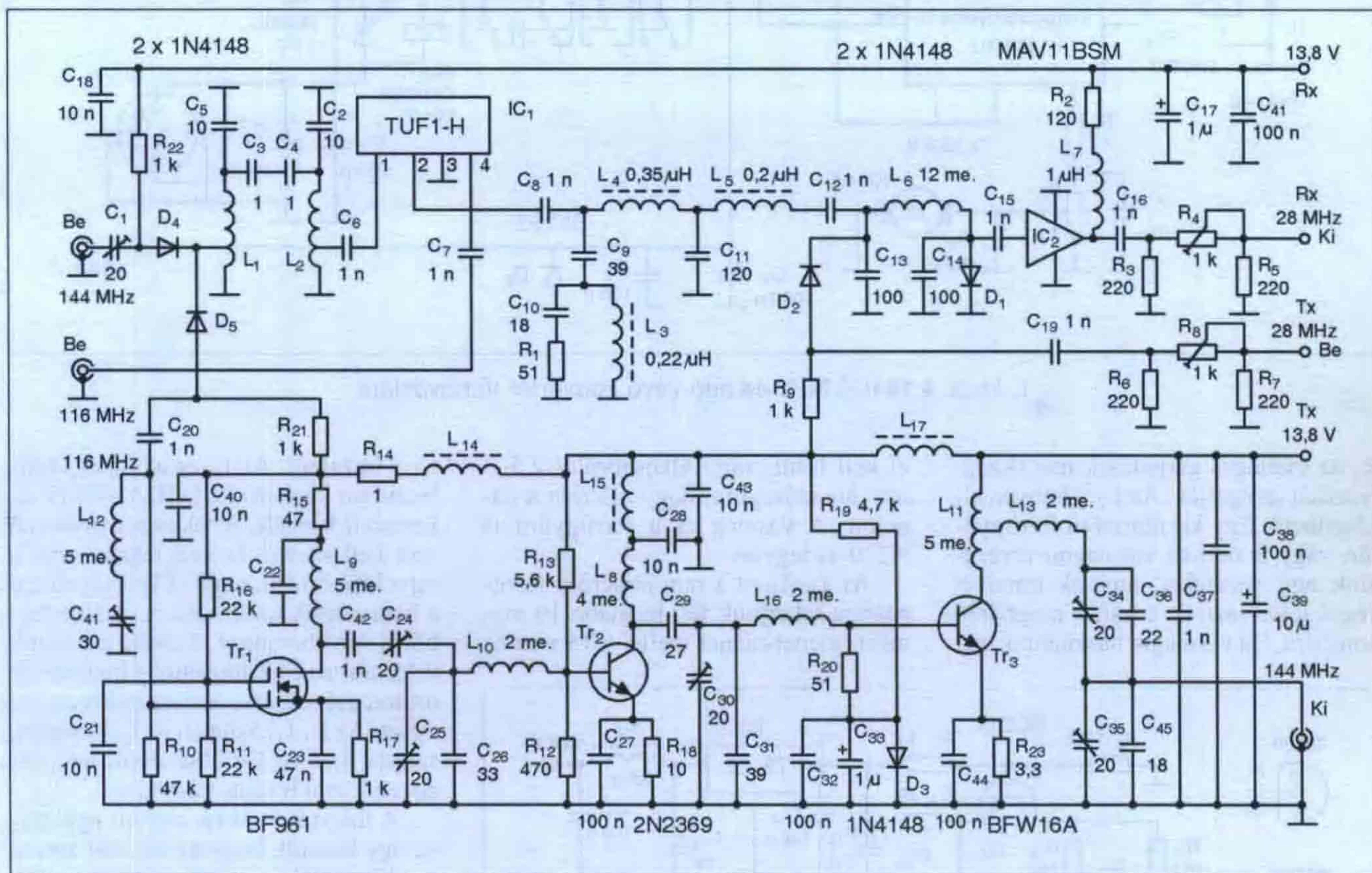
2. ábra. Az előerősítő kapcsolási rajza



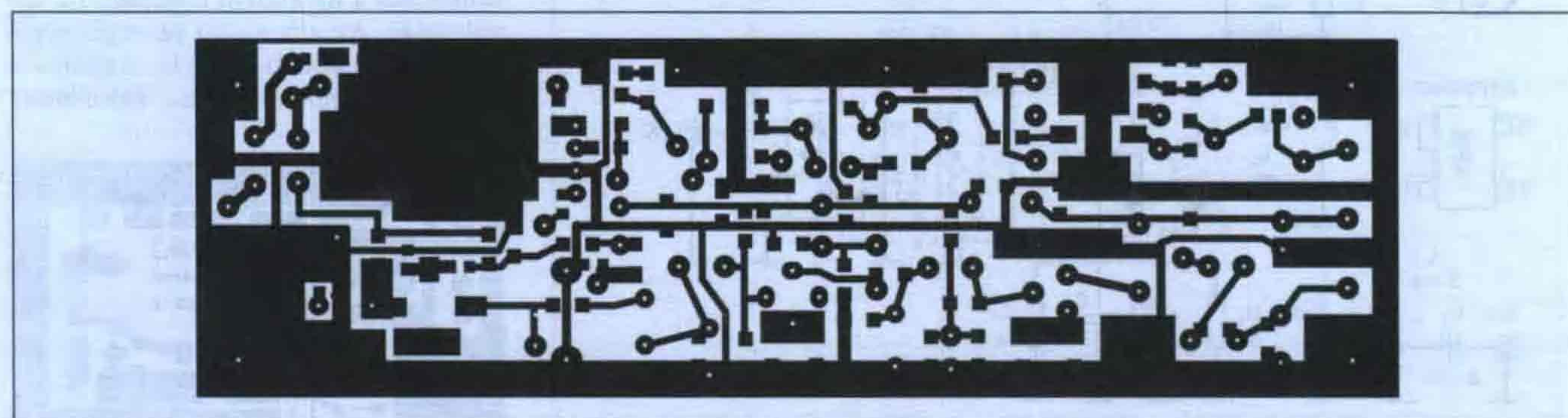
3. ábra. Az előerősítő nyomtatási rajza



4. ábra. Az előerősítő alkatrész-beültetési rajza

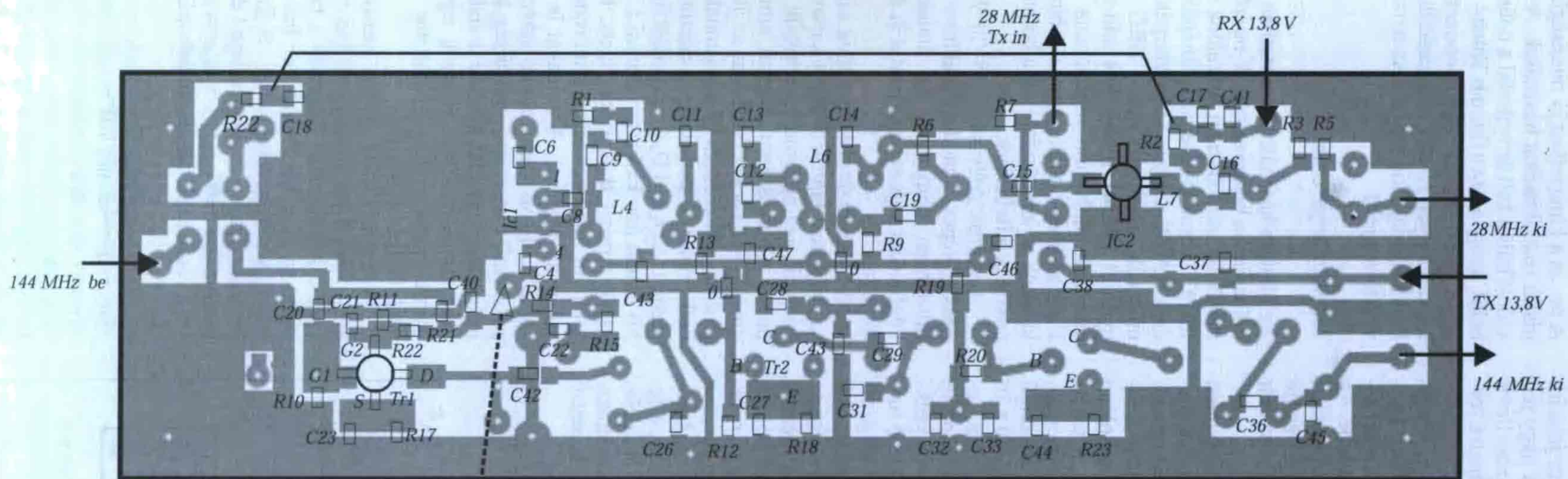


5. ábra. Az adó/vevő keverő kapcsolási rajza

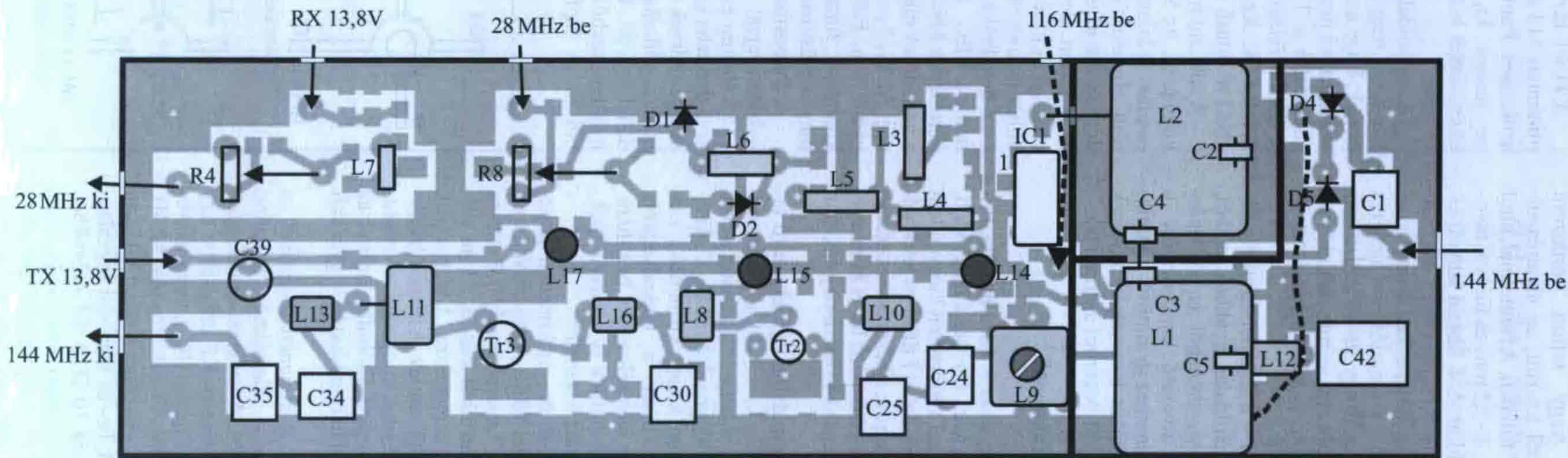


6. ábra. Az adó/vevő keverő nyomtatási rajza

7. ábra. Az adó/vevő keverő alkatrész-beültetési rajza



Forrasztási oldal



Alkatrész oldal

üvegszálal vagy teflon hordozójú nyáklemezből készült, az alkatrészoldalon „tele” fóliával. A furatoknál, ahol a szükséges, 2–2,5 mm-es fúróval távolítsuk el a fóliát. A **4. ábrán** látható alkatrész-beültetési rajzon jelölt két ponton a kétoldali földet át kell forrasztani!

A nyákot – a szerelés és a bemérés után – helyezzük egy 30–40 mm magas árnyékoló dobozba, és mindkét oldalon forrasszuk körbe, majd a bemérést ismételjük meg.

A dobozt – a fedéllel együtt – készíthetjük kétoldalas nyákból, rézből, de ónozott vaslemezből is. A tápfeszültséghez átvezető kondenzátort, a be- és a kimenethez jó minőségű miniatűr csatlakozókat használunk, amelyek szintén a HAM-bazárból származtak.

Az adó-vevő keverő

kapcsolási rajzát az **5. ábra** mutatja. Ennek „lelke” a Mini-Circuits által gyártott, TUF1-H típusú kétszeresen kiegyenlített diódás keverő. Ez +17 dBm-os jelek feldolgozására képes, a keverési vesztesége kb. 6 dB és a különböző be-és kimenetei közötti elnyomás 145 MHz-en jobb, mint 40 dB.

A 2 m-es oldalon egy sávszűrő található (L_1-C_5 , L_2-C_2 és C_3-C_4), amely vevő- és adóoldalon is biztosítja a nem kívánt jelek elnyomását. A C_3-C_4 kondenzátorok értékének kismértékű változtatásával lehet a legkedvezőbb, 4–5 MHz-es sávzélességet beállítani. Ehhez a művelethez is célszerű spektrumanalizátort használni.

A sávszűrő be- és kimeneti impedanciája közel 50 Ω . A sávszűrő mindkét tekerese 7 menet, amely 0,5 mm-es ezüstözött huzalból készül, 12 mm átmérőjű kalit csévetestre. A leágazások az 1. menetnél vannak. A rezgőkör hangolását a menetek tologatásával végeztem. A bemeneti állóhullámarányt az előerősítőnél leírt módon a C_1 -gyel kell beállítani.

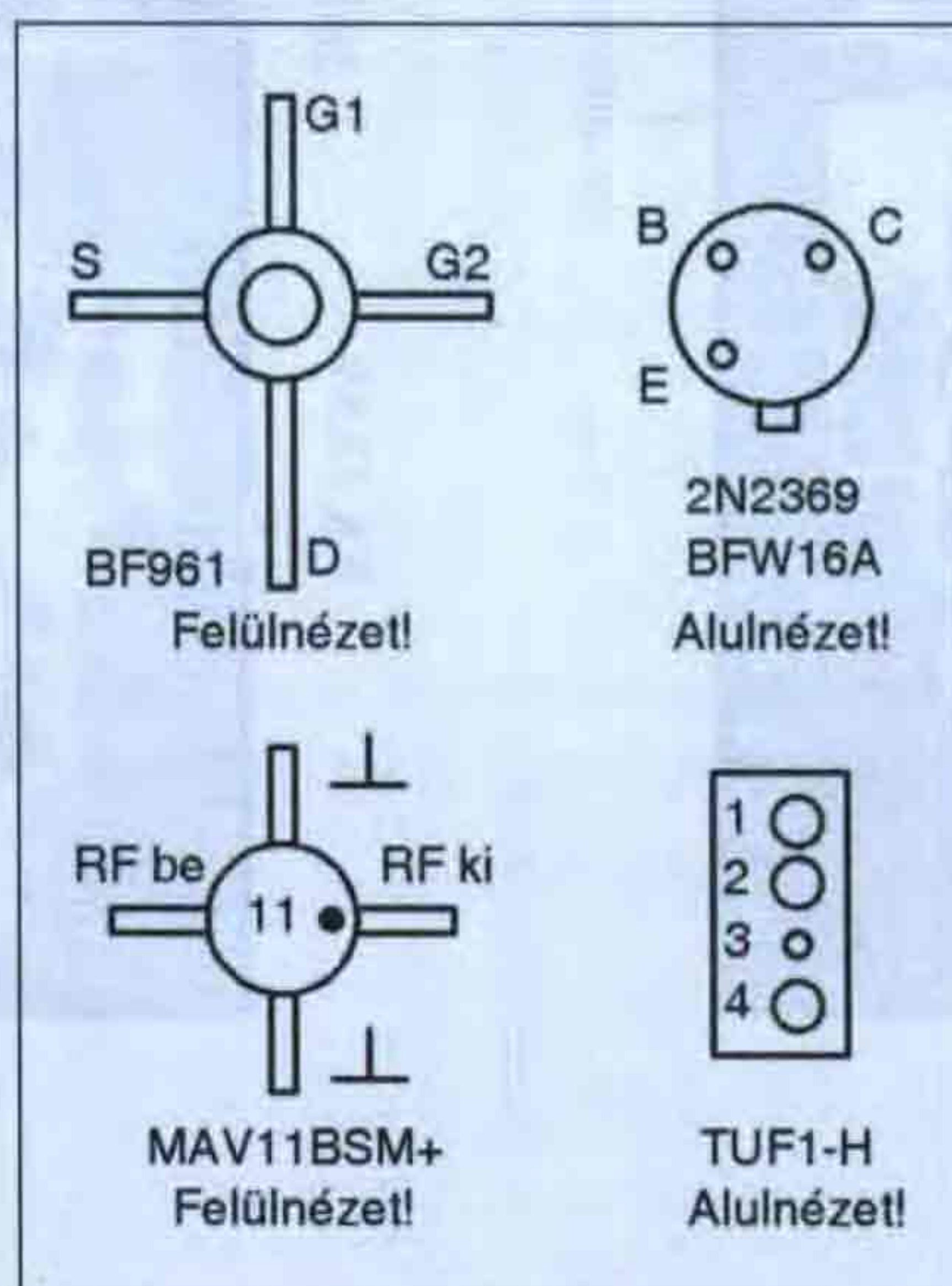
A TUF1-H kimeneti illesztését az L_3-L_5 , C_9-C_{11} elemekből felépített diplexer végzi. A keverési veszteségek miatt a 28 MHz-es KF erősítőben egy MAV11BSM típusú (IC_2), monolit erősítőt használunk. Ennek erősítése 12 dB, az IP_3 ponja +34 dBm, a zaja 1 GHz-en csak 4,4 dB, be- és kimeneti impedanciája egyaránt 50 Ω . A KF-erősítőben így keletkező többlet erősítést, ha az alkalmazott RH vevő paraméterei miatt az szükséges, az R_4 trimmer-potenciométerrel csökkenthetjük.

A TUF1-H megfelelő működéséhez minimum +14 dBm oszcillátor jelszint szükséges. Fontos, hogy ez a nagy jel, ne jusson ki, ezért az oszcillátor koaxkábelét közvetlenül a panelre forrasztjuk.

Az adóoldalon a $C_{41}-L_{12}$ -vel felépített soros rezgőkört 116 MHz-re hangoljuk, hogy az oszcillátorjel minél kisebb szinten jusson az adóerősítőbe. Az adóerősítő a Tr_1-Tr_3 tranzistorokkal szokásos felépítésű. A kimenő szintje 0,4–0,5 W. Az adás-vétel kapcsolását 1N4148 típusú diódák végzik.

A fokozat nyákja (**6. ábra**) szintén kétoldalas, az SMD alkatrészek a forrasztási oldalon vannak a **7. ábra** szerinti elrendezésben. A trimmer-kondenzátorok az előerősítőhöz hasonlóan itt is teflon dielektrikumúak. A tekercek, az L_9 kivételével, 6 mm átmérőjű, önhordó kivitelűek és 0,8 mm átmérőjű CuZ huzalból készültek. Az L_9 10×10 mm-es BRG árnyékoló serleges tekercestestre készült. Az árnyékolásra itt a gerjedések elkerülése miatt van szükség. Az L_{11} 5 menet, a leágazás 2,5 menetnél van. Ezt a tekercestet a leágazás könnyebb forraszthatósága miatt 0,8 mm-es ezüstözött huzalból készítettem.

A fokozatban használt alkatrészek bekötési rajzai a **8. ábrán** láthatók. A 135×40 mm-es méretű nyákoló dobozba kell elhelyezni a zavarok és a gerjedések elkerülése végett. A dobozt, az előerősítőhöz hasonlóan, a fedéllel együtt készíthetjük kétoldalas nyákból, rézből, de ónozott vaslemezből is. A tápfeszültségeket átvezető



8. ábra. A keverő félvezetőinek bekötése

kondenzátorokon keresztül vezessük. A be- és a kimenethez jó minőségű miniatűr csatlakozókat használunk. A sávszűrőt külön kell árnyékolni a dobozon belül, ahogyan az a fotón is látható. Az $L_{12}-C_{41}$ szivóköri is ezen a dobozon belül kap helyet, és az L_1 leágazásához a D_4-D_5 -ről egy kis teflon koaxdarabbal vezetem a jelet.

Teljesítményerősítő

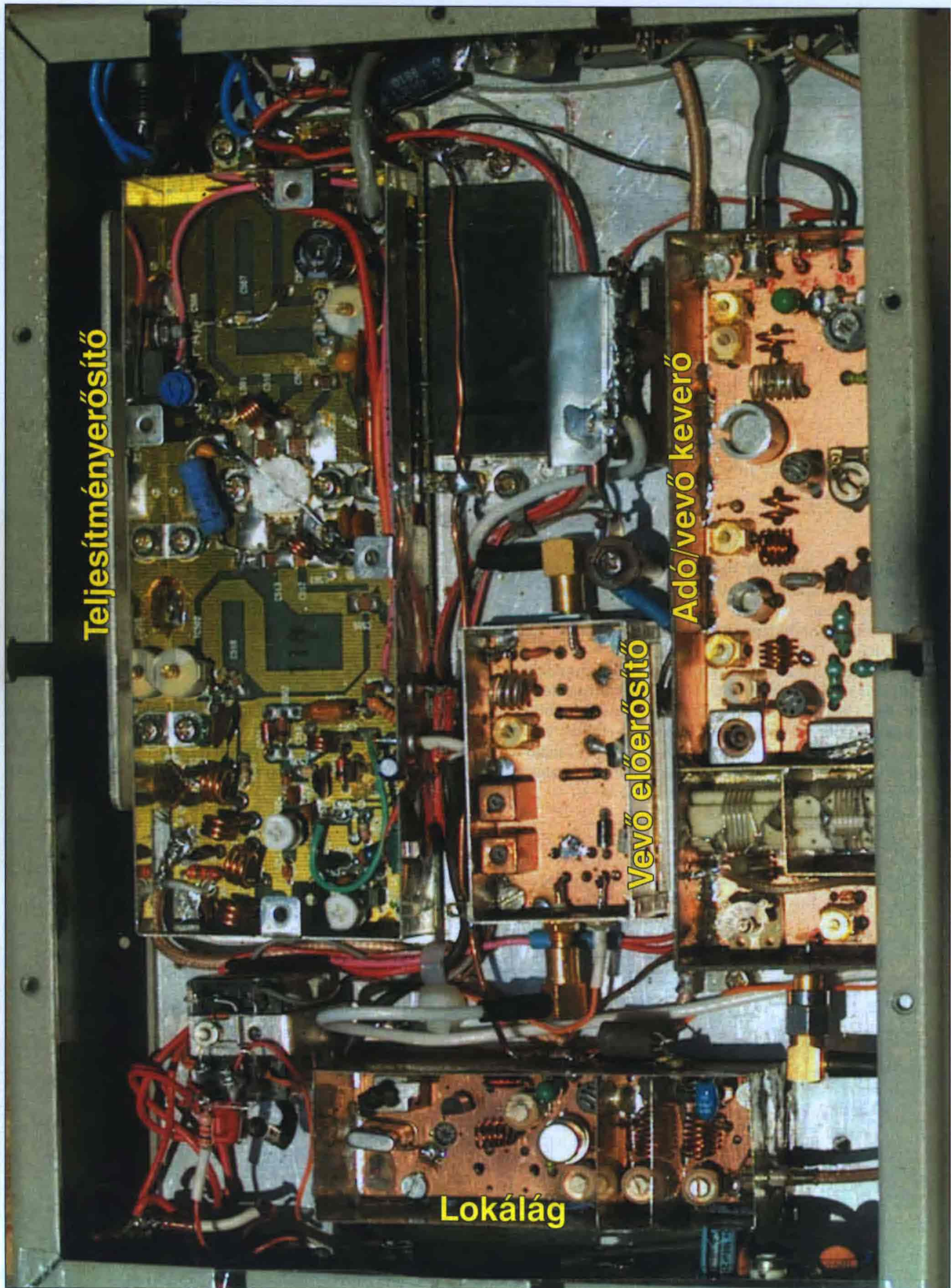
Az általam használt konverterben egy bolhapiacra beszerzett 60 W-os erősítő működik, mert én nem használok végfokot. Ez csak kis eséllyel utánépíthető, de a HA6W-n olyan konverterpéldány működik, amelyben egy, a BRG által gyártott FM301 típusú FM adó-vevő kitermelt, átalakított végfokozata van. Ezek az öreg rádiók nagy számban találhatóak az amatőröknél és a bolhapiacokon is fellelhetőek.

A végfok szélessávú, 18–20 W leadására képes. A modul átalakítása nem túlságosan bonyolult. Az átalakított végfokozat kapcsolási rajzát a **9. ábra** mutatja.

A Tr_1 tranzisztor eredetileg külön, szabályozott tápfeszültséget kapott, ez változik, a rajz szerint összekötjük a tápokot. A tranzisztorok bázisát, amik az eredeti BRG-s kapcsolásban az R_1 -en és az L_6 -on keresztül földön vannak, fel kell emelni és azokat a rajz szerint kell átkötni. A D_1 és a D_2 (melegedést figyelő) diódát úgy kell átforrasztani a hozzájuk tartozó tranzisztor felett, hogy azok jól hozzáérjenek a tranzisztorok műanyag házához. A diódákat le kell kenni szilikon vagy egyéb hővezető pasztával! Erre azért van szükség, hogy hosszabb idejű adás közben is stabilan megmaradjon a tranzisztorok egyenáramú munkapontja, ne fusson meg azok kollektorárama.

Az eredeti BRG végfok ezüstözött árnyékoló dobozán meglévő három átvezető kondenzátor elegendő a tápfeszültség és a két tranzisztor bázisfeszültségének bevezetéséhez. A Tr_3 és Tr_4 tranzisztor – csillámlemezzel elszigetelve – a hűtőbordára van csavarozva, a végfokozat árnyékoló dobozán kívül.

Az áramkörhöz tartozó alkatrészek részére nem készült külön nyák, azokat egy-egy szigetelt forrlécre szereltem a tranzisztorok közvetlen közelében. Ezek a végfokozatok elég szélessávúak, de szükség esetén az L_2 , L_3 , L_5 , L_8 átforrasztásával lehet hangolni, ha szükséges. A Tr_1 tranzisztor nyugalmi,

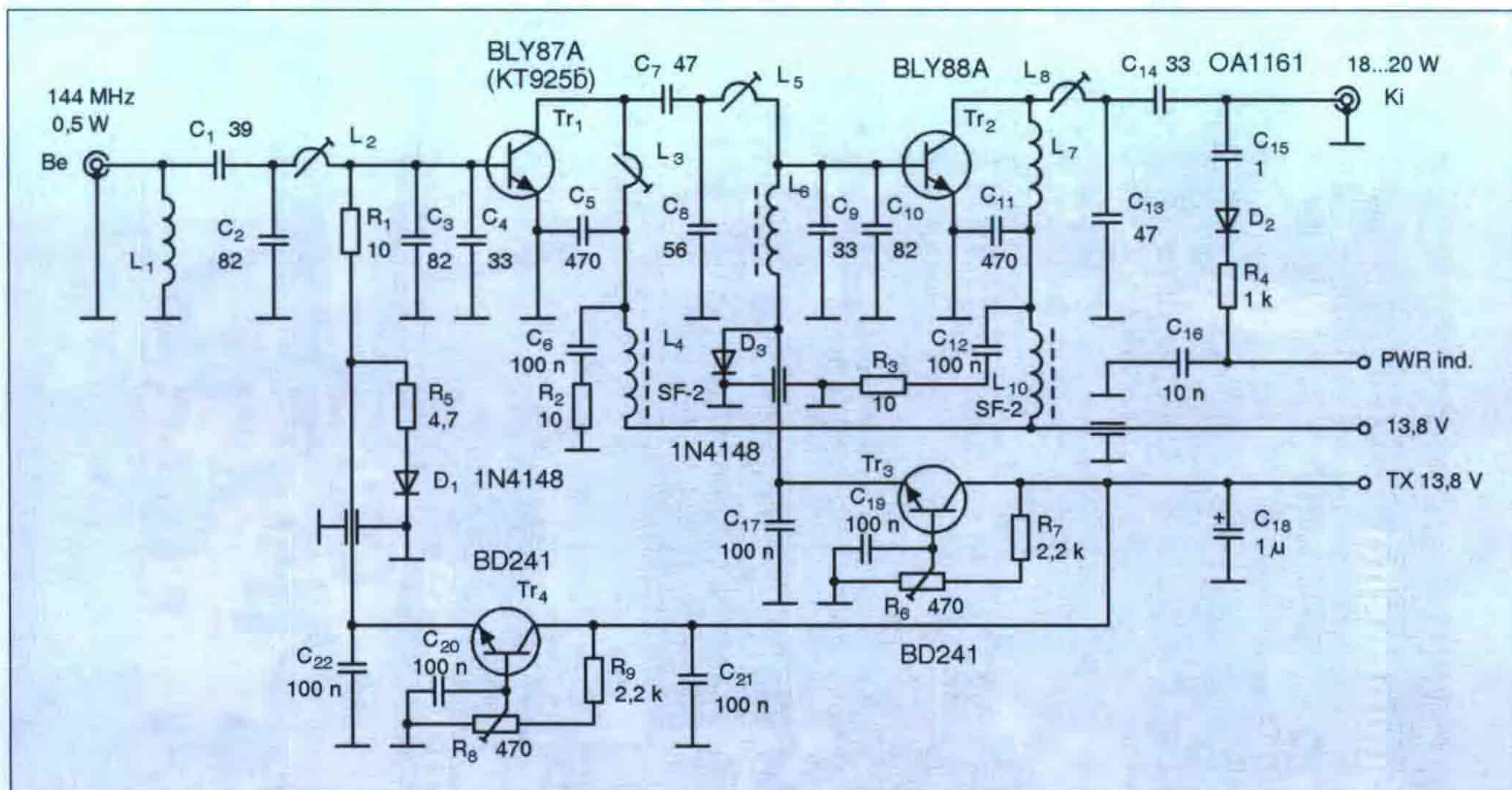


Teljesítményerősítő

Vevő előerősítő

Lokálág

Adó/vevő keverő



9. ábra. A teljesítményerősítő kapcsolási rajza

jel nélküli kollektoráramát 30–40 mA-re, a Tr_2 kollektoráramát 80–100 mA-re célszerű beállítani.

A teljesítményindikátor alkatrészeit (C_{15} , D_2 , R_4 , C_{16}) közvetlenül az antenacsatlakozón helyeztem el. Nem feltétlenül kell 1 pF-os kondenzátort (C_{15}) alkalmazni. Én a dióda kivezetését rátekertem az Amphenol (SO-239) aljzatra forrasztott koaxkábel belső erének szigetelésére. Csupán 2–3 menet elegendő

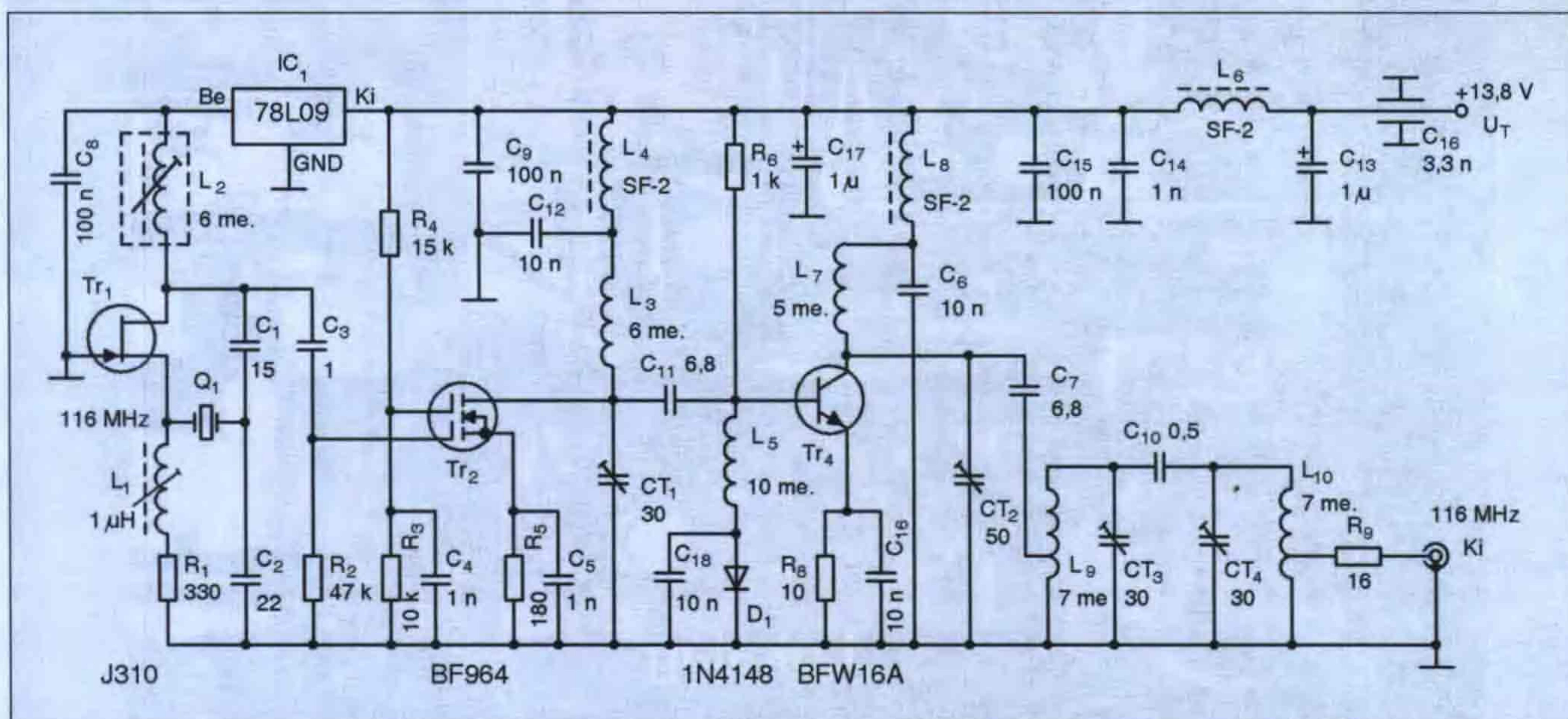
ahhoz, hogy a műszer megfelelően indikáljon.

Az oszcillátor

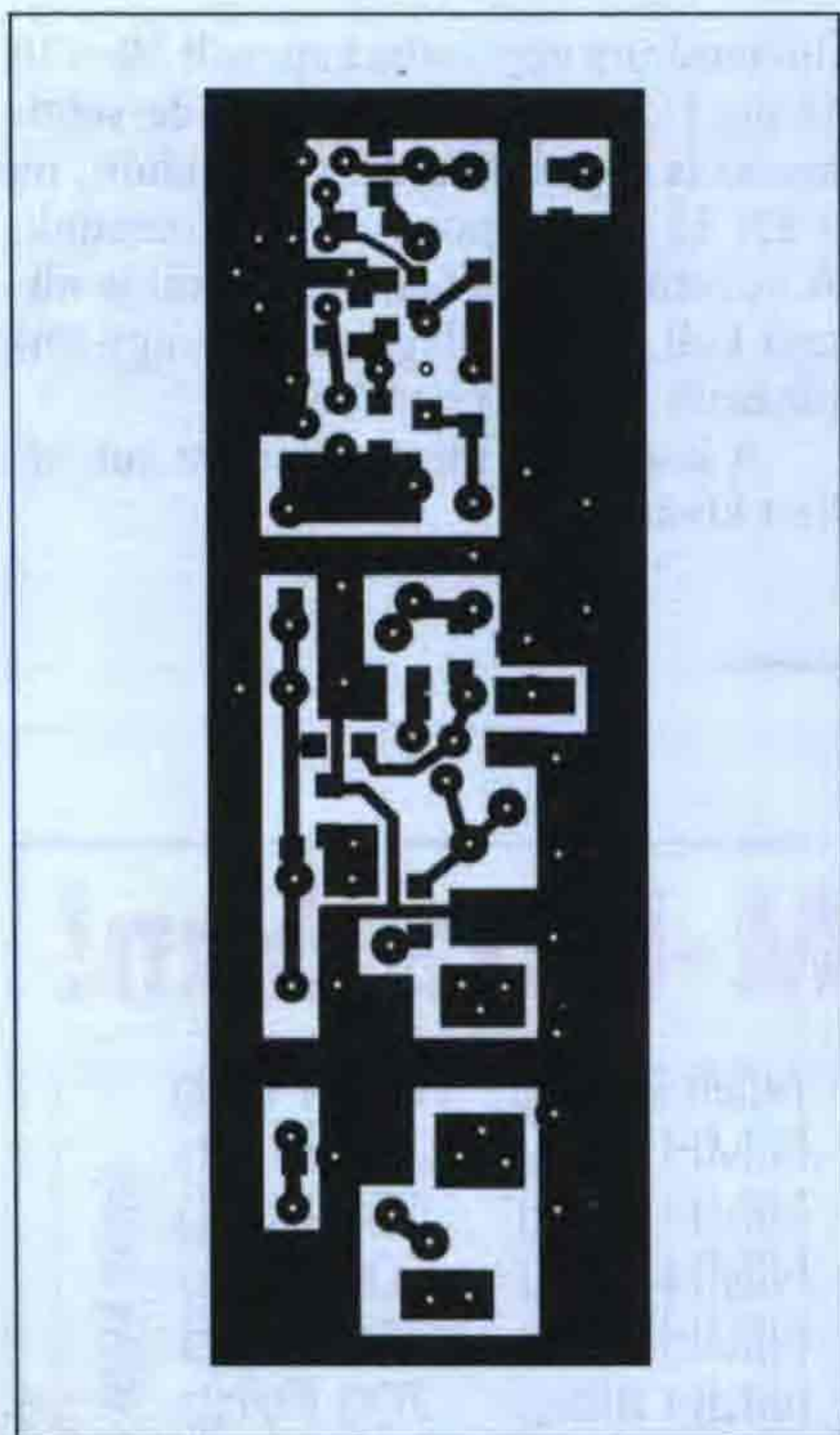
Az oszcillátor fokozat, a lokálág, a konverterek egyik, a minőséget jelentősen befolyásoló egysége. Fontos követelmény, hogy az oszcillátor frekvenciája a lehető legstabilabb, az előállított lokáljel zajszintje a lehető legalacso-

nyabb legyen. A fokozat kimeneti jel-szintje pedig feleljen meg a keverő igényének. Mint említettem, ez a keverő (TUF1-H) minimum 14 dB jelszintet kíván. Ez alatt nem működik, tehát az oszcillátor jelét legalább erre a szintre kell erősíteni.

A frekvencia-stabilitást manapság könnyű mérni, a lokálág zajával már nem olyan egyszerű a helyzet. Ennek mérése megfelelő műszer nélkül nem



10. ábra. A lokálág kapcsolási rajza



11. ábra. A lokálág nyomtatási rajza

lehetséges, és erre alkalmas műszer, sajnos, nemigen található az amatőr műhelyekben.

A konverterben többféle oszcillátort kipróbáltam. A 10. ábrán látható kapcsolással voltam a legelégedettebb. Az oszcillátor megépíthető a kereskedelemben és az amatőr berkekben is könnyen fellelhető 38,666 MHz-es kvarccal is, de ezt a szükséges 116 MHz-es végfrekvencia eléréséhez háromszorozni kell. Úgy mértem, hogy ez több zajt vitt be a vevőbe! A frekvenciaszorzás miatt jelen levő 154,664 MHz-es 4. harmonikust sem lehet már figyelmen kívül hagyni egy ekkora jelszint mellett. Ha ez is bejut a keverőbe, akkor ott olyan nemkívánatos keverési termékek is megjelennek, amelyek jelentősen befolyásolják a vétel minőségét. Az eddig megépített mindkét konverterben 116,000 MHz-es kvarcot alkalmaztam, amit nem kell többszörözni, s amelynek harmonikusai már olyan frekvenciatartományba esnek, amit az oszcillátor erősítő fokozatai nem engednek át.

Egy jFET-es oszcillátort használok, ami elég kis jelszinten is stabilan rezeg. Kicsi a zaja és a harmonikus tartalma. Az oszcillátor frekvenciája kis mértékben hangolható az L_2 vasmagjával, így a frekvencia pontosan beállítható 116,000 MHz-re. Ez a tekercs 7 menettel, 0,15 mm-es CuZ huzalból készül az

előerősítőben is használt SUMIDA 449G7 tekercstestre, az ott leírt módszerrel.

Az L_3 , L_7 , L_9 és az L_{10} 0,8 mm-es CuZ huzalból készül, 6 mm-es átmérővel. Az L_9 és az L_{10} leágazása 1,5 menetnél van, a tekercs hideg végétől.

A Tr_4 nyugalmi kollektoráramát 15–20 mA-re kell az R_6 értékének változtatásával beállítani úgy, hogy az oszcillátor még nem rezeg. A kapcsolás kb. 17 dBm jelet szolgáltat, ami azon a határon belül van, amit a Mini-Circuits megad a TUF1-H helyes működéséhez.

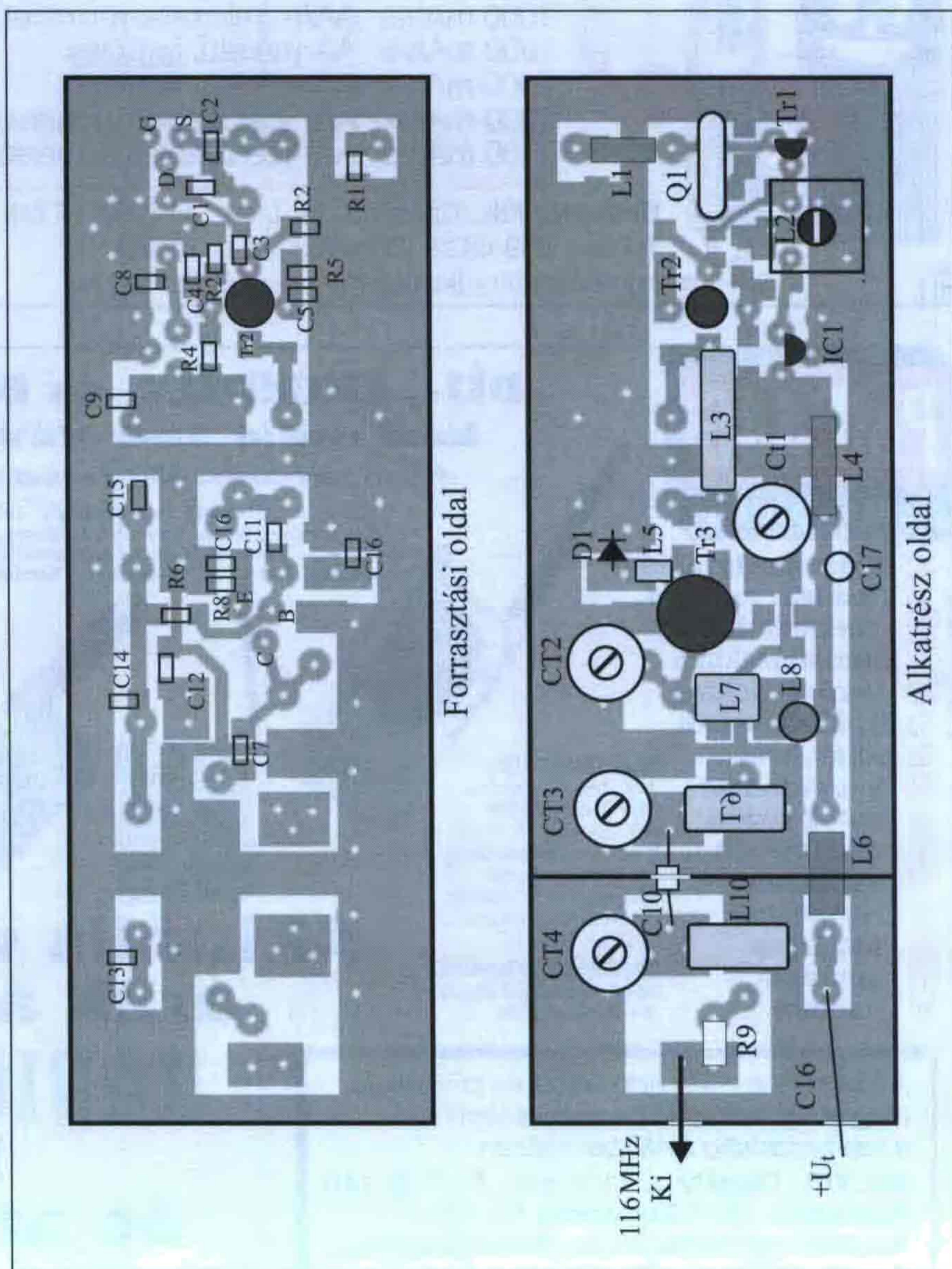
Az oszcillátoregység a 11. ábrán látható fóliázattal, szintén kétoldalas nyákra készült. Azt a többi modulnál leírt módon árnyékolni kell. A jel kicsatolása és a tápfeszültség csatlakoztatása

szintén az előzőekben leírt módon történik. A fokozat alkatrész-beültetési rajza a 12. ábrán látható.

Kivitelezés, felépítés

A konvertert egy nagyméretű 180×250 mm-es hűtőbordára szereltem, mert ez kéznél volt, de felépíthető ugyanilyen méretű 4–5 mm vastag alumíniumlemezre is. Erre a lemezre 50 mm magas dobozt hajlítunk, amit alulról egy lemezzel le kell zárni.

A csatlakozók ízlés szerint bármilyenek lehetnek. Én a kisszintű 28 MHz-es jelekhez BNC-t, az antennához jó minőségű, teflon szigetelésű Amphenolt (SO-239-es aljzatokat) használok. A PTT bemenet Tuchel, a



12. ábra. A lokálág alkatrész-beültetési rajza

kimenet RCA aljzat. A tápfeszhez bármit lehet használni, ami 4–5 A-es áramot huzamosan elvisel.

Hűtésről – elsősorban a végfokozat miatt – gondoskodni kell. A hűtés praktikus megoldható számítógép processzorok hűtőbordájával és ventilátorával. Az alumíniumlemez egyik oldalára szerelhetők a modulok, a másik ol-

dalra szerelhető a hűtőborda a ventilátorral. A modulok mindegyikét M3-as csavarral rögzítettem az alaplaphoz.

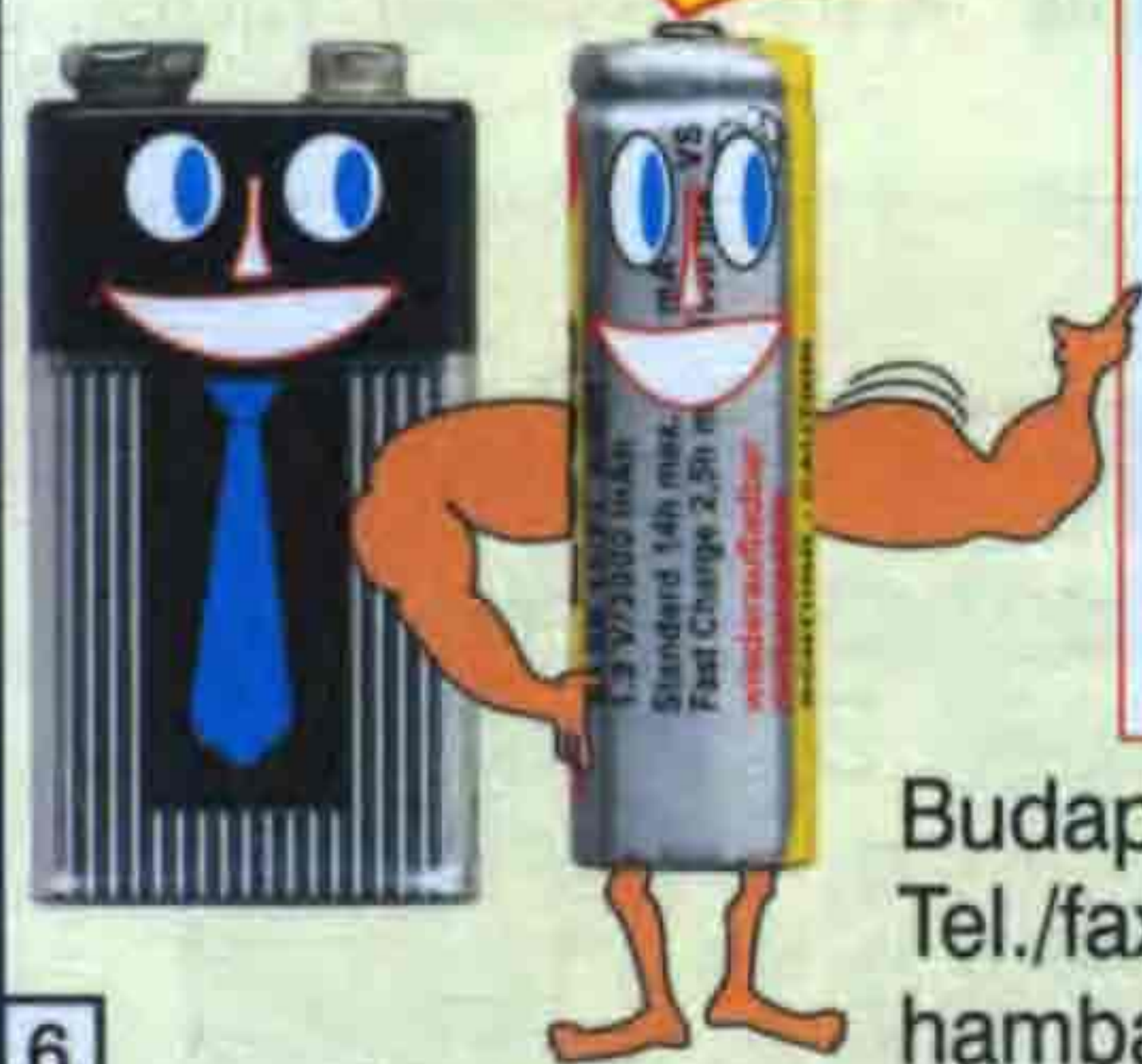
Ventilátor használata azért célszerű, mert ebben az esetben kisebb méretű hűtőborda is elegendő. Nem is szükséges teljes fordulatszámon használni a ventilátort, mert azok így általában eléggé zajosak. Csökkenthetjük a for-

dulatszámot egy sorba kapcsolt 70–120 Ω-os, 1–2 W-os ellenállással, de vételkor ki is kapcsolhatjuk a ventilátort, ha a TX 13,8 V-os pontra csatlakoztatjuk. A keverő Tr₂ és Tr₃ tranzisztorát is hűteni kell. Ehhez elegendő egy-egy hűtőszárló a tranzisztorokon.

A konverter megépítéséhez sok sikert kívánok!

Mi csak erősödünk,
az árunk meg gyengül!

Árröbbség 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
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

NiMH akku	1800 Ft/db
NiMH akku	350 Ft/db
NiMH akku	550 Ft/db
NiMH akku	600 Ft/db
NiMH akku	750 Ft/db
NiMH akku	700 Ft/db
NiMH akku	800 Ft/db

(áfas árak)

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

**NE SOKAT ELEMÉZZEN,
INKÁBB AKKUZSON!**

PMR446

a Megoldás

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

Közös jellemzők:

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

Rendelhető tartozékok:

tokok, fejbeszélő-készletek,
akkuk, akkutöltők



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

Nem tévedés: Megveszi és azonnal használhatja!

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

**Aktuális választék és
árak a legfrissebb**

RÁDIÓTECHNIKA

lapszámban

és az interneten:

www.radiovilag.hu

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

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

Nagyfrekvenciás mérőpanelek alkalmazása

Nagy Gyula villamosmérnök, HA8ET@pollak.sulinet.hu

Ebben a cikkben a 2007-es Évkönyvünkben bemutatott nagyfrekvenciás mérőpanelek [1] felhasználásához mutatunk be néhány egyszerű példát. Kitérünk a csipkondenzátorok nagyfrekvenciás szimulációjának problémáira, valamint röviden bemutatunk néhány ingyenesen letölthető szoftvert, amelyek megkönnyítik a nagyfrekvenciás technikával foglalkozók mindennapi munkáját. A cikk keretein belül nem térünk ki a spektrumanalizátorok működésére és alkalmazására, mert arról részletesen olvashattunk a Rádiótechnika korábbi számaiban [2].

Célkitűzések

Alapvető célkitűzésünk a passzív SM-alkatrészek és az ezekből felépített hálózatok legfontosabb paramétereinek, az S21 és az S11 jellemzők abszolút értékének mérése a HF-VHF-UHF frekvenciasávokban. Az S21 az átviteli tényező (esetünkben csillapítás) abszolút értéke, az S11 pedig a reflexiós csillapítás abszolút értéke, mindkettő dB-ben kifejezve. A mérések elvégzéséhez felhasználható bármilyen spektrumanalizátor, sweep generátor vagy hálózati analizátor. Szerepük csupán a rezonancia-frekvencia indikálása. Az S11 és S21 görbék jól mutatják az áramkör vagy az alkatrész rezonancia-frekvenciáját, amely segítséget nyújthat szűrők behangolásához, vagy a kapacitások illetve induktivitások értékének meghatározásához. Különösen hasznos lehet az ismertetett megoldás kis kapa-

citások és induktivitások pontos értékének megméréséhez.

Csipkondenzátorok helyettesítő képe

A kivezetés nélküli SM-kondenzátorokról első közelítésben az gondolhatjuk, hogy tisztán kapacitív jellegűek, mivel a jelentős induktivitásokat képviselő kivezetések hiányoznak az áramkörökből. Alacsony frekvencián ez így is van, de néhányszor 10 MHz felett (értéküktől függően) már jelentkezhetnek káros rezonanciák. A nagyfrekvenciás viselkedésük vizsgálatakor nem szabad elfeledkeznünk a tok méretéből adódó saját induktivitásukról. Két nagy kondenzátor-gyártó, az AVX és a TDK a mellékelt táblázatban látható saját induktivitás értékeket adja meg a különböző méretű NPO (COG) típusú kerámia kondenzátoraira [3, 4]. Az azonos méretű és hasonló technológiával gyártott kondenzátorok induktivitás adatai között egy kis különbség fedezhető fel, amelynek okát egyelőre rejtély fedli.

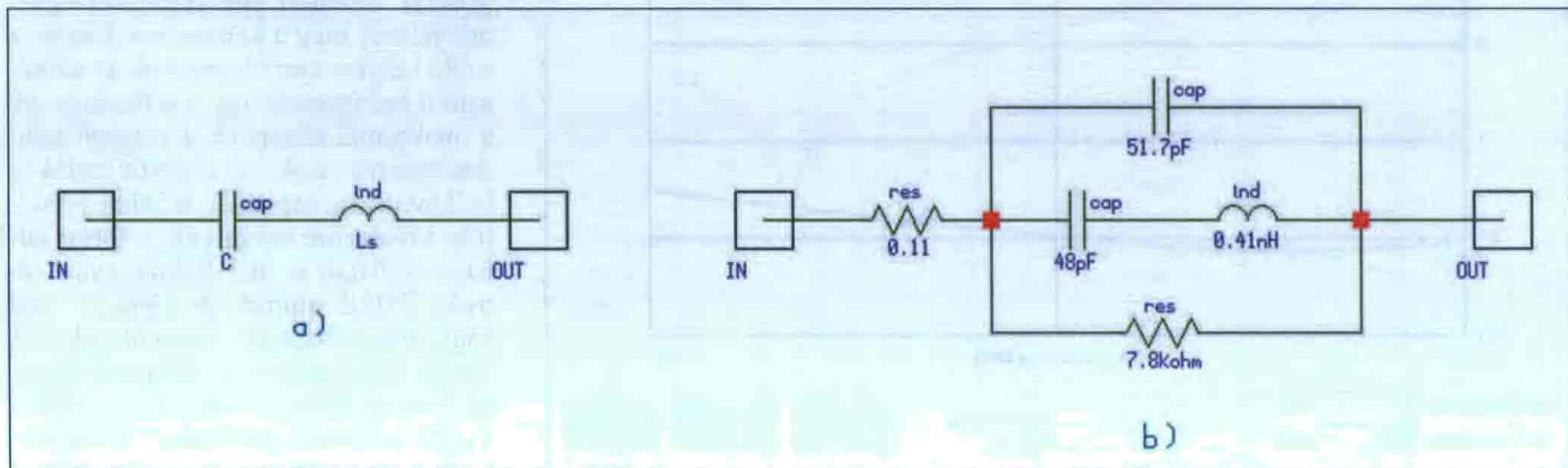
Méretkód	Soros induktivitás [nH]	
	TDK	AVX
0603	0,87	0,9
0805	1,05	1
1206	1,2	1,3
1210	0,98	1

Az 1. ábrán láthatjuk a csipkondenzátorok nagyfrekvenciás helyettesítő képét. Az a) ábra az egyszerűsített képet mutatja, amely csak az elsődleges rezonancia-frekvenciát szimulálja. A b) ábrán egy 100 pF-os, porcelán, mikrohullámú SM-kondenzátor SPICE helyettesítő képét láthatjuk. Ezek a kondenzátorok más technológiával készülnek, mint a hagyományos kondenzátorok és sokkal magasabb frekvenciákig használhatók, továbbá a veszteségi tényezőjük is sokkal kisebb. Ez a helyettesítő kép már alkalmas a soros és párhuzamos rezonanciák megjelenítésére a mikrohullámú tartományban is. A bemutatott SPICE modell csak a „levegőben szerelt” kondenzátor viselkedésének szimulálására alkalmas. További elemekkel kell kiegészíteni ahhoz, ha a panelra beforrasztott kondenzátort is szeretnénk megvizsgálni. A rezonanciák nem csak a panel jellemzőitől függenek, hanem attól is, hogy vertikálisan, vagy horizontálisan forrasztunk be egy mikrohullámú kondenzátort [5, 6].

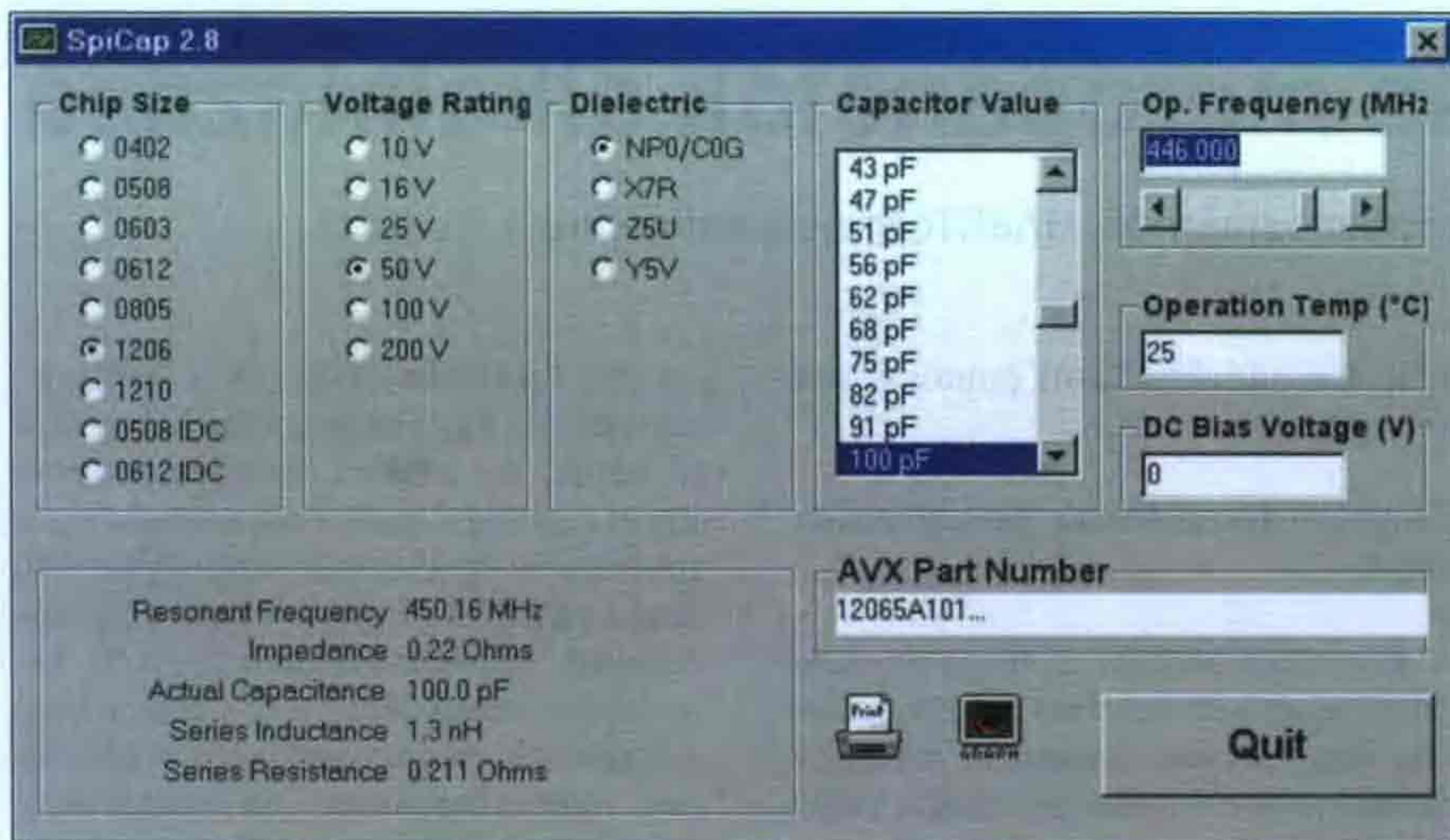
Természetesen ennyire aprólékosan nem kívánjuk vizsgálni az alkatrészt, mert a házilag elkészített mérőpanelek nem szolgáltathatnak ilyen pontosságot.

Kondenzátorok rezonancia-frekvenciájának meghatározása

Több SM-kondenzátort gyártó cég kidolgozott olyan egyszerű programot, amelyek segítségével meghatározható a kondenzátorok rezonancia-frekvenci-



1. ábra. SM-kondenzátorok nagyfrekvenciás helyettesítő képe. Egyszerűsített (a) és mikrohullámú SPICE modell (b)



2. ábra. A SpiCap V2.8 program beállító párbeszédablaka

ája és soros veszteségi ellenállása. Most az AVX cég SpiCap V2.8 programja segítségével bemutatjuk egy 1206 méretkódú, 100 pF-os kondenzátor rezonancia-görbéjének és soros veszteségi ellenállásának változását 10 MHz és 1000 MHz között. A 2. ábra párbeszédablakában beállítjuk a szükséges értékeket. A rezonanciafrekvenciát egyből leolvashatjuk az ablak alján. A 3. ábra a program grafikus ablakát mutatja. Ezen is jól látható, hogy 450 MHz körül van egy határozott saját rezonancia.

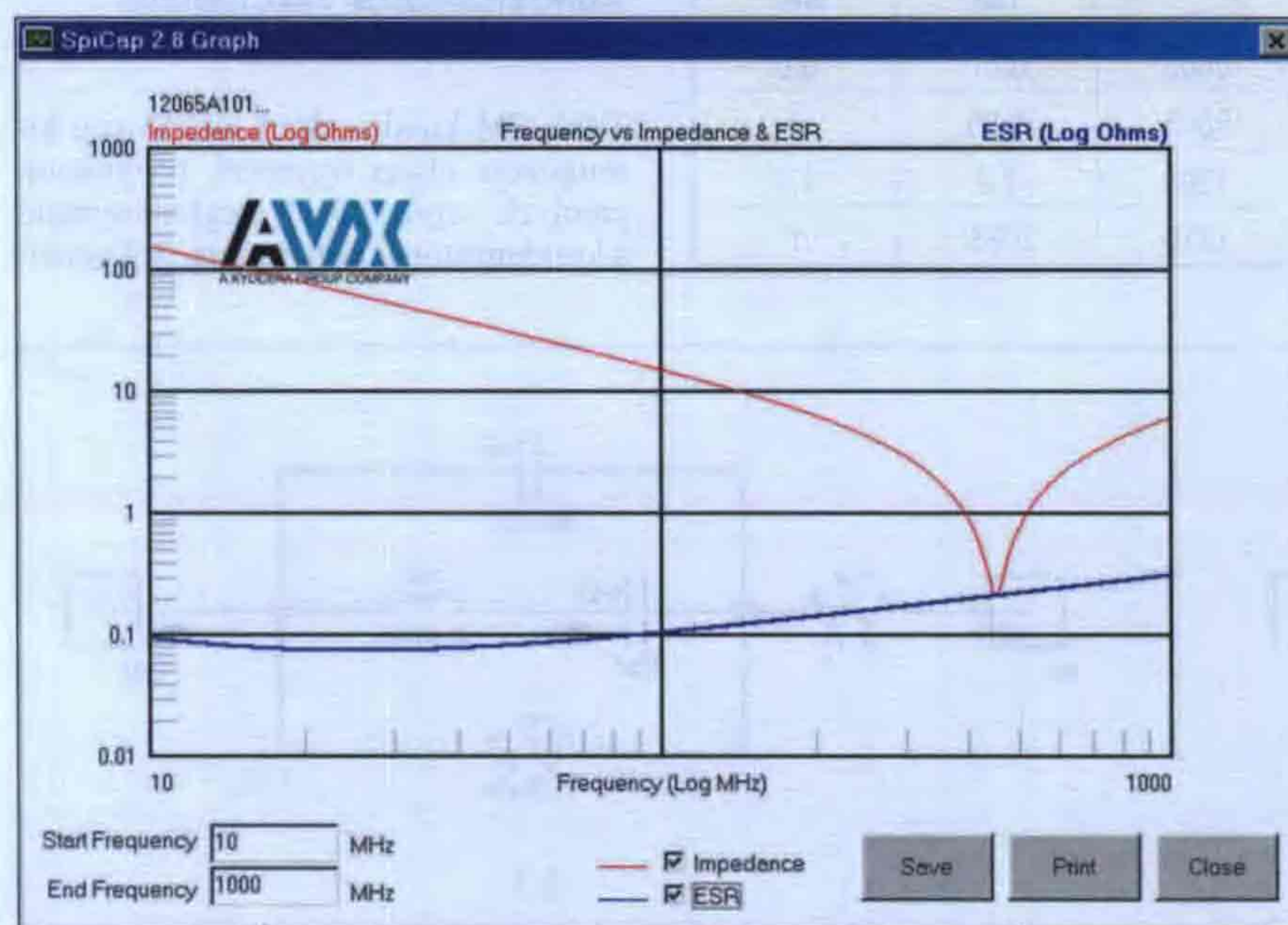
A Johanson Technology MLCSOFT V1.2 programja a mikrohullámú porce-

lán kondenzátorok jellemzőinek vizsgálatára alkalmas. A 4. ábra mutatja egy 0805 méretkódú, ugyancsak 100 pF-os, de mikrohullámú kondenzátor beállító ablakát. Ennek adatait bevittük egy nagyfrekvenciás áramkör-szimulátorba, amelynek jelleggörbéi az 5. ábrán láthatók. Érdekes összehasonlítani a szimulátor markereit az MLCSOFT program beállító ablakában megjelölt soros és párhuzamos rezonancia adatokkal (1,13 és 1,57 GHz). Látható, hogy mennyire egybe vágnak az értékek.

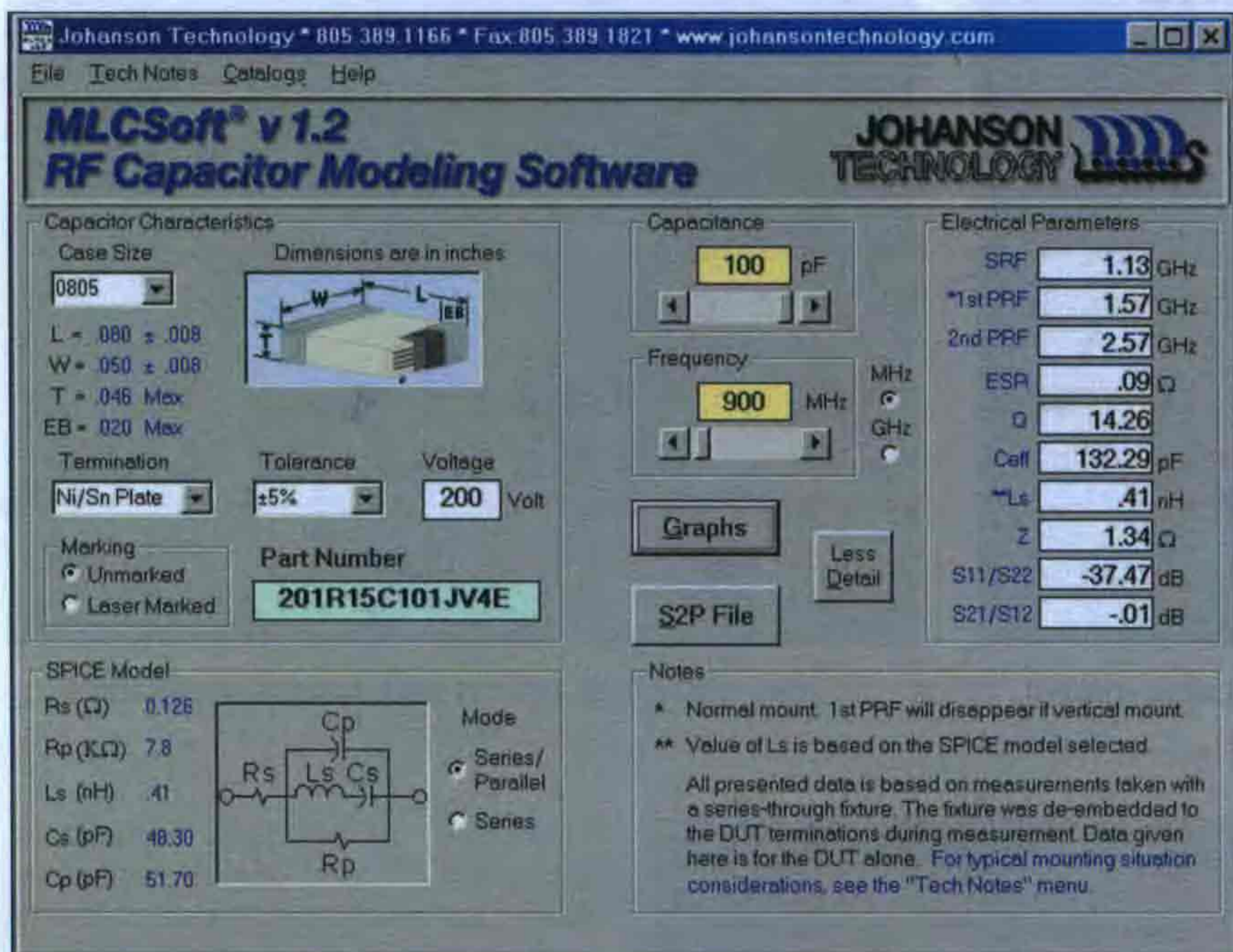
A közelítő és a viszonylag pontos nagyfrekvenciás számítógépes szimu-



lációk után vizsgáljuk meg ezt a kérdést a gyakorlatban is! Forrasszunk be a párhuzamos alkatrészek vizsgálatára alkalmas mérőpanel közepébe (az [1] irodalom 8. ábrája) egy 100 pF, 5%-os SM-kondenzátort. Ezután kössük össze a spektrumanalizátor bemenetét a tracking generátorának kimenetével a később használandó N-SMA mérővezetékekkel úgy, hogy közéjük SMA aljzat-aljzat toldót csatlakoztatunk. Kalibráljuk a spektrumanalizátort átviteli tényező (S21) mérésére (normalizáljuk a görbét). Ilyenkor egy vízszintes egyenes jelenik meg a képernyőn. Ezután a toldó helyére csatlakoztassuk az előkészített mérőpanelt. Így a referencia sík a mérőpanel közepére, a vizsgált kondenzátorhoz esik, és a mérővezetékek beiktatási csillapítását is kiküszöböltük. Méréseink során egy, a fotón látható, ROHDE & SCHWARZ gyártmányú, FSH-6 típusú, 6 GHz-es kézi spektrumanalizátort használtunk. A mérési diagramot a 6. ábra tartalmazza. Vessük össze a mért jelleggörbét a 3. ábra szimulált görbéjével. A két görbe menete kísértetiesen megegyezik. A 450 MHz körüli rezonancia-frekvencia



3. ábra. 1206 méretkódú 100 pF rezonanciagörbéje SpiCap V2.8 programban

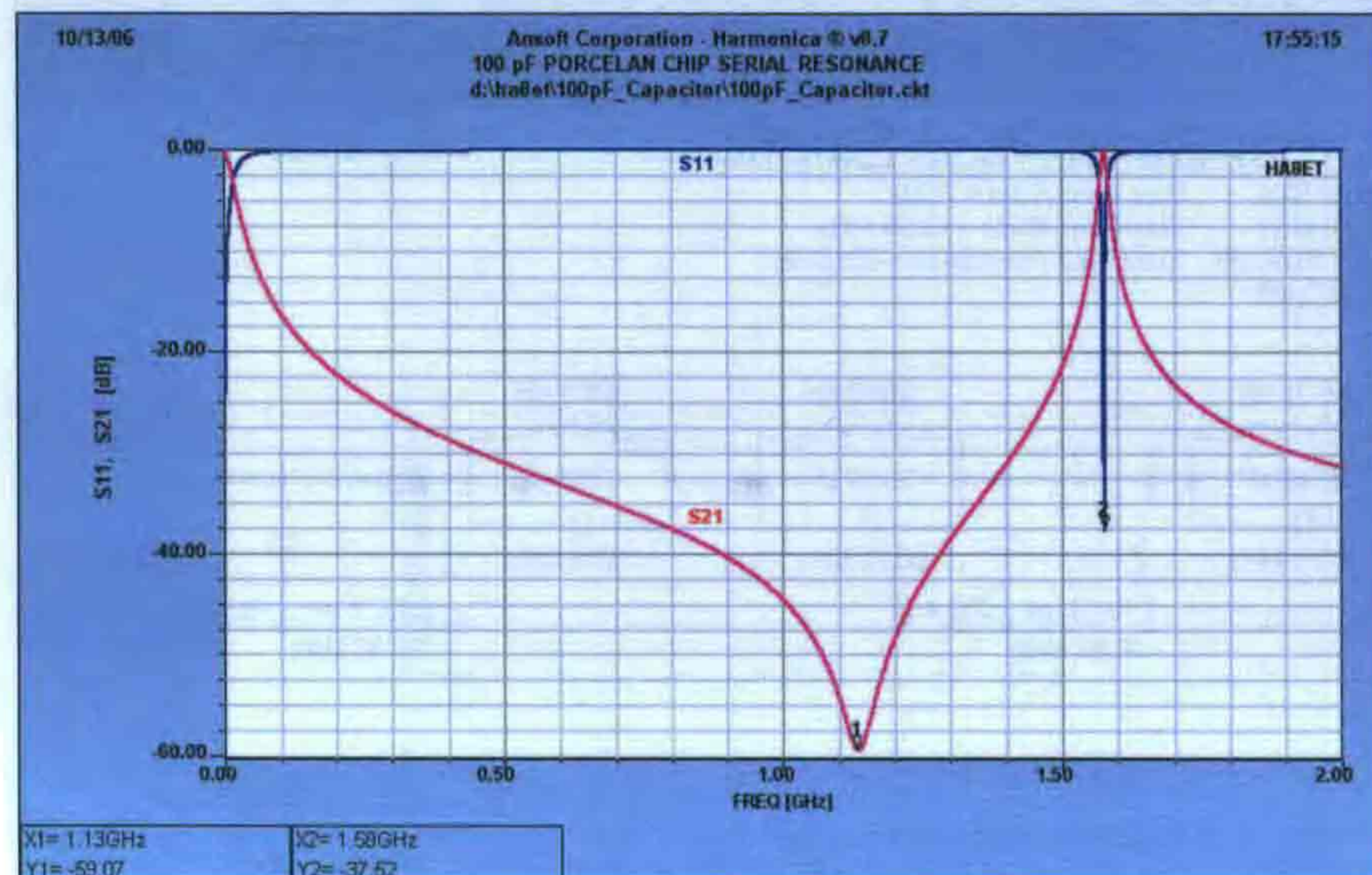


4. ábra. MLCSoft V1.2 program beállító ablaka (0805, 100 pF)

értéke a kondenzátorok szórása miatt néhány százalékot változhat, de ez a gyakorlat számára elhanyagolható. A jelleggörbéből azt a fontos következtetést vonhatjuk le, hogy csatolásmentesítési (hidegítési) célra a 430–450 MHz frekvenciatartományban a legmegfelelőbb egy 100 pF-os, 1206 méretkódú SM-kondenzátor. Magasabb frekvencián alacsonyabb, míg alacsonyabb frekvencián nagyobb kapacitásértékkel érhetjük el a megfelelő eredményt.

Kis induktivitások mérése

A magasabb rádiófrekvenciás tartományban használatos néhány mikrohenry és nanohenry nagyságrendű induktivitások mérése a legtöbb induktivitásmérővel megoldhatatlan feladatnak számít. Tovább nehezíti a problémát, ha SM-induktivitást kell megmérnünk. Erre a célra mérőpaneljeink kiválóan alkalmasak. Forrasszunk be a soros áramkörök mérésére alkalmas mé-



5. ábra. A 4. ábra helyettesítő képének szimulációja

rőpanelbe (az [1] irodalom 9. ábrája) egy 100 pF-os, 5% tűrésű SM-kondenzátort. Kössük vele párhuzamosan az ismeretlen SM-induktivitást. Legegyszerűbb, ha egymás tetejére forrasztjuk a két alkatrészt, kevés forrasztóónnal. Így egy párhuzamos rezgőkört kapunk, amely sorosan van kapcsolva az 50 Ω-os mérővonallal.

A korábban is használt, N-SMA csatlakozós mérővezetékeken keresztül a fentebb már leírt módon, egy SMA aljzat-aljzat toldó közbeiktatásával kalibráljuk a spektrumanalizátort. Ezután csatlakoztassuk az előkészített mérőpanelre a toldó helyére.

A 7. ábrán egy FSH-6 típusú spektrumanalizátor ernyőképen figyelhetjük meg a mért rezgőkörünk rezonancia görbét. Ezt markereztük és egyből megkaptuk a párhuzamos rezgőkör rezonancia-frekvenciáját. Ebből a közismert Thomson-képlet segítségével egyszerűen meghatározható az induktivitás értéke.

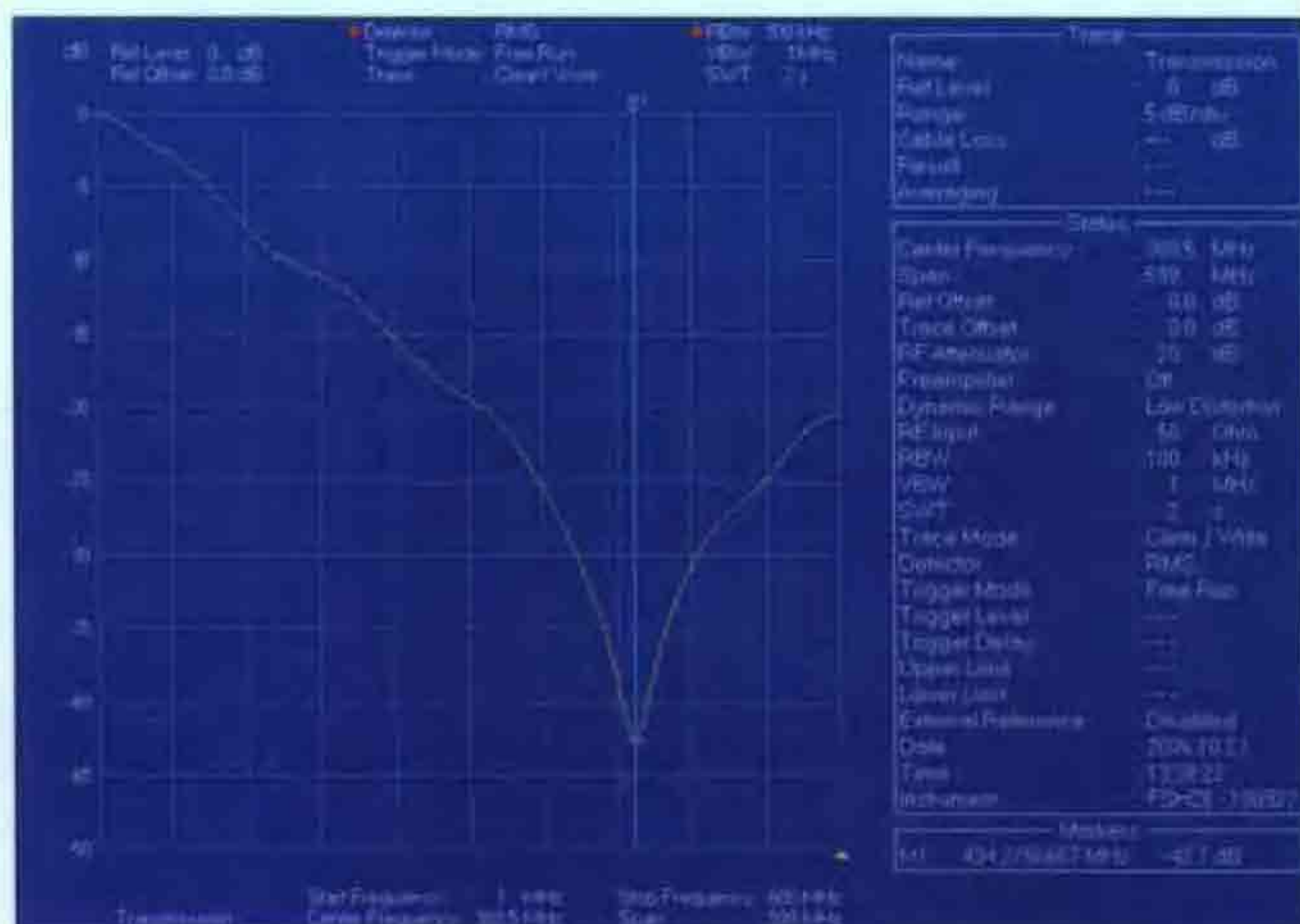
Ennél azonban választhatunk elegánsabb megoldást is. Hívjuk segítségül az internetről ingyenesen letölthető RFSim99 programot [7], amelyet a HyDesign Ltd. fejlesztett ki non-profit felhasználásra, aktív és passzív alkatrészek lineáris szimulációjához. Válasszuk a TOOLS menüből a CALCULATOR menüpontot.

A 8. ábrának megfelelően töltsük ki azt. Az analizátor képernyőjéről leolvasott 50,17 MHz-es értékhez, és az általunk választott 100 pF-hoz 100,635 nH önindukciós tényező tartozik. A vizsgált induktivitás névleges értéke tehát 100 nH, figyelembe véve az alkatrészek tűrését.

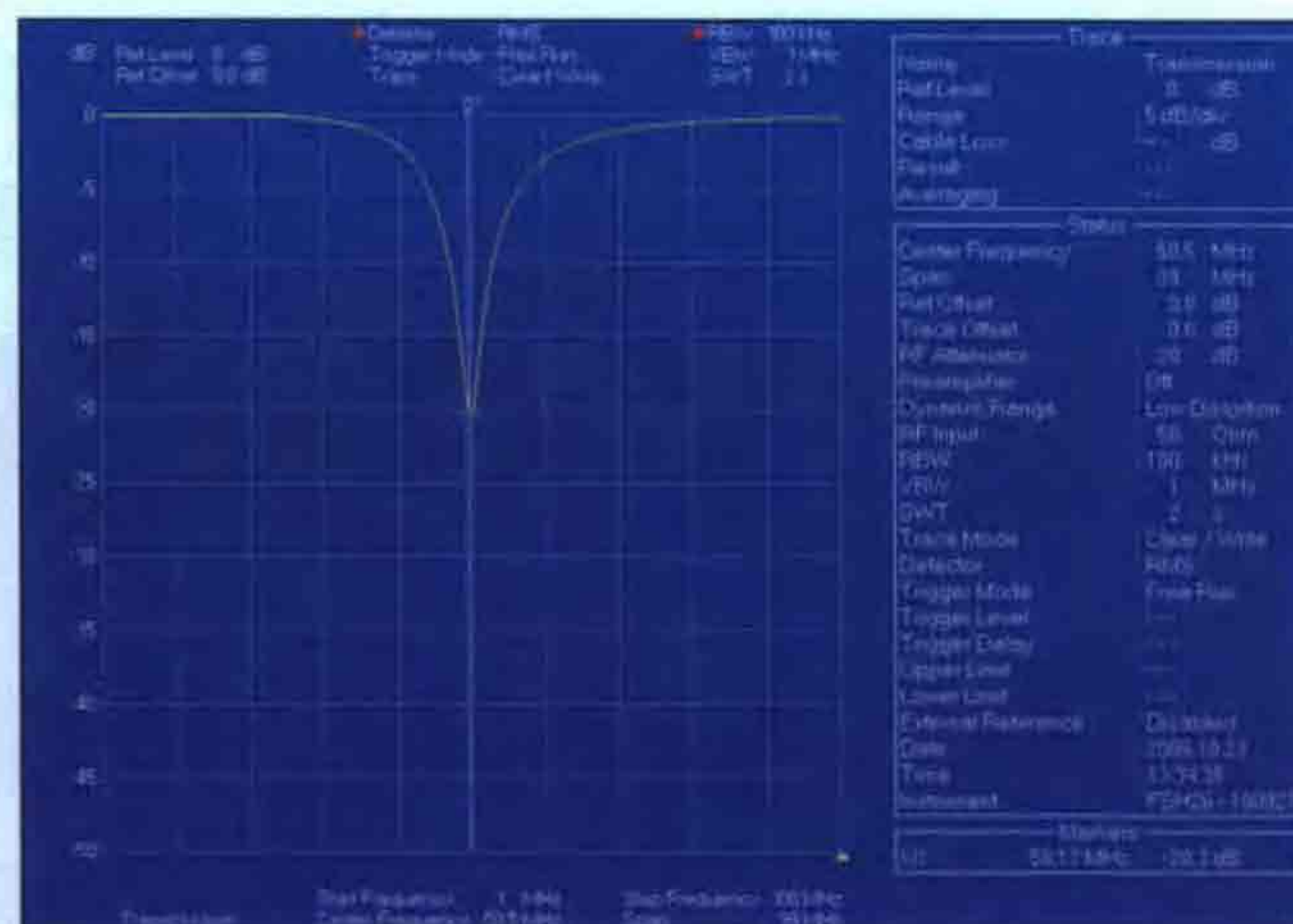
Kis kapacitások mérése

A legtöbb közepes árfekvésű digitális multiméter rendelkezik ugyan kapacitásmérési funkcióval, de néhány száz pikofarád alatt ezek többnyire használhatatlanok. A legkisebb méréshatárunk általában 2 nF. Elvileg, így akár 10 pF-ot is meg lehetne mérni, de a mérőrendszer önkapacitása és a mérővezetékek kapacitása is ebbe a nagyságrendbe esik.

Kis kapacitások mérésénél, hasonlóan az induktivitások méréséhez, ugyancsak a rezonancia-frekvencia meghatározásából indulunk ki. Választani kell egy ismert induktivitást, amelyet rezonanciába hozunk az ismeretlen kapacitással. Ennek kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy alacsony legyen az



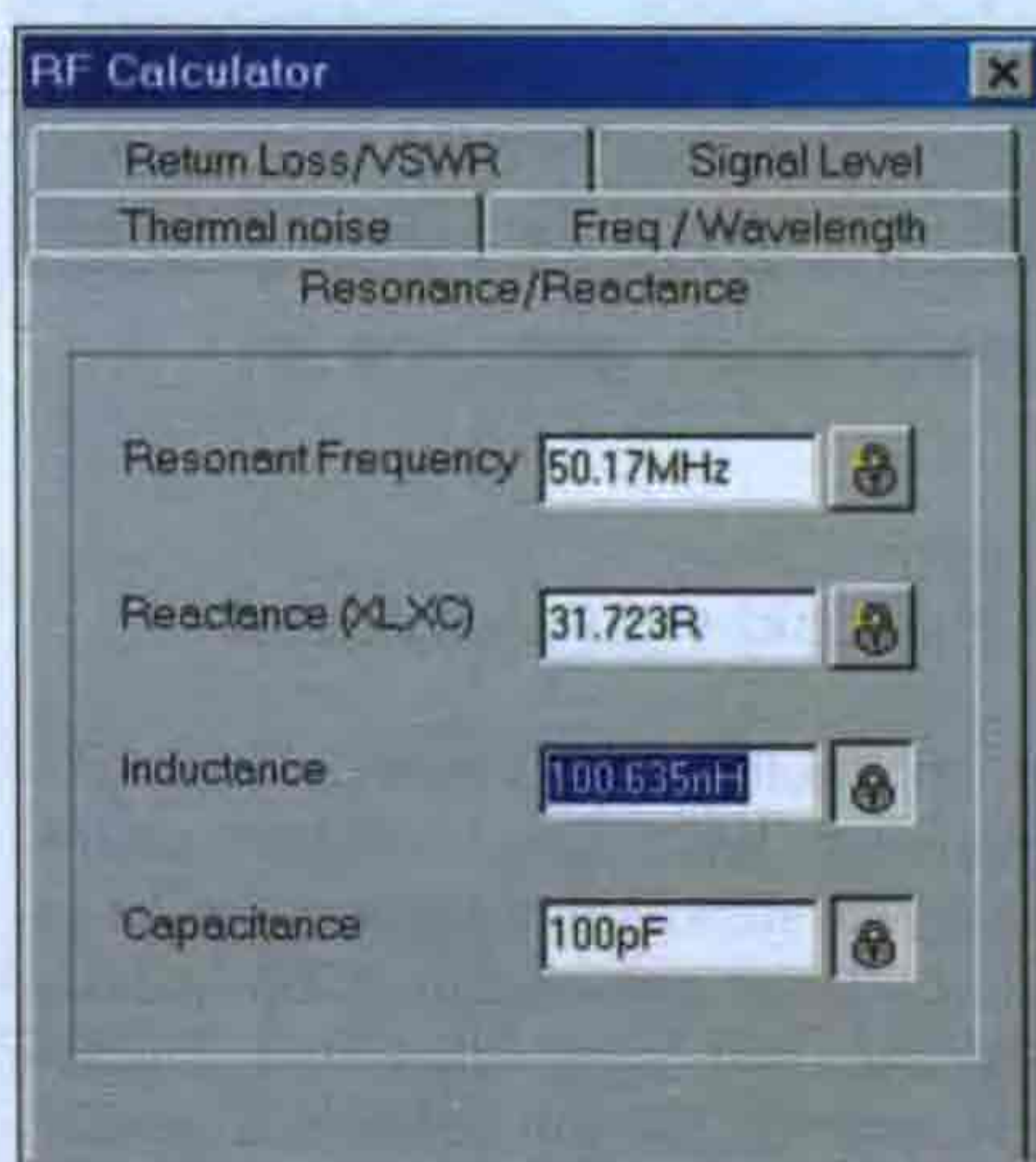
6. ábra. 100 pF-os 1206-os SM-kondenzátor mérési görbéje



7. ábra. 100 pF és 100 nH párhuzamos rezonancia görbéje

önkapacitása. Semmi esetre se legyen több rétegű tekercselése, mert azok önkapacitása nagyobb. Érdekes előjáróban magának az ismert induktitásnak a saját rezonanciáját megmérni a mérőpanel segítségével.

Annál pontosabb lesz a kapacitásmérés, minél magasabb saját rezonanciájú induktivitást választunk a lehetőségeink közül. RH és URH tartományban használatos kapacitások méréséhez kiválóan megfelel az előző mintapéldában meghatározott 100 nH-is induktivitas. Nem kell mást tennünk, mint az ismeretlen kapacitással párhuzamosan kötni az ismert induktivitást, és meg kell keresni a rezonancia-frekvenciát. Az RFSim99 program segítségével pedig egy gombnyomásra megkapjuk az



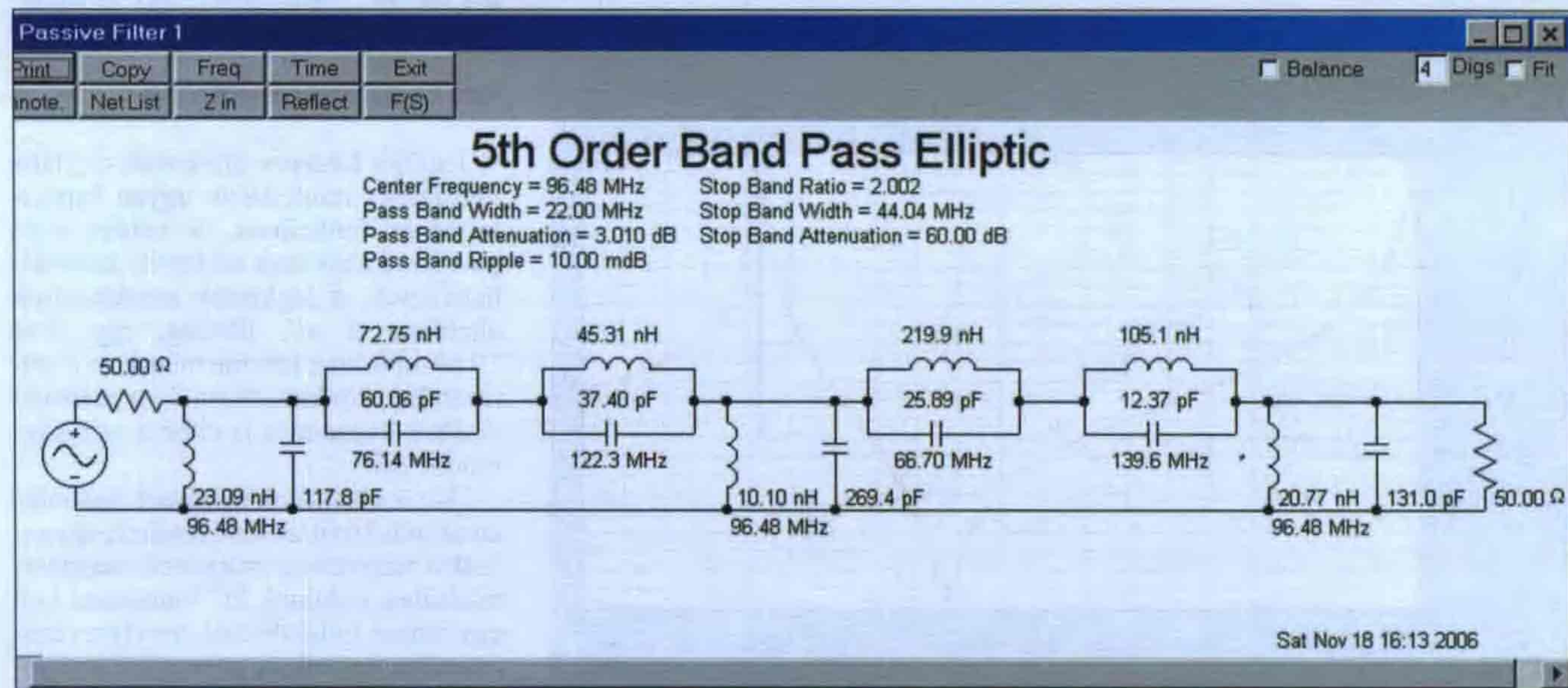
8. ábra. Az RFSim99 program RF kalkulátora

eredményt. 10 pF alatti kapacitások mérésénél célszerű kisebb ismert induktivitást választani (pl. 10 nH). Itt azonban már észrevehető pontatlanságot jelent az SM-kondenzátorok fizikai méretéből adódó szórt induktivitas (lásd a táblázatot).

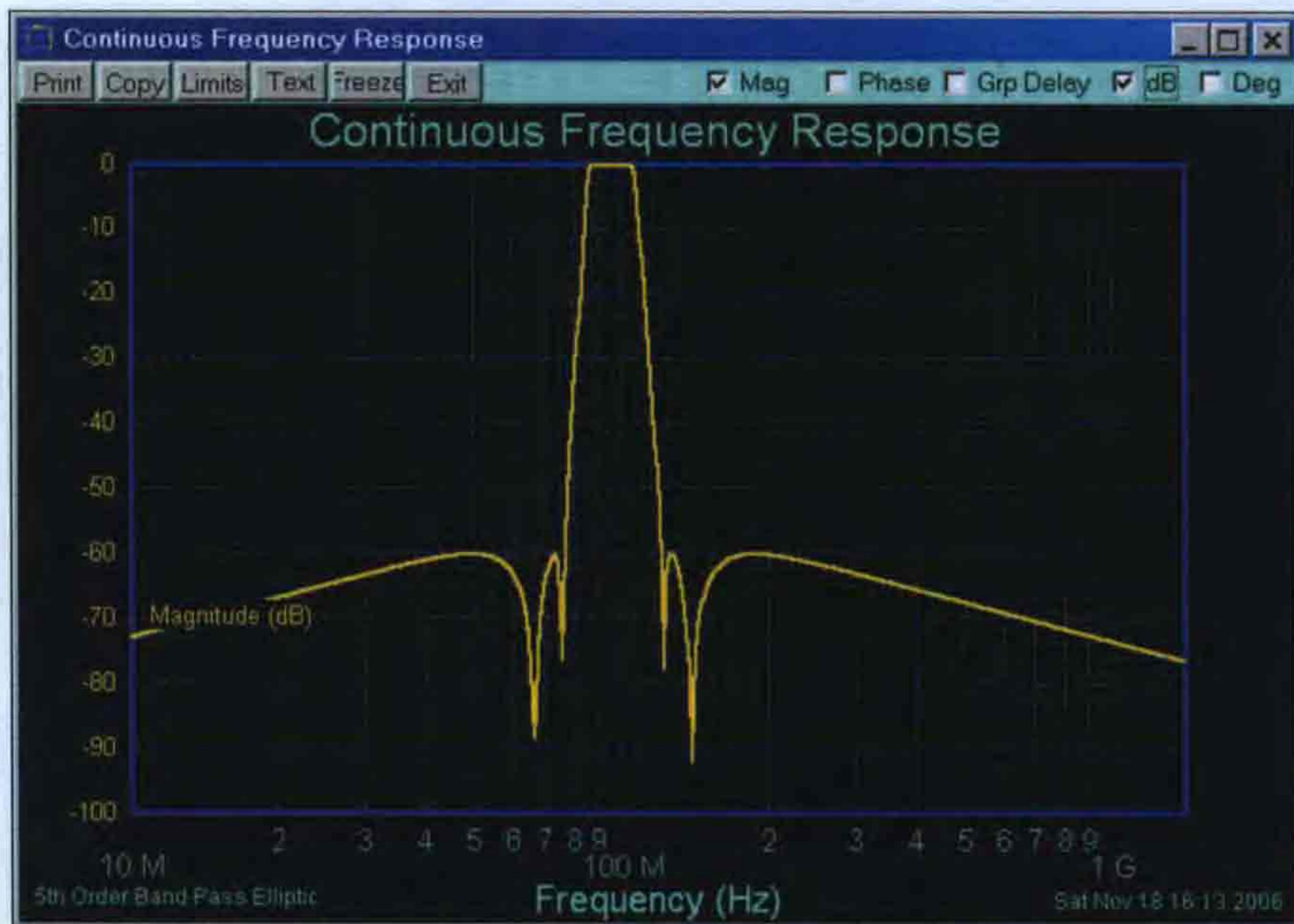
Szűrők behangolása

Az interneten fellelhető számtalan program segítségével könnyedén tervezhetünk szebbnél szebb jelleggörbével rendelkező szűrőket, azonban beállításuk már nem ilyen egyszerű feladat.

Tekintsük például a 9. ábrán látható ötödfokú elliptikus sávszűrőt. Átviteli sávja 86–107 MHz-ig terjed, ezen belül ingadozása kisebb, mint 0,01 dB.



9. ábra. Ötödfokú elliptikus szűrő kapcsolási rajza



10. ábra. Az elliptikus szűrő átviteli függvénye

A zárócsillapítása mindenütt jobb, mint 60 dB. Reflexiós csillapítása az átviteli sávban jobb, mint 26 dB. Átviteli függvénye a 10. ábrán látható. A valóságos alkatrészekből felépített szűrővel természetesen ilyen ideális átviteli jelleggörbét nem lehet elérni, csak megközelíthetjük azt, a felhasznált alkatrészek minőségétől függően.

Hogyan is lássunk neki egy ilyen bonyolult szűrő felépítésének, illetve behangolásának? Először is el kell döntenünk, milyen alkatrészekből kívánjuk a szűrőt felépíteni.

A hangoló kapacitásoknak legmegfelelőbbek a szabványos értékekből összerakott, bemért SM-kondenzátorok. A 100 pF alatti értékeket a fentebb leírt módon, megfelelő pontossággal megmérhetjük a mérőpanelok segítségével.

Az induktivitásokat legegyszerűbben a HAM-bazárban is kapható, hangolható Neosid tekercsekkel realizálhatjuk. Első lépésként a három keresztági párhuzamos rezgőkört kell 96,48 MHz-re behangolni a mérőpanel segítségével. Utána sorban be kell állí-

tani a hosszanti ági párhuzamos rezgőköröket, a megadott frekvenciáknak megfelelően.

Az adott kapcsolású elliptikus szűrőnél az átviteli függvény beállítása szempontjából elsődleges feladat a megadott pólus frekvenciákra hangolni a párhuzamos rezgőköröket. A kondenzátorok szórását ellensúlyozhatjuk a hangolható induktivitásokkal.

A megadott frekvenciára hangolt párhuzamos rezgőkörök L-C viszonyának kismértékű változása az átviteli karakterisztikát gyakorlatilag nem befolyásolja. Kismértékben módosítja ugyan a reflexiós csillapítást, de az a tervezés során beállított kis ingadozás miatt olyan kedvező, hogy ennek káros hatásaitól eltekinthetünk.

A mérőpanelon beállított rezgőköröket helyükre forrasztva, a szűrő mért jelleggörbéje jól megközelíti a szűrőtervező által kiadott diagramot. Eltérés csupán a veszteséges elemek használata miatt a beiktatási csillapítás értékében mutatkozhat.

Közvetett úton ezeket a jellemzőket is megmérhetjük a mérőpanelok segítségével.

A jósági tényező meghatározása

A 7. ábra jelleggörbéjén, a rezonancia-frekvencián az S21 paraméter leszívásának mértéke szoros összefüggésben áll a felhasznált elemek jósági tényezőjével. A gyakorlatban az SM-induktivitások jósági tényezője a kis méreteik miatt sokkal kisebb, mint az SM-kondenzátoroké. Amennyiben pontos mérést akarunk végezni, akkor a mérendő párhuzamos rezgőkör kapacitásának ATC-100, vagy más hasonló jó minőségű kondenzátort kell használnunk. Ezeknek a mikrohullámú kondenzátoroknak 100 MHz-en a jósági tényezője elérheti az 1000-et is. Ehhez képest az induktivitás Q-ja legalább egy nagyságrenddel kisebb, tehát az eredő jósági tényezőt ez utóbbi határozza meg döntően. Nem kell mást tennünk, mint valamelyik nagyfrekvenciás szimulátorba bevinni a rezgőkört és az induktivitás jósági tényezőjét addig változtatni, amíg az S21 görbe el nem éri a rezonancia frekvencián a mintapéldán bemutatott -20,3 dB-es leszívási értéket. Esetünkben az induktivitás jósági tényezője: $Q = 32$.

E néhány alkalmazási példát gondolatébresztőnek szántuk a nagyfrekvenciás mérés technika iránt érdeklődő olvasóinknak. A mérőpanelok alkalmazására számtalan egyéb lehetőség is kínálkozik a gyakorlati életben. Pontos kivitelezés esetén lehetőség nyílik a gigahertzes frekvenciatartományban történő alkalmazásra is.

Felhasznált irodalom:

1. Nagy Gyula, H8ET: Nagyfrekvenciás mérőpanelok, Rádiótechnika évkönyve 2007, 189-192. oldal
2. Nagymáté Csaba, Viletel István: Spektrumanalizátorok - spektrumanalízis. Rádiótechnika 2006/9-12., 2007/1.
3. www.avxcorp.com
4. www.component.tdk.com
5. Johanson Technology: SRF & PRF and their relation to RF capacitor application. Jan 17, 1999.
6. Johanson Technology: Simulating the effect of mounting on SRF and S-parameters for high frequency multy-layer ceramic capacitors. May 9, 2000.
7. www.101science.com/rfdesign.htm

INCOMP Electronics Elektronikai alkatrész kis- és nagykereskedelem

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

Fax: 27/341-601 E-mail: incomp@dunaweb.hu
Postai utánvételes csomagküldés

Raktárról kínálunk többezerféle elektronikai alkatrészt.

IC-k, ellenállások, kondenzátorok, diódák, tranzistorok, LED-ek, kvarcok stb. nagy választékban, SMD kivitelen is.
Internet címünkről www.incomp.hu online keresési és rendelési lehetőség!

Katonai rádiók amatőrökben 7.

Az R-326 vevőkészülék

Mednyánszky László HA7VC

Sorozatunk ezen részében az R-326 rádió-vevőkészüléket mutatom be. Ez a berendezés szélesebb körben terjedt el a rádióamatőrök között, mint a hasonló korú társai. Köszönhető ez a viszonylag kis méretének, tömegének, egyszerű kezelhetőségének és a korának megfelelő, elfogadható villamos paramétereinek. Ezt a típust nagyobb teljesítményű vevőkészülékek mellett, úgynevezett segédvevőként alkalmazták. Hasonló célokra tudom elképzelni a rádióamatőr felhasználását is. A fent említett jellemzők ma már nem felelnek meg a korszerű vevőkészülékekkel szemben támasztott követelményeknek, azonban jó szolgálatot tehet, mint a terjedés figyelésére alkalmas eszköz. Mint ilyen, akár folyamatosan bekapcsolva is maradhat.

Figyelem! A készülék kapcsolási rajza, a 2. ábra, nagy terjedelme miatt e helyt, nyomtatásban nem közölhető. A www.radiovilag.hu honlapunkról, ezen évkönyvünk tartalomjegyzékénél, több rajzrészletben **letölthető**. Ezeket kinyomtatva és összeillesztve juthatunk az eredeti, teljes kapcsolási rajzhoz. – A szerk.

Az R-326 vevőkészülék öntött alumínium dobozban elhelyezett vevőegységből és külön dobozba épített – VSZ-2,5 típusú – stabilizált tápegységből áll. A járműben történő telepítéshez szükséges oldható, rugalmas felfüggesztő keretet nyugodtan eltávolíthatjuk, helyére rugalmas készüléklábakat szerelhetünk. Egyes készülékek eleve gumilábakon állnak.

A készülék elő- és hátlapját lenyitható öntött alumínium fedél védi. Az előlap akár el is távolítható. Akkumulátoros tápegység zárja hátulról a készülék dobozát.



A készülék háza tetején bőrfogantyú könnyíti meg a szállítást. Szintén felül találjuk az osztorantenna rögzítő szerelvényét, valamint a hordszija rögzítésére szolgáló fület. A doboz alján levő kinyitható lábbal a vevő ferde, kényelmesebben kezelhető helyzetbe állítható.

Az előlap könnyen oldhatóan van a készülék házra szerelve. Itt található, a különböző kapcsolókkal és hangoló elemekkel együtt, a forgódob-rendszerű durva tájékozódó és az optikai vetítésű finom skála.

A készülék az előlap alsó és felső peremén kiképzett fületen elhelyezett 4 db csavar oldásával dobozolható ki. Ezek úgynevezett „elveszítetetlen” csavarok, szétszereléskor nyugodtan a teljes meglazulásig kicsavarhatók, nem fognak kiesni. A komplett vevőegység kihúzható a dobozból. Az előlap szélein és a doboz hátoldalán levő nyílások-

nál gumitömítés védi a berendezés belső részét a portól, a csepegő víztől és csökkenti a párábehatolást. A keretben elhelyezett szerelési egységek szintén alumínium öntvényből készültek. Az egyes fokozatok az öntvényekből képzett bordákkal vannak egymástól elválasztva.

A készülék háza hátuljára 4 db csavarral rögzítették az akkumulátoros tápegységet, amely a 2 db KN-14 típusú lúgos akkumulátor befogadására kiképzett műanyag doboz. Ha akkumulátorról kívánjuk üzemeltetni a vevőt, akkor a készülék háza hátulról nézett bal oldalán, hátul levő AKK.-KI-EGYENIR. feliratú kapcsolót AKK. helyzetbe kapcsoljuk. Ezzel a vevőt bekapcsoljuk.

A vevőkészülékhez eredetileg tartozik egy VSZ-2,5 típusú stabilizált tápegység is, amelyet a vevő jobb oldalán, hátul levő csatlakozó aljzatba kell dugaszolni. A biztosítékház megfelelő pozíciójában kiválaszthatjuk, hogy 127 V-os vagy 220 V-os (230 V-os) hálózathoz kívánunk-e csatlakozni. A vevő és a tápegység földelő csatlakozóit feltétlen kössük össze, lehetőleg rövid, vastag vezetékkel és a készülékeket földeljük le. **Figyelem!** A tápegység hűtőbordája szigetelten van szerelve, semmiképpen se földeljük le, mert rövidre zárjuk a tápegységet, amely nem rendelkezik védelemmel! A már említett bal oldali hátsó kapcsolót ebben az esetben EGYENIR. helyzetbe kell kapcsolni. A vevőkészüléket a tápegység előlapján levő KI-BE kapcsolóval lehet üzembe helyezni. Ha megfelelően összekábelezünk mindent, megbízható földelést is alkalmaztunk, akkor áram alá helyezhetjük a vevőt a tápegység bekapcsolásával.

Csatlakoztassuk a fejhallgatót az előlap alsó részén levő T jelzésű aljzat-

1. táblázat. Az R-326 vevőkészülék technikai adatai

Kis- és nagyfrekvenciás jellemzők		
Üzemi frekvencia	1,0...20,0 MHz	
Vételi frekvenciakörzetek	I.	1,0...1,92 MHz
	II.	1,92...2,8 MHz
	III.	2,8...4,315 MHz
	IV.	4,315...8,725 MHz
	V.	8,725...12,0 MHz
	VI.	12,0...20,0 MHz
Modulációs módok	A1A, A2A, A3E, J3E, A3C, F1A, F7A, F3C, B3E, (B9W)	
Érzékenység 10:1 jel-zaj viszony mellett	< 2,0 μ V (A1A)	
	< 4,0 μ V (A3E)	
Középfrekvenciás sáv szélesség		
Folyamatosan szabályozható	6 dB/40 dB/60 dB	300 Hz...6 kHz/7 kHz/20 kHz
Tükörselektivitás	< 60 dB	
Középfrekvenciás csillapítás a vevőbemeneten	< 80 dB	
Hálózati adatok		
Hálózati feszültség	127 V, 220 V, 45...60 Hz	
Teljesítményfelvétel	max. 25 VA	
Egyéb adatok		
Környezeti hőmérséklet határok	-50...+50 °C	
Relatív páratartalom	max. 98%	
Méretek, tömeg		
	R-326	csomagoló ládával
Szélesség	225 mm	680 mm
Magasság	270 mm	460 mm
Mélység	370 mm	400 mm
Tömeg	14,7 kg	45 kg
Elektroncsövek és félvezetők		
Típus (mennyiség)	Vevő: 1ZS29B (5 db), 1ZS24B (13 db), 1ZS37B (1 db), P4VE (2 db), D2G (2 db), D226 (4 db), D103 (1 db) Tápegység: P210 (1 db), MP15 (3 db), D303 (2 db), D226 (1 db), D808 (1 db), D7G (1 db)	

ba. A bekapcsolás pillanatában ki kell gyulladnia a fotóskála világításának és zajt kell hallanunk a fejhallgatóban. Ha nem világítana a skála, ellenőrizzük a finomhangoló világításkapcsoló helyzetét. Ez az előlap bal szélén az anten-

nacsatlakozó aljzat felett van. Célszerű ellenőrizni a hátlapon az akkumulátorok feletti kapcsolóval mindkét skálaizozó működőképességét.

A fotóskálától jobbra és balra csavarhúzó állítású elemeket találunk. A

2. táblázat. A középfrekvenciák kialakítása

Körzet	Vételi frekvenciatartomány [MHz]	I. helyi oszcillátor frekvenciaátfogása [MHz]	I. KF [kHz]	II. helyi oszcillátor frekvenciája [kHz]	II. KF [kHz]
I.	1,0...1,92	1,46...2,38	460	245	215
II.	1,92...2,80	1,46...2,34	460	245	215
III.	2,80...4,315	3,26...4,775	460	245	215
IV.	4,315...8,725	6,515...10,925	2200	1985	215
V.	8,725...12,0	6,515...9,80	2200	1985	215
VI.	12,0...20,0	14,20...22,20	2200	1985	215

bal oldali a IV...VI. frekvenciakörzethez tartozó négyszöggel jelölt frekvenciabeállító gomb, amely egy trimmerkondenzátorhoz csatlakozik. A jobb oldali gomb az I...III. körzethez tartozik.

Ennek megfelelően a háromszög jelű gombok, mint mechanikus korrektorok, a frekvencia leolvasására szolgáló osztásokkal ellátott üveges kereteket mozgatják.

Az előlap jobb felső sarkában találjuk a táviró oszcillátor skáláját, alatta az oszcillátor kapcsolóját és hangológombját, valamint a nullázó és a rögzítő gombot. Ezek alatt találjuk az automatikus erősítésszabályozás (AESZ) kezelőszervét, a modulációs mód kapcsolót, valamint a jobb alsó sarokban a folyamatos sáv szélesség szabályzó gombot. Ez utóbbi tengelye a kvarcszűrő trimmerkondenzátoraihoz kapcsolódik. Ettől balra van a körzetváltó forgatógombja. A frekvenciakörzet-váltó dob fogaskerék áttétel segítségével 1/6-od fordulatot tesz és bekapcsolja az új körzetet, amikor a körzetváltót fél fordulattal elforgatjuk. Ezzel együtt elfordul a finom- és durvahangoló skála fedőlemeze is. A durvahangoló skála ablakában megjelenik az új körzet száma és frekvenciahatárai is.

Az előlap alsó szélén találjuk a már említett 50 Ω -os fejhallgató, a földelő és 600 Ω -os vonalcsatlakozó aljzatot. Ez utóbbihoz szintén fejhallgatót vagy távbeszélő vonalat csatlakoztathatunk.

A csatlakozók felett fehér celluloid lapot találunk, amelyre a korabeli távirás feljegyezhetette a megfigyelni kívánt állomás hívójelét. A lapra zsírkrétával, grafitceruzával vagy alkoholos filctollal írhatunk. A lap mellett van a hangerőszabályzó, felette a vevőantenna-illesztő áramkör trimmerkondenzátorának csavarhúzó állítású tengelye. Ezzel a rendszeresített antennák a vevőbemenethez illeszthetők. Természetesen az amatőrsávokra méretezett antennák esetében is alkalmazható a kapcsoló. Felette találjuk az antennacsatlakozó aljzatot. Ha antennát is csatlakoztatunk a készülékhez, akkor a frekvenciasáv és a hullámterjedés függvényében akár állomásokat is hallhatunk. A vevőkészülék eredeti készletébe a következő antennák tartoznak: – 1,5 m-es ostorantenna (Kulikov-antenna), – 4 m-es ostorantenna, – 12 m-es ferdesugar-antenna. Természetesen bármilyen más antennával is üzemképes a készülék.

Az előlap közepétől egy kicsit balra találjuk a durva- és finomhangoló gom-

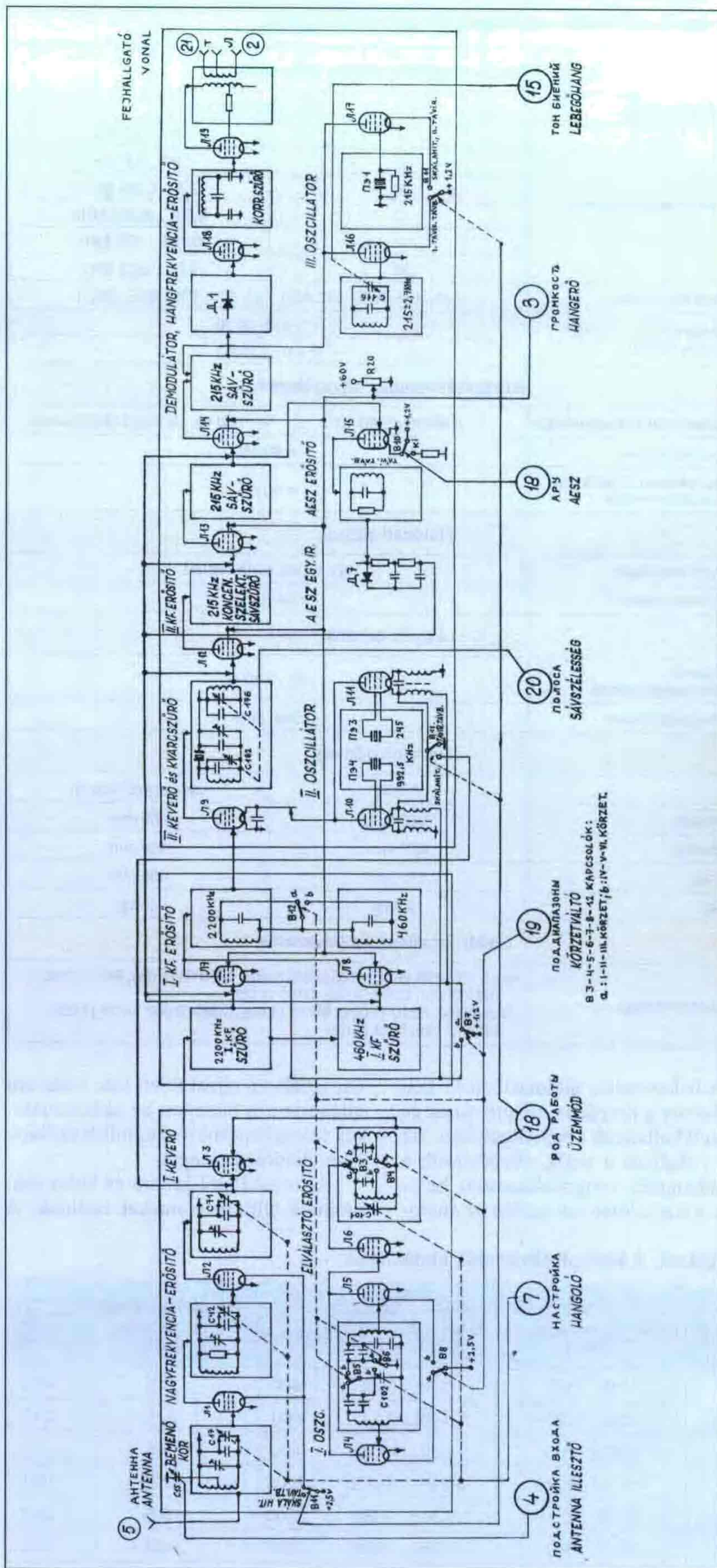
bokat. A nagyobb átmérőjű durvahangoló gomb 2:1 áttétellel kapcsolódik a forgókondenzátor tengelyéhez. A kisebb átmérőjű finomhangoló áttétele 60:1.

A fényképen is látható R-326 típusú, elektroncsöves, kétszertranszponált, folyamatos hangolású, rövidhullámú vevőkészülék legfontosabb műszaki adatait az 1. táblázatban tanulmányozhatjuk. Akinek rendelkezésére áll a készülék, annak minden egyértelmű az előlapon elhelyezett kezelőszervek funkcióját illetően, bár nemcsak magyar, hanem orosz nyelvű feliratok is előfordulnak. Kis rádióamatőr gyakorlattal azonban a klasszikus funkciók felismerhetők.

A két nagyfrekvenciás előerősítő és sávszűrők biztosítják az érzékenység mellett a jó jel-zaj viszonyt és keresztmoduláció elleni védeltséget, míg a jó tükörszelektivitás biztosítása érdekében az I...III. frekvenciakörzetben 460 kHz-es, a IV...VI. körzetben 2200 kHz-es első középfrekvenciát választottak. Ennek megfelelően az első KF előállításához két, eltérő frekvenciasávban működő I. helyi oszillátort alkalmaztak a megfelelő körzetekben. A két II. helyi oszillátor szintén eltérő frekvenciájú. Az alacsony, 215 kHz frekvenciájú, második középfrekvenciás erősítő meredek szűrőkkel biztosítja a zavaró jelek kiszűrését. Ennek megfelelően az I...III. körzet II. helyi oszillátora 245 kHz-en, a IV...VI. körzeté 1985 kHz-en rezeg. A vevőkészülék középfrekvenciáinak kialakítását a 2. táblázatban foglaltam össze.

Ha a vevőt kihúzzuk a dobozból, akkor hátul két rádiófrekvenciás csatlakozót találunk. A hátulról nézve jobb oldali a vevő I. KF-erősítőjének 460 kHz-es, illetve 2200 kHz-es kimenete, a bal oldali, a vevő II. KF-erősítőjének 215 kHz-es kimenete.

Egyszerű diódás demodulátor szolgál az amplitúdómodulált távbeszélő és egydiódás produkt-detektor a távíró jelek vételére. Természetesen távíró adásmódban – alacsonyabb minőségi követelmények mellett – lehetőség van az egyoldalsávós fóniaadások vételére is. Kétfokozatú erősítő gondoskodik a szükséges hangfrekvenciás kimenőjelről. A hangfrekvenciás erősítők között elhelyezett fix elemekkel felépített korrekciós szűrő feladata a zajcsökkentés, illetve a vételi sáv szűkítése. Külön egyenirányító és erősítő gondoskodik a ki-be kapcsolható automatikus erősítésszabályozásról.



1. ábra. Az R-326 vevőkészülék tömbvázlata

A vevő működése

A működés leírásánál az *eredeti rajzok* jelöléseit alkalmaztam, bár ezek nagy része – csakúgy, mint maga a kapcsolási rajz – a „szabványtól” eltér. Ez a módszer azonban megkönnyíti az egyes alkatrészek azonosítását a készüléken belül a rájuk bélyegzett pozíciószámok alapján. Az eredeti rajzokon az elektroncsövek az orosz L (Л) betűvel, az induktivitások latin L betűvel vannak jelölve. Az áramkörszintű működés leírásakor zavaró lenne ez a kettősség, ezért a szövegben az elektroncsöveket V betűvel jelölöm. Hasonló megfontolás alapján az izzólámpák jele: I. Az R-326 19 db elektroncsövet, 2 db tranzisztort és 7 db diódát, a tápegység 4 db tranzisztort és 5 db diódát tartalmaz.

A készülék felépítése, működési elve megfelel a klasszikus elektroncsöves, kétszertranszponált, szuperheterodin rendszerű vevőkészülékekének. A vevő tömbvázlatát az **1. ábrán** tanulmányozhatjuk.

Az antennáról jövő rádiófrekvenciás jel a bemenő (záró)körön keresztül kétfokozatú (V1, V2) erősítőre kerül. E két fokozat között és a második erősítő kimenetén is LC elemekből felépített, 1,0...20,0 MHz között folyamatosan hangolható sávszűrő gondoskodik a jó tükørszelektivitásról. Fenti elemeken áthaladva a jel a V3 keverőcső vezérlőrácsára kerül.

Az I. helyi oszcillátor az I...III. körzetben a V4, a IV...VI. körzetben a V5 pentódával van felépítve. Mindkét oszcillátor jele a V6 elválasztó fokozaton keresztül jut a keverőcső vezérlőrácsára. A V3 keverőcső kimenetén – a frekvenciakörzet függvényében – 460 kHz-es, illetve 2200 kHz-es I. KF-jel jelenik meg, amely kétfokozatú induktív csatolású sávszűrőn és a V7, V8 erősítőn át a V9 II. keverőcső vezérlőrácsára jut. A II. helyi oszcillátor (V10, V11) körzetnek megfelelő 1985 kHz-es vagy 245 kHz-es jele a II. keverő katódjába jut. A V10 elektroncső rácskörében lévő 992,5 kHz-es jel duplázásával kapjuk az 1985 kHz-es oszcillátorfeszültséget.

A keverőt a V12...V14 elektroncsövekkel megvalósított háromfokozatú, 10 hangolt körös középfrekvenciás erősítő követi. A hangolt LC-szűrők áramköre kvarcszűrőt is tartalmaz. A folyamatos sáv szélesség-szabályozás a kvarcszűrő keskeny sáv szélességét rontja le. A II. KF fokozatban felerősít-

tett jel a D1 demodulátorra kerül. Amplitúdómodulált távbeszélőjelek vételekor itt megtörténik a burkolódemoduláció, majd az eredeti moduláló hangfrekvenciás jel kétfokozatú erősítőn (V18, V19) keresztül a fejhallgató, illetve a vonalkimenetre jut.

Távírójelek vételekor az ÜZEMMÓD kapcsoló állásának függvényében vagy a V16 (TÁVI.-I.) vagy a V17 (TÁVI.-II.) elektroncsővel felépített III. helyi rezgéseltető, az úgynevezett táviróoszillátor is bekapcsolódik. Az első táviróvételi üzemmódban a V16 215 kHz (2,7 kHz-cel elhangolható áramkör lép működésbe. TÁVI.-II. esetén a 215 kHz-es kvarcoszcillátor aktív. A rezgéseltető jele szintén a burkológörbe demodulátorra kerül, amely ilyenkor szorzó demodulátorként viselkedik és a két jel különbsége hallható táviróhangot hoz létre.

Az automatikus erősítésszabályzó rendszer (AESZ) lehetővé teszi, hogy a vevő kimenetén a jel erősségének változása maximum háromszoros (10 dB) legyen, miközben a bemeneti jel erősségének változása 1000-szeres (60 dB). Az AESZ V15 elektroncsöves erősítője a II. KF-erősítő kimenetéről kapja a vezérlést. Az AESZ-erősítő kimenetéről a D7 diódára kerül a jel, ahonnan az egyenirányítás után keletkezett egyenfeszültség a V7, V8, V12, V13 és a V14 csövek vezérlőrácsaira jut.

A skála hitelesítésekor kikapcsolódik a V1 és a V2 csövek fűtőfeszültsége, hogy a bemenőjelek ne zavarják a hitelesítést. Ekkor a II. helyi oszcillátor hitelesítő fokozatként működik, a táviró oszcillátorok közül a kvarcvezérlésű üzemel. A II. helyi oszcillátor frek-

venciájának harmonikusai az I. keverőre kerülnek. A skálán jelölt korrekciós pontokon nem szabad lebegő hangot hallani. Ha mégis hangot hallunk, akkor az előlap kezelőszerveivel be kell állítani a nulla lebegést.

A hangerőszabályzást a V7, V8, V12...V14 elektroncsövek segédrácsfeszültségének változtatásával oldották meg a P20 hangerőszabályzó potenciométer segítségével.

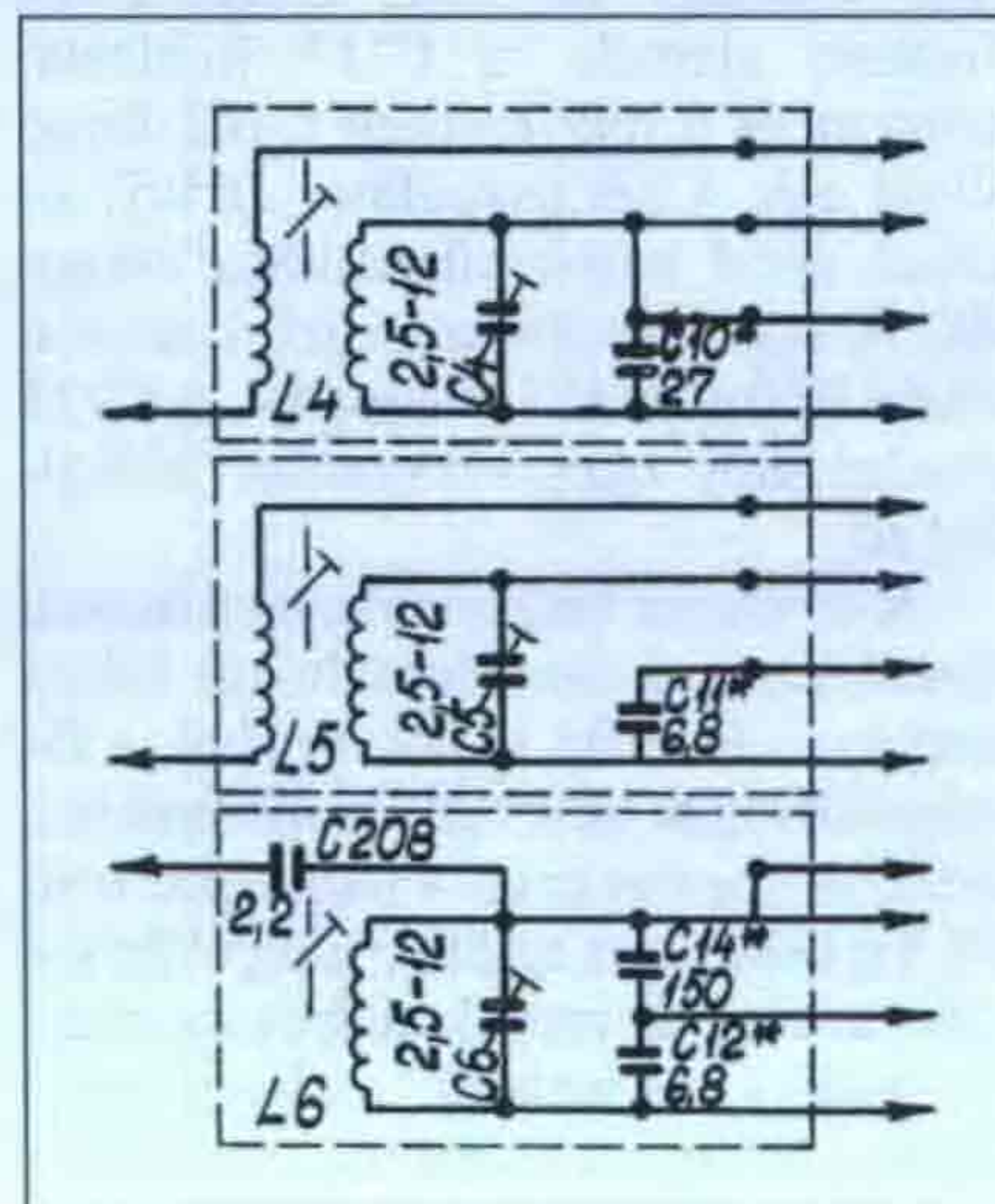
Két, sorba kapcsolt KN-14 akkumulátorról vagy a VSZ-2,5 típusú tápegységről oldhatjuk meg a vevő tápfeszültség-ellátását. Mindkét esetben 2,5 V feszültséget kap a vevő. Ez a feszültség közvetlenül táplálja: – az elektroncsövek fűtését; – a tranzisztoros feszültségátalakítót, amely a csövek számára állítja elő az anód- és segédrácsfeszültségeket; – a finomhangoló skálát megvilágító I20, I21 izzókat.

Nagyfrekvenciás előerősítő, a keverő és az I. KF-fokozat

A vevőkészülék – fentebb leírt módon előállítható – kapcsolási rajza (a **2. ábra**) szerint az I. frekvenciakörzet rezgőkörei vannak bekapcsolt állapotban ábrázolva, a II...VI. körzet elemei csak jelölve vannak. Az antennáról érkező jel a nagyfrekvenciás egységben a dobhullámváltó első szektorában elhelyezett L1 autotranszformátoros csatolású rezgőköri tekercsre jut. Egyébként a különböző frekvenciasávokban a rajztól eltérő antennacsatolás megoldásokkal is találkozhatunk. Az újabb készülékekben a IV...VI. körzet bemeneti rezgőkörét a **3. ábrának** megfelelően alakították ki.

A különböző körzetekben a dobváltóval választhatók ki a frekvenciasávnak megfelelő rezgőkörök. Minden körzetben a C17 forgókondenzátor hangolja a bemenő rezgőkört az üzemi frekvenciára. A C17-tel sorba kapcsolt C16 kondenzátornak sávnyújtó szerepe van. Az I. és a IV. körzetben nincs szükség sávnyújtásra, a kondenzátort a dobváltó rövidre zárja. A különböző antennák az előlapra kivezetett C15 forgókondenzátorral (ANT. ILLESZTES) csatolhatók a bemenő rezgőkörhöz.

A rezgőköri induktivitás a dobváltó arany-nikkel ötvözzel bevont munkapontján keresztül csatlakozik az ötszektorú forgókondenzátor első részéhez, valamint a C18 csatoló kondenzátoron keresztül a V1 (1ZS29B) első rácsára. Az elektroncső munkapontját az R1 rácslevezető ellenállás állítja be. A



3. ábra. Megváltozott bemenő-fokozatok

fűtéskör nagyfrekvenciás szűrését a Dr1 fojtó és a C19 kondenzátor végzi.

A V1 kimenetén az L7, R4, C24, C33, C43 elemekkel felépített párhuzamos rezgőkört találjuk, amelyet a C42 forgókondenzátor hangol az üzemi frekvenciára. A C41 az első és negyedik körzetben itt is rövidre van zárva. A felerősített jel az első erősítő cső kimenetén levő rezgőkörrel a C46 csatoló-kondenzátoron keresztül a V2 második nagyfrekvenciás előerősítő (1ZS24B) vezérlőrácsára jut. A V1 az R15-ön és az anódköri tekercsen át kap anódfeszültséget. A segédrács feszültséget az R2, R3 feszültségosztó állítja be. A C21, C22 kondenzátorok nagyfrekvenciás hidegítők.

A második fokozat az R25, L13 elemeken keresztül kap anódfeszültséget. A felerősített nagyfrekvenciás jel a V2 anódjáról a C74 kondenzátoron keresztül jut a V3 első keverő (1ZS37B) első rácsára. A V2 anódjához az L13, C55, C61, C70, C71, C72 elemekből felépített párhuzamos rezgőkör kapcsolódik, amelyet a C71 forgókondenzátor, mint az ötösforgó 3. eleme, hangol a vételi frekvenciára. Az I. és a III. szektorban a sávnyújtó C70 kondenzátor itt is rövidre van zárva. A nagyfrekvenciás erősítőegység öntött alumínium váza a dobváltóval együtt a kidobozolt készülék előlről nézett bal oldalán, közvetlen a forgókondenzátor alatt található. Négy csavar rögzíti az előlaphoz. Itt találjuk a légmentesen lezárt, kerámiaszigetelésű 5 szektorú forgókondenzátorhoz kapcsolódó egyéb áramköri elemeket is; az első keverő és első helyi oszcillátor fokozatot. Szintén itt kapott helyet a mikrofotó-skála mechanikai szerkezete a 2,5 V-os miniatűr skálaizzókkal. Az I. KF-erősítő egység az előbbi mögött, a G5 csatlakozó környezetében van. Az egységet 4 csavar rögzíti a nagyfrekvenciás erősítő egységhez és ászokcsavar, az előlap felől nézve, attól jobbra levő II. KF egységhez.

A II. helyi oszcillátor V11 vagy V10 elektroncsöve által keltett rezgések a C195 vagy a C201 kondenzátoron keresztül a B11 üzemmód kapcsolóra, majd onnan a B jelű pontokon és a C54, C74 kondenzátorokon át szintén a V3 első keverő vezérlőrácsára jutnak. Ez az áramkör természetesen csak a skála hitelesítésekor működik, amikor a V1, V2 nem kap anódfeszültséget.

Az előző két fokozatban felerősített rádiófrekvenciás jel a C74 csatoló-kondenzátoron keresztül a keverőcső vezérlőrácsára jut. Az első helyi oszcillá-

tor jele a C85 csatoló-kondenzátoron át szintén ide jut. A keverés eredményeként a cső anódkörében elhelyezett L35, C154, L38, C169 párhuzamos rezgőkörök alkotta szűrő kiválasztja a 2200 kHz-es, az L36, C155, L39, C170, L40, C175, L42, C181 elemekből felépített sávszűrő a 460 kHz-es középfrekvenciát. A sávszűrők árnyékolt párhuzamos rezgőkörei között laza kapacitív csatolást biztosít a C163, C159, C172, C179.

A V4, V5 (1ZS29B) és a V6 (1ZS29B) elektroncső állítja elő a keveréshez szükséges oszcillátorjelet. A két középfrekvencia miatt két oszcillátor szükséges. Az I...III. körzetben a V4-gyel felépített induktív hárompontkapcsolású oszcillátort dolgozik, melynek frekvenciája 1,46...2,38 MHz között hangolható. A IV...VI. körzet V5 oszcillátora hasonló felépítésű, és a 6,515...11,10 MHz közötti alacsonyfrekvencián hangolható a IV. és az V. körzetben. A VI. körzetben ennek első harmonikusa adja a szükséges 13,03...22,20 MHz-es frekvenciatartományt.

A V4 oszcillátor frekvenciáját az L21, C96, C97, C87 diszkrét elemek, a C79 skála-hitelesítő trimmerkondenzátor és a V5 oszcillátorral közös C102 forgókondenzátor határozza meg. A forgó átváltását a B5 kapcsoló biztosítja. A V4 vezérlőrácsában elhelyezett C86, R30, C89, R34 elemek egyrészt automatikus munkapontba állítják a csövet, másrészt megakadályozzák a vadrezgések keletkezését. A fűtéskörben levő Dr5 fojtó, valamint a C78, C90 kondenzátorok nagyfrekvenciás szűrészt végeznek. A V5 oszcillátor az előbbivel azonos felépítésű. A rezonanciafrekvenciát az L29, C110...C113 diszkrét elemek, a C117 hitelesítő trimmer és a már említett C102 forgó állítja elő. A két oszcillátor az R57-es közös anód munkaelenállásra dolgozik. A segédrácsfeszültséget a szintén közös R60 ellenállás biztosítja. A C124 kondenzátor nagyfrekvenciás hidegítést ad.

A sávoknak megfelelő oszcillátorok aktiválása a dobhullámváltóval közös tengelyen levő B8 kapcsoló által, a fűtőfeszültségek be-ki kapcsolásával történik. A szintén ezen a tengelyen levő B6 kapcsoló a megfelelő rezgőkör rövidre zárásával megakadályozza, hogy az inaktív oszcillátor vadrezgéseket okozva zavarja a vételt. Az oszcillátorok tervezői igyekeztek biztosítani, hogy az üzemi frekvencia minél kevésbé változzon meg a környezeti hőmér-

séklet változásakor. Ennek érdekében a C86, C87, C96, C97, valamint a C110...C113 kondenzátorok negatív hőmérsékleti tényezővel rendelkeznek.

Az éppen működő oszcillátor jele a C133 csatoló-kondenzátoron keresztül a közös, V6 (1ZS29B) elektroncsővel kivitelezett elválasztó fokozat vezérlőrácsára kerül. A soros anódtáplálású fokozat feladata, hogy csökkentse a következő fokozatoknak az oszcillátorok üzemi frekvenciájára gyakorolt, instabilitást okozó, visszahatását. A cső anódkörében a frekvenciakörzetnek megfelelően átkapcsolható rezgőkört találunk (B3 és a B4 kapcsolók). Az I. és a II. körzetben az L23 és az L24 sorba kapcsolódik és a C100 trimmer, valamint a C101 forgó vesz részt a hangolásban. A III. körzetben a B4 rövidre zárja az L24-et, így csak az L23 vesz részt a frekvencia meghatározásában. A felső három körzet LC elemeit a B3 kapcsolóval választjuk ki. A IV. és az V. körzetben az L27, L28 tekercsek, valamint a C108 trimmer és a C101 forgó vesz részt a hangolásban. A VI. körzetben, ahol frekvenciaduplázás történik, az L27, a C108 és a C101 aktív. A V6 elválasztócső az R38, C109 RC-szűrőn keresztül kap anódfeszültséget. A fokozat jelét a C85 csatolja a fent már bemutatott keverőcső vezérlőrácsára.

A keverőcső kimenetéről a jel a C162 kondenzátorral a G5 mérőpontra is kerül. Ez a csatlakozó csak a kidobozolt készülékben érhető el, hátul, onnan nézve a jobb oldalon. Amennyiben méréseket kívánunk végezni vagy más célra kívánjuk felhasználni az I. KF-jelet, a C168, R70 (470 pF, 180 kΩ) komplexumot távolítsuk el és ennek megfelelő impedanciával csatlakozzunk a mérőponthoz. Ellenkező esetben a vevő begerjedhet.

A jel az I. KF-szűrőktől az 1ZS24B típusú I. KF erősítőcsövek (V7, V8,) vezérlőrácsára kerül. A 2200 kHz frekvenciára hangolt L45, C197 rezgőkör a V7 anódkörében van. A V8 kimenetén levő L46, C198 párhuzamos rezgőkör a 460 kHz-es középfrekvencián jár. A megfelelő elektroncsövek be-ki kapcsolása a fűtőfeszültségnek, az előzőekkel egy tengelyen levő, B7 kapcsolóval való átváltásával történik. A B12 kapcsoló – a rajztól eltérően(!) – szintén egy tengelyen van a dobváltóval és az éppen inaktív rezgőkört zárja rövidre. A két erősítőcső vezérlőrácsa az R73 ellenálláson át kap szabályzófeszültséget a B10 automatikus erősítés-szabályzó kapcsolón keresztül az

AESZ-áramkörből. Az anód munkaelenállást és a hidegítőkondenzátort az R81, C203 képezi, a szabályzott segéd-rácsfeszültség az R79-en át érkezik. A C192 a G2-t hidegíti. A fűtőkörben a már megismert szűrőtagokat fedezhetjük fel. Az első KF-erősítő jele a C202 csatoló-kondenzátoron keresztül a V9 (1ZS24B) II. keverőcső vezérlőrácsára kerül.

A II. KF és a demodulátor fokozat

A V9 (1ZS24B) pentóda vezérlőrácsára jutó 2200 kHz-es vagy 460 kHz-es I. KF-jel a V10 vagy V11 (1ZS24B) pentódával felépített II. heterodin oszcillátor 1985 kHz-es vagy 245 kHz-es jelével keverve a cső anódjában elhelyezett sávszűrőn előállítja a 215 kHz-es II. középfrekvenciás jelet.

A II. helyi oszcillátor egység két egymástól független, elektroncsöves áramkörből áll. A V10 képezi a IV...VI. körzet oszcillátorának aktív elemét, a V11 pedig az I...III. körzetét. Mindkét oszcillátor a frekvenciahitelesítő szerepét is betölti. A hárompont kapcsolású rezgékeltőkben a frekvencia-meghatározó kvarckristály a csövek G1, G2 elektródája közé van kötve. A Pe3 jelű 245 kHz-en, a Pe4 992,5 kHz-en rezeg. Mindkét oszcillátor anódköri elemei azonosak. Az L47, C200 rezgőkör a Pe3 kvarc frekvenciájára, azaz 245 kHz-re, az L44, C194 rezgőkör a Pe4 első felharmonikusára, azaz 1985 kHz-re van hangolva. Az oszcillátorok jelét a C206 csatoló-kondenzátor vezeti a II. keverőcső katódjába.

A két oszcillátor közötti, a vételi körzetnek megfelelő váltás, a már említett B7 kapcsolóval, a fűtőfeszültség be-ki kapcsolásával történik. A Dr22, Dr26 fojtótekercesek képezik két fokozat katódköri munkaelenállását. Hitelesítéskor innen, a C195 vagy a C201 kondenzátorok csatolják a felharmonikusokban gazdag rádiófrekvenciás jelet a B11 üzemmódkapcsolón keresztül az első keverőfokozat bemenetére. A Dr21, C191, C196, illetve a Dr27, C207, C205 elemek a megfelelő fűtőáramkörök rádiófrekvenciás hidegítésére szolgálnak. Az R78, R82 elemek a rácslevezető ellenállások. Az R77, C194 komplexum valamint az R84 a vadrezgések keletkezését hivatottak megakadályozni. Az R76 mindkét egység anódáramát korlátozza, a C189 rádiófrekvenciás hidegítőkondenzátor.

A II. keverőben az I. KF és a II. helyi oszcillátor frekvenciáknak megfelelően, különbségi keveréssel létrejön a

215 kHz-es II. középfrekvencia. A II. keverő soros anódtáplálású fokozat. Az elektroncső az R74-en és az anódköri II. KF-rezgőkör L43 tekercsének leágazásán keresztül kapja meg az anódfeszültséget. A tápfeszültség hidegítéséről a C185 gondoskodik. A cső katódjáról nem juthat tovább a rádiófrekvenciás feszültség, ennek érdekében a fűtőkört komplex szűrőáramkörrel védtek meg: Dr23, C193, Dr24, C199, C204, Dr25. A segéd-rácsfeszültségről az R75, R80 ellenállásosztó gondoskodik. A C188 a segéd-rács hidegítő kondenzátora, az R83 a rácslevezető ellenállás. A II. helyi oszcillátor és a II. keverő – a káros sugárzások elkerülése érdekében – árnyékoltan kerültek beépítésre; a kibontott készüléket hátulról nézve a bal hátsó, alsó sarokba, a G9-es II. KF csatlakozótól balra.

A II. KF-szűrőben egy 215 kHz-es kvarckristályt alkalmaztak a sáv szélesség csökkentése céljából. Az L41, C173, C176, valamint az L43, C182, C184 elemekből felépített, árnyékoltan szerelt, párhuzamos rezgőkörök között a csatolást a kvarckristály valósítja meg. A rezgőkörök a kvarc frekvenciájára vannak hangolva. A közös tengelyen futó és az előlapra SÁVSZÉLES-SÉG felirattal kivezetett C176 és C182 forgókondenzátorokkal elhangolhatjuk a rezgőköröket. A két forgó úgy van mechanikusan egymáshoz kapcsolva, hogy miközben az egyik kapacitása növekszik, a másik lineárisan csökken. Ezzel a megoldással 300 Hz...6000 Hz között folyamatosan szabályozhatjuk a sáv szélességet.

A kvarckristály foglalatának valamint a kristálylapka fegyverzeteinek kapacitáson keresztül nem kívánt csatolás is fellép a két párhuzamos rezgőkör között, így egy bizonyos értéken túl nem lehetne csökkenteni a sáv szélességet. E nem kívánt hatás kompenzálására hivatott a C178 (6...25 pF) és a C180 (36 pF) kondenzátor. (A két kondenzátoron átmenő rádiófrekvenciás feszültség értéke megegyezik a foglalat- és a fegyverzetkapacitáson átszivárgó értékkel, de fázisa ellentétes, így kioltják egymást.)

A II. keverőben kialakított és a kvarcszűrőn továbbjutott jel a II. KF-fokozat V12 (1ZS24B) első erősítőcsövének vezérlőrácsára érkezik. Ez az elektróda az AESZ-áramkörből a B10 kapcsolón, az R7 ellenálláson és az L41 leágazásán át kapja az előfeszültséget. A C177 az AESZ-áramkört tisztítja meg a rádiófrekvenciás összetevőktől. A V12 anódköri munkaelenállását az L37, C156 párhuzamos rezgőkör képe-

zi, amely a II. KF-re van hangolva. A cső az R66, C157 elemeken át jut anódfeszültséghez. Az anódrezgőkört háromtagú LC-sávszűrő követi (L31–C141, L32–C146, L34–C151). A sávszűrő párhuzamos rezgőkörei egymástól el vannak árnyékoltva, közöttük a C140, C147, ill. a C150 10 pF-os kondenzátorok igen laza csatolást biztosítanak. Az R68, C161 elemek a fokozat segéd-rácsfeszültségét, a Dr18, C166 elemek a fűtőkört szűrik a rádiófrekvenciás összetevőktől.

A II. KF-jel a fenti sávszűrőn át a V13 (1ZS24B) elektroncsövel felépített 2. erősítő vezérlőrácsára kerül. Az elektróda előfeszítését az R59, C142 biztosítja az AESZ-áramkörön keresztül. Az L30, C119 párhuzamos rezgőkör alkotja az erősítő anódköri munkaelenállását. Az anódfeszültséget az R44, C120 tagok biztosítják. A segéd-rácsfeszültséget az R48 ellenálláson át kapja a cső, a C125 hidegíti. A fűtőkör szűréséről a Dr14 és a C130 gondoskodik. Az anód rezgőkör az L26, C114 párhuzamos rezgőkörrel sávszűrőt alkot. A két árnyékolt kör közti csatolást a C118 biztosítja.

A II. KF-erősítő blokk 3. aktív eleme a V14 (1ZS24B), amelynek vezérlőrácsa az L26 leágazásáról kapja a rádiófrekvenciás vezérlőfeszültséget. A rács előfeszültségét szintén az AESZ-áramkör biztosítja az R39, C115 elemeken át. Szintén a rezgőköri leágazásról a C167-en át vezetjük a II. KF-jelet a kidobozolt készülék bal oldalán hátul levő G9 mérőpontra, valamint a C158 csatoló-kondenzátoron át a V15 (1ZS24B) AESZ erősítőcső vezérlőrácsára. Az R72 (180 k Ω), C171 (36 pF) RC komplexum megfelelő impedanciával zárja le a KF kivezetést. Mérésakor vagy a KF jel további felhasználásakor az elemeket ki kell forrasztani, és hasonló impedanciával kell csatlakozni a ponthoz. Ellenkező esetben a II. KF-fokozat begerjedhet.

A V14 a segéd-rácsfeszültséget az R37, C95 elemeken át kapja. A fűtőkör szűrését a Dr8, C98 elemek látják el. Az L20, C82 képezi a V14 anódköri munkaelenállását. Ez a rezgőkör az L19, C76 párhuzamos rezgőkörrel szintén sávszűrőt alkot. A két árnyékolt rezgőkör között a C81 biztosítja a laza csatolást. Az L19 leágazásáról vezetjük tovább a II. KF-jelet a D1 (D2g) demodulátor diódára. A3E (A3) amplitúdó-modulált távbeszélő modulációs mód esetén a demodulátor R26 munkaelenállásán jön létre az eredeti moduláló

jelnek megfelelő demodulált hangfrekvenciás jelfeszültség. Ennek rádiófrekvenciás szűrését a C73 végzi. A hangfrekvenciás jelet a C67 csatoló-kondenzátorral vezetjük a kétfokozatú hangfrekvenciás erősítő bemenetére.

A1A (A1) táviró és J3E egyoldalsáv-modulációs módban szintén az L20, C82 rezgőkör megcsapolásához vezetjük a C92 csatoló-kondenzátoron keresztül a vevő III. helyi oszcillátorának, az ún. táviró vagy lebegtető oszcillátorának a jelét. Ebben a modulációs módban a D1 dióda ezekből keveri ki a KF-jel és a lebegtető oszcillátor különbségi, hangfrekvenciás sávú jelét.

A V16, V17 (1ZS24B) elektroncsővel felépített elektroncsatolású (ECO) fokozatok oszcillátor-anódját a csövek segéd-rácsai képezik. Az eredeti anódok, mint elválasztófokozat-anódok funkcionálnak. Mindkét cső a közös R45 munkaellenállásra dolgozik, a segéd-rács feszültséget az R40 ellenállás biztosítja. A C99, R42, C126 elemeknek vadrezgés-gátló szerepük van. A V16 oszcillátorban az L25, C107, C104, C116 elemekből álló rezgőkör a II. KF 215 kHz-es értéke körül $\pm 2,7$ kHz-cel folyamatosan hangolható. Ez az oszcillátor távirójelek vételekor TÁVÍ.-I. módban működik. Az R41 ellenállás az automatikus rácsfeszültség beállításra szolgál. A Dr9, C121 a fűtőkört szűri meg a rádiófrekvenciás összetevőktől.

A B11 ÜZEMMÓD kapcsoló TÁVÍ.-II., illetve a SKÁLAHITELESÍTÉS állásaiban a V17-tel felépített kvarcoszcillátor üzemel. Ekkor az oszcillációt a Pe1 jelű 215 kHz-es kvarc-kristállyal állítják elő. Ennek frekvenciája nem hangolható. A cső segéd-rácsának munkaellenállását az L22, C93 párhuzamos rezgőkör képezi. Az R27, a rácslevezető ellenállás. A fűtőkör szűréséről a Dr7, C84 gondoskodik. A két oszcillátor közötti váltás a fűtőfeszültség átkapcsolásával biztosítható. A táviró oszcillátorok a vevő hátulról nézett bal oldalán, a felső szektorban foglalnak helyet. Az előlapról állítható C116 trimmerkondenzátor meghosszabbított tengelye is ide csatlakozik. Ettől jobbra találjuk a két II. KF-erősítő és az AESZ fokozatokat.

A hangfrekvenciás fokozatok

A D1 demodulátorról a C67 csatoló-kondenzátoron keresztül a V18 (1ZS24B) hangfrekvenciás előerősítőre jut a jel. A cső vezérlő-rácsa a feszültségátalakító

tó blokkból az S1, S2 csatlakozópár 5., 6., valamint az S3, S4 csatlakozópár 5. érintkezőjén keresztül az R12, R17, R24 ellenállásokon át $-1,2$ V-os előfeszültséget kap. A V19 (1ZS29B) vég-erősítő szintén ezen az úton, az R13-on keresztül $-2,4$ V-ot kap. Az R21 képezi a V18 anódköri munkaellenállását. A felerősített hangfrekvenciás jel a cső anódjáról a C49 csatoló-kondenzátoron át a Dr2, C44, C45, C47 elemekből felépített aluláteresztő LC-szűrőre kerül. A szűrő valamelyest kiegyenlíti az erősítő-lánc átviteli karakterisztikáját a 300 Hz...3000 Hz közötti frekvenciatartományban, illetve a 4000 Hz-en felelő jelek számára jelentős csillapítást képvisel. Az R23, C52 elemek a segéd-rácsfeszültséget szűrik.

Az aluláteresztő szűrő kimeneti pontja galvanikusan kapcsolódik a V19 negatív előfeszültséggel előfeszített vezérlő-rácsához. A cső az R10-en és a Tr1 hangfrekvenciás kimenőtranszformátor primer tekercsén át kapja az anódfeszültséget. Ez utóbbi anód munkaellenállásként is funkcionál. Az R9, $2,7$ k Ω -os ellenállásnak kettős feladata van. Egyrészt biztosítja a cső segéd-rácsfeszültségét, másrészt a felerősített feszültség egy részét ellentétes fázisban visszavezeti az erősítőbe. Ezzel negatív visszacsatolást hoz létre, amely csökkenti a nemlineáris torzításokat. A kimenőtranszformátorral párhuzamosan kapcsolt C31, 3300 pF-os kondenzátor levágja a magas hangokat, tovább javítva a hangfrekvenciás átviteli karakterisztikát. A C32 kondenzátor az anódfeszültség szűrését végzi.

A hangfrekvenciás végerősítőben felerősített jel a Tr1 kimenőtranszformátor leágazásos szekundertekercséről az S4, S3 csatlakozópár 6., 2. és 10. érintkezőjén át a 600Ω -os L jelű (G2) vonalcsatlakozójára, valamint az 50Ω -os T jelű (G4) fejhallgató pároshüvelyére kerül. A C23 és a C30 $1,5$ nF-os kondenzátorok közvetlen a csatlakozókra vannak forrasztva és a vonal, illetve a fejhallgató vezetékén indukálódott rádiófrekvenciás feszültséget hivatottak söntölni. A G3 csatlakozóhoz kapcsolható a földelés, a G1-hez pedig az antenna. A fokozat a II. KF-erősítő fölött foglal helyet.

Erősítésszabályozás

A II. KF erősítő utolsó fokozatának (V14) vezérlő-rácsáról a C158 csatoló-kondenzátoron át 215 kHz-es jelet kap az automatikus erősítésszabályzó foko-

zat bemenete, a V15 (1ZS24B). Az L33, C144 párhuzamos rezgőkör képezi a fokozat munkaellenállását. Az R61 a rezgőkör jóságát hivatott lerontani a nagyobb sáv szélesség és a D7 (D103, az újabb készülékeknél 2D401) instabilitást okozó hatásának csökkentése érdekében. Az R62, C145 biztosítja az anódfeszültséget az erősítő számára. A segéd-rácsfeszültséget az R63, R64 feszültségosztó állítja be, a C149 a szűrésről gondoskodik. A Dr17, C152 a fűtőkört tisztítja meg a váltóáramú összetevőktől.

A V15 elektroncső vezérlő-rácsa a feszültségátalakító blokk R31 potenciométeréről az S1, S2 csatlakozópár 10-es érintkezőjén, az S3, S4 csatlakozópár 8. lábán és az R67 ellenálláson keresztül $-0,6$ V előfeszültséget kap. Gyenge jelek vételekor a V15 a vezérlő-rácsára adott negatív feszültség hatására lezár, és az erősítésszabályzó rendszer nem működik. Nagyobb jelek képesek kinyitni az elektroncsövet, ekkor az L33, C144 rezgőkörön legalább $0,6$ V váltakozófeszültség keletkezik, amelyet a C143 csatoló-kondenzátor a D7 diódára vezet.

A diódán áram kezd átfolyani, melynek hatására az R49, R53 feszültségosztóval előfeszített R54 ellenálláson, mint a D7 munkaellenállásán negatív feszültség keletkezik, amely az R55, C131, R56, C132 aluláteresztő szűrőn át a V7, V8, V12, V13 és a V14 csövek vezérlő-rácsaira kerül. Ez csökkenti a vezérelt fokozatok erősítését, így az AESZ-fokozat bemenetén is csökken a jel. (Az újabb kivitelű készülékekbe nem építették be az L33, C144 párhuzamos rezgőkört.)

Az elvi kapcsolási rajzon a B10 AESZ kapcsoló TÁVBESZÉLŐ állásban van rajzolva. Ekkor az AESZ készletelési időállandója, amelyet a fenti aluláteresztő szűrő elemei határoznak meg, $0,02$ s. TÁVÍ. állásban a B10-en keresztül a szűrőhöz kapcsolódik a C174 kondenzátor, így az időállandó $0,3$ s-ra nő. Az AESZ kikapcsolása a fűtőfeszültség kikapcsolásával történik, ekkor az R69 ellenálláson keresztül testre záródik az AESZ-kör.

A feszültségátalakító

Az AKK kapcsolókhoz csatlakoztatott akkumulátorokról vagy az S19-hez kapcsolt VSZ-2,5 tápegységből érkező $2,4$... $2,5$ V-os egyenfeszültség a B9 kapcsolón és az S8, S7 csatlakozópár párhuzamosan kötött kontaktusain ke-

resztül érkezik az R58 beállító-ellenálláshoz, amivel beállítható az 1,3 V-os fűtőfeszültség. Erről a pontról a tápfeszültség a Dr12 fojtón át az S6, S5 csatlakozópár 1-es lábán keresztül a V3 elektroncső fűtésére kerül. Az S1, S2 csatlakozó összekötött 7. és 8. érintkezőjén át a V9, V12, V13, V14, V18 elektroncsövek is megkapják a fűtőfeszültséget, illetve az AESZ kapcsolón át a V15 is. Az S8, S7 csatlakozópár összekötött páratlan számú kontaktusai a negatív tápfeszültségű földpotenciálon vannak. A páros számú kontaktusok pozitív tápfeszültségen vannak. Ugyanerről az áramkőről kapja a fűtőfeszültséget a Dr15-ön és a B7-en keresztül a V8 és a V11, illetve a V7 és a V10 cső. Ugyancsak az S7 pozitív pontjáról az S6, S5 3. érintkezőjén át kapja a fűtőfeszültséget a V6, V4, illetve a V5.

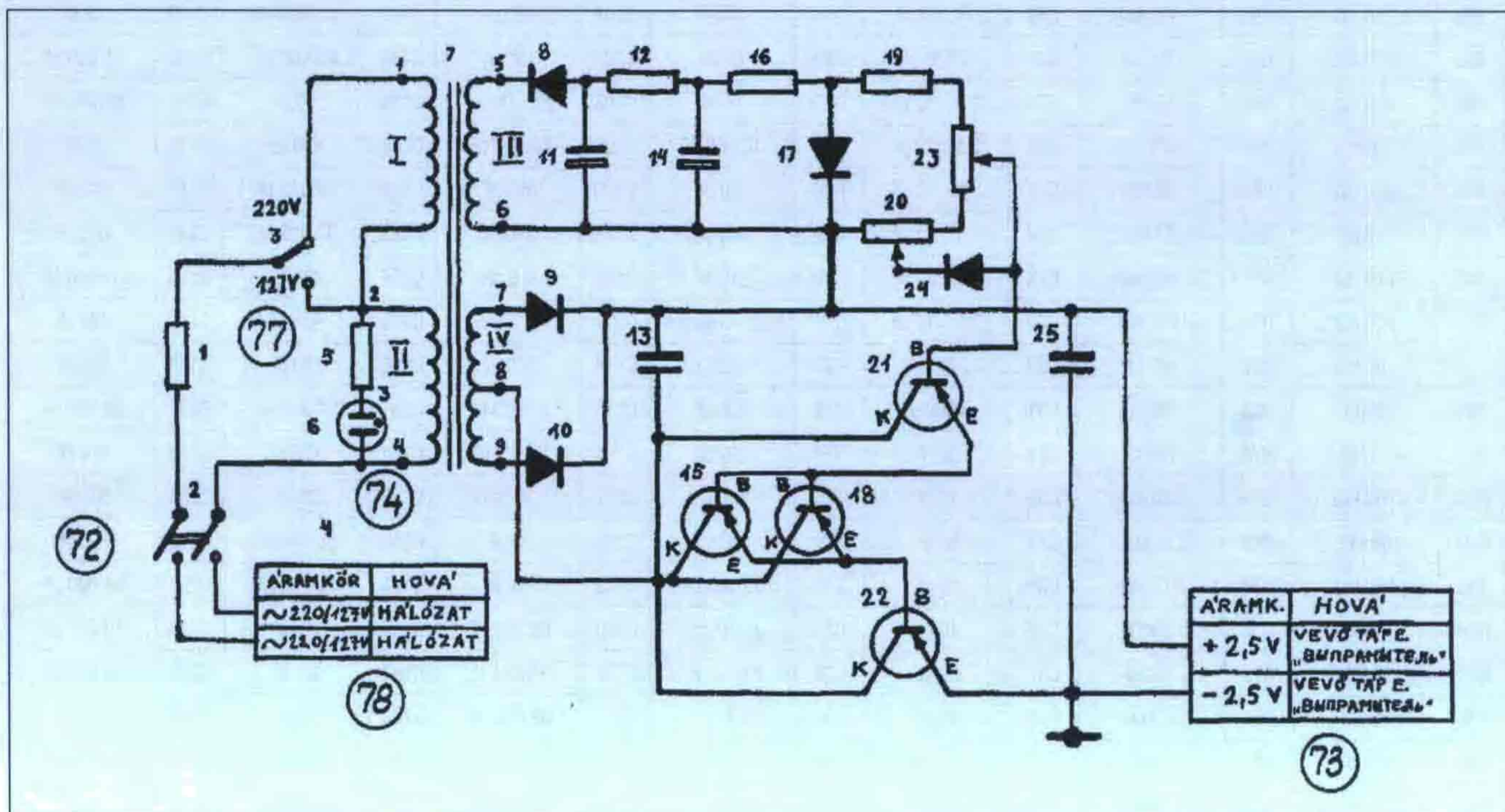
Ugyanarról a pozitív feszültségű pontról ágazik el a fűtőfeszültség az S1, S2 csatlakozópár összekötött 3-as és 4-es érintkezőjéhez, melyen keresztül egyrészt az S3, S4 csatlakozópár 4. lábán át a V19 elektroncső fűtésére és a B11 ÜZEMMÓD kapcsolóra jut, ahonnan a B jelű vezetéken át ismét az S4, S3 csatlakozóra kerül. A V16 és a V17 szintén erről a kapcsolóról kapja meg a fűtőfeszültséget. A csatlakozó 12-es lábáról az S2, S1 szintén 12-es kivezetésére jutunk, ahonnan az S6, S5 8. érint-

kezőjén át a V1, V2-re jut a fűtőfeszültség. Másrészt a B1 kapcsolón és a megfelelő csatlakozókon át a skálavilágítás I20, I21 izzólampája is megkapja a tápfeszültséget.

A PP1...PP2 (2 × P4VE) tranzisztorral és Tr2 transzformátorral felépített ellenütemű multivibrátor a Dr13 fojtón át kapja meg a tápfeszültséget. A tranzverter a középmegecsapolásos kollektor- és bázistekercsén létrejövő pozitív visszacsatolás és a fokozat megfelelő erősítésének hatására rezgésbe jön, és a tápfeszültség nagyságához közeli amplitúdójú négyszögjeleket állít elő. Ezt a váltakozó feszültséget a két szekundertekercs 60 V-ra, illetve 6 V-ra transzformálja. A 60 V-os ágba a D2...D5 (4 × D226) hídkapcsolású egyenirányító egyenfeszültséget hoz létre a csövek anód-, illetve segédrcsfeszültségének biztosítására. A 6 V-os ágba egyutas az egyenirányítás a D6 (D2g) segítségével. Az itt keletkezett negatív feszültség szolgál a csövek előfeszítésére. Az áramkörben levő C75, C80, C103 és a Dr6 aluláteresztő szűrőt alkot és megakadályozza a keletkezett négyszögjelek továbbjutását. A C88, C91, R35, C129, C137...C139, C164, C165 elemek egyrészt a feszültségátalakítás során keletkezett négyszögjelek káros hatását kívánják szintén enyhíteni, másrészt a tápfeszültség vezetékeket, akkumulátor és

4. táblázat. A VSZ-2,5 tápegység alkatrészadatai

Ssz.	Megnevezése	Néviéges értéke/típusa
1.	biztosító	0,5 A
2.	kapcsoló	
3.	biztosító tartó	
4.	dugaszó villa	
5.	ellenállás	100 kΩ
6.	glimmlámpa	MN-3
7.	transzformátor	
8.	Si dióda	D226
9.	Ge dióda	D303
10.	Ge dióda	D303
11.	kondenzátor	40 μF
12.	ellenállás	470 Ω
13.	kondenzátor	2000 μF
14.	kondenzátor	40 μF
15.	tranzisztor	MP15
16.	ellenállás	470 Ω
17.	Si stabilizátor	D808
18.	tranzisztor	MP15
19.	ellenállás	3,9 kΩ
20.	ellenállás	2,2 kΩ
21.	tranzisztor	MP15
22.	tranzisztor	P210
23.	ellenállás	4,7 kΩ
24.	Ge dióda	D7g
25.	kondenzátor	2000 μF
26.	csatlakozó aljzat	



4. ábra. A VSZ-2,5 hálózati tápegység kapcsolási rajza

3. táblázat. A vevő alkatrészaival

Alkatrész		Alkatrész		Alkatrész		Alkatrész		Alkatrész		Alkatrész		Alkatrész	
Ssz.	Névleges értéke	Ssz.	Névleges értéke	Ssz.	Névleges értéke	Ssz.	Névleges értéke	Ssz.	Névleges értéke	Ssz.	Névleges értéke	Ssz.	Névleges értéke
R1	470 kΩ	R43	56 kΩ	C1	2,5...12 pF	C43	10 000 pF	C85	330 pF	C127	68 000 pF	C169	430 pF
R2	56 kΩ	R44	10 kΩ	C2	2,5...12 pF	C44	220 pF	C86	27 pF	C128	27 pF	C170	430 pF
R3	330 kΩ	R45	10 kΩ	C3	2,5...12 pF	C45	330 pF	C87	8,2 pF	C129	5 μF	C171	36 pF
R4	39 kΩ	R46	100 Ω	C4	2,5...12 pF	C46	330 pF	C88	0,5 μF	C130	33 000 pF	C172	22 pF
R5	39 kΩ	R47	100 Ω	C5	2,5...12 pF	C47	680 pF	C89	100 pF	C131	33 000 pF	C173	30 pF
R6	10 kΩ	R48	39 kΩ	C6	2,5...12 pF	C48	33 000 pF	C90	33 000 pF	C132	33 000 pF	C174	1 μF
R7	10 kΩ	R49	56 kΩ	C7	6,8 pF	C49	68 000 pF	C91	0,5 μF	C133	330 pF	C175	430 pF
R8	10 kΩ	R50	200 kΩ	C8	6,8 pF	C50	3 300 pF	C92	47 pF	C134	33 000 pF	C176	3...28 pF
R9	2,7 kΩ	R51	330 kΩ	C9	6,8 pF	C51	3 300 pF	C93	220 pF	C135	33 000 pF	C177	33 000 pF
R10	3,9 kΩ	R52	470 kΩ	C10	10 pF	C52	0,5 μF	C94	10 000 pF	C136	33 000 pF	C178	6...25 pF
R11	470 kΩ	R53	39 kΩ	C11	6,8 pF	C53	10 000 pF	C95	68 000 pF	C137	5 μF	C179	22 pF
R12	240 kΩ	R54	100 kΩ	C12	6,8 pF	C54	6,8 pF	C96	560 pF	C138	700 μF	C180	36 pF
R13	470 kΩ	R55	270 kΩ	C13	470 pF	C55	2,5...12 pF	C97	560 pF	C139	700 μF	C181	430 pF
R14	82 Ω	R56	270 kΩ	C14	470 nF	C56	2,5...12 pF	C98	33 000 pF	C140	10 pF	C182	3...28 pF
R15	3,9 kΩ	R57	10 kΩ	C15	3...28 pF	C57	2,5...12 pF	C99	10 000 pF	C141	220 pF	C183	33 000 pF
R16	56 kΩ	R58	nincs megadva	C16	330 pF	C58	2,5...12 pF	C100	2,5...12 pF	C142	33 000 pF	C184	30 pF
R17	100 kΩ	R59	100 kΩ	C17	nincs megadva	C59	2,5...12 pF	C101	nincs megadva	C143	100 pF	C185	68 000 pF
R18	82 kΩ	R60	56 kΩ	C18	330 pF	C60	2,5...12 pF	C102	nincs megadva	C144	220 pF	C186	33 000 pF
R19	10 kΩ	R61	10 kΩ	C19	33 000 pF	C61	15 pF	C103	40 μF	C145	68 000 pF	C187	33 000 pF
R20	470 kΩ	R62	10 kΩ	C20	3 300 pF	C62	27 pF	C104	220 pF	C146	430 pF	C188	68 000 pF
R21	100 kΩ	R63	470 kΩ	C21	3 300 pF	C63	15 pF	C105	0,25 μF	C147	10 pF	C189	68 000 pF
R22	270 kΩ	R64	470 kΩ	C22	10 000 pF	C64	10 pF	C106	0,25 μF	C148	33 000 pF	C190	15 pF
R23	470 kΩ	R65	10 kΩ	C23	1 500 pF	C65	27 pF	C107	150 pF	C149	68 000 pF	C191	10 000 pF
R24	470 kΩ	R66	10 kΩ	C24	2,5...12 pF	C66	15 pF	C108	2,5...12 pF	C150	10 pF	C192	68 000 pF
R25	3,9 kΩ	R67	470 kΩ	C25	2,5...12 pF	C67	10 000 pF	C109	68 000 pF	C151	430 pF	C193	5 μF
R26	360 kΩ	R68	39 kΩ	C26	2,5...12 pF	C68	470 pF	C110	560 pF	C152	33 000 pF	C194	330 pF
R27	470 kΩ	R69	82 kΩ	C27	2,5...12 pF	C69	470 pF	C111	560 pF	C153	33 000 pF	C195	6,8 pF
R28	470 kΩ	R70	180 kΩ	C28	2,5...12 pF	C70	220 pF	C112	3,9 pF	C154	430 pF	C196	33 000 pF
R29	100 kΩ	R71	100 kΩ	C29	2,5...12 pF	C71	nincs megadva	C113	4,7 pF	C155	430 pF	C197	430 pF
R30	100 kΩ	R72	180 kΩ	C30	1 500 pF	C72	10 000 pF	C114	220 pF	C156	220 pF	C198	430 pF
R31	1MΩ	R73	100 kΩ	C31	3 300 pF	C73	220 pF	C115	33 000 pF	C157	68 000 pF	C199	33 000 pF
R32	10 kΩ	R74	10 kΩ	C32	3 μF	C74	330 pF	C116	3...28 pF	C158	330 pF	C200	470 pF
R33	150 kΩ	R75	470 kΩ	C33	15 pF	C75	0,5 μF	C117	2,5...4 pF	C159	22 pF	C201	6,8 pF
R34	56 kΩ	R76	10 kΩ	C34	27 pF	C76	220 pF	C118	10 pF	C160	68 000 pF	C202	100 pF
R35	100 kΩ	R77	270 kΩ	C35	15 pF	C77	33 000 pF	C119	220 pF	C161	68 000 pF	C203	68 000 pF
R36	180 kΩ	R78	1 MΩ	C36	10 pF	C78	33 000 pF	C120	68 000 pF	C162	36 pF	C204	10 000 pF
R37	39 kΩ	R79	39 kΩ	C37	27 pF	C79	2,5...4 pF	C121	33 000 pF	C163	22 pF	C205	10 000 pF
R38	10 kΩ	R80	240 kΩ	C38	15 pF	C80	0,5 μF	C122	33 000 pF	C164	1 μF	C206	150 nF
R39	100 kΩ	R81	10 kΩ	C39	470 pF	C81	10 pF	C123	100 pF	C165	68 000 pF	C207	33 000 pF
R40	22 kΩ	R82	1 MΩ	C40	470 pF	C82	220 pF	C124	10 000 pF	C166	33 000 pF	C208	2,2 nF
R41	56 kΩ	R83	1 MΩ	C41	220 pF	C83	68 000 pF	C125	68 000 pF	C167	36 pF	-	-

egyenirányító csatlakozókat hidegítik rádiófrekvencián.

Az R47, R50 ellenállásokból álló osztóval a tranzistoros oszcillátor munkapontja állítható be. A C105, C106 kondenzátorok a velük párhuzamos primer tekercsek induktivitásával meghatározzák a rezgés 2200 Hz-es frekvenciáját. A G6 csatlakozón ellenőrizhető a 2,4...2,5 V-os feszültség megléte.

A transzverter Dr6, C75 csatlakozási pontjából jut a 60 V-os egyenfeszültség egyrészt az elektroncsövek anódjára, másrészt az S1, S2 csatlakozó összekötött 1., 2. lábán keresztül az R16, R18, R19 osztón és az R20 hangerőszabályzó potenciométeren át az S3, S4 csatlakozó 3. lábáról a V14, V13, V12, V8, V7 elektroncsövek segédrcsaira. Az R20 potenciométerrel változtatjuk a segédrcsfeszültséget, ezáltal változik a szabályzott csövek meredeksége, így erősítése és egyúttal a hangerő is. A transzverter egység a forgókondenzátor fölött kapott helyet.

A stabilizált tápegység

A tápegység kapcsolási rajzát a 4. ábrán tanulmányozhatjuk. A hálózati transzformátor primer tekercse 127 V-os vagy 220 V-os hálózathoz kapcsolható. Természetesen a felirattól függetlenül a manapság szabványos 230 V-os, 50 Hz-es hálózathoz is csatlakozhatunk. A tápegységet a 2 jelű kapcsolóval kapcsolhatjuk be. Ekkor az 1 biztosítékon át a 3 kapcsoló helyzetétől függően az I. vagy a II. tekercs kerül feszültség alá. Ezzel egyidejűleg az 5 előtétellenállá-

son keresztül feszültséget kap és kigyullad a 6 glimmlámpa.

A III. tekercs az áteresztő tranzistoros tápegység referencifeszültségének biztosítására szolgál. A 8 (D226) egyutas egyenirányítóról a negatív egyenfeszültség a 11, 12, 14 elemekkel megvalósított szűrőn át a 16-on keresztül a 17 (D808) 8 V-os stabilizátor diódára kerül. A bemeneti feszültség megváltozásakor a diódán átfolyó áram változik, de a karakterisztikája folytán a rajta eső feszültség – bizonyos határon belül – állandó marad. Ez a terheléstől független állandó feszültség képezi a stabilizátor referencifeszültségét.

A IV. tekercs feszültségét a 9, 10 (D303) kétutas egyenirányító egyenfeszültséggé alakítja. A +2,5 V egyenirányítás után közvetlen a tápegység kimenetére van kötve. A 22 (P210) áteresztő tranzistor a negatív ágba van kötve. Névleges terhelés esetén a kimenőfeszültség a 23 potenciométerrel állítható be 2,5 V-ra. A referencifeszültség a 21 (MP15) tranzistorral felépített emitterkövető bázisára, míg a szabályozandó feszültség a kollektorára kerül.

A tranzistor emitterköri munkellenállását a két párhuzamosan kötött 15, 18 (2 × MP15) tranzistor képezi. Ez utóbbi emittere közvetlen vezérli a 22 áteresztő tranzistor bázisát.

Az áteresztő tranzistor emitteréről vehető le a stabilizált negatív feszültség. A stabilizátor úgy van beállítva, hogy a bemeneti (hálózati) feszültség (20 V-os ingadozása esetén a kimeneti feszültség maximum 0,1 V-ot változson. A tápegység hőmérsékletének

megváltozása esetén az áteresztő tranzistor munkapontja és emiatt a kimenőfeszültség is megváltozhat. Ennek elkerülése érdekében alkalmazzák a 24 (D7g) diódát. A dióda záróirányú ellenállása söntöli a 23, 20 referencifeszültség-osztó egy részét. A hőmérséklet megváltozásakor változik a dióda záróirányú ellenállása, ezért annak söntölő hatása is. Ez a változás az emitterkövető fokozaton át, az áteresztő tranzistor bázisán olyan irányú változást hoz létre, amely a túrértéken belüli állandó értéken tartja a kimenőfeszültséget.

A skálapontosság ellenőrzése és a hitelesítés

A vevő optikai skálájának hitelesítése a beépített hitelesítő oszcillátorral történik az I. és a IV. frekvenciakörzetben. A modulációs mód kapcsolót SKÁLAHITELESÍTÉS állásba állítjuk. A hangológombbal az I. körzetben 1715 kHz, a IV. körzetben 7950 kHz közelében a négyzettel jelölt skálapontra állunk.

A skála mellett jobbra és balra levő, szintén négyzettel jelölt csavarhúzó állítású trimmerkondenzátor-tengely forgatásával hallás után füttymélypontot állítunk be.

Ezután az I. körzetben 1225 kHz, a IV.-ben 7950 kHz közelében megkeressük a háromszög alakú jelet és a skálaablak hasonló jelével fedésbe hozzuk.

Frekvenciaeltérés esetén a szintén háromszög alakú mechanikus korrekttorral az optikai skála mutatóját pontos helyzetbe hozzuk.

Angyalföldről az Angyalföldi útról

C+F Kft.   **ubis** 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

HIFIMIX 

▼ TERMÉKEK  ▼ ALKATRÉSZEK 

www.hifimix.hu
info@hifimix.hu

@ online műszaki áruház

LoTW = a világ logbookja

Dr. Tolnai János okl. híradástechnikai szakmérnök, HA5LQ@freemail.hu

A rövidhullámokon forgalmazó, különösen a DX-ekre és diplomákra vadászó amatőrök számára fontos a partner QSL-lapjának begyűjtése. A ritka állomások, pl. DX-expedíciók nyugtálapjához gyakran csak „direkt” úton lehet hozzájutni, azaz postázni kell a QSL-t, a válaszborítékot és a válaszlevél bérmentéséhez az IRC-t vagy „green stamp”-et. Utóbbiból újabban, az USD értékvesztése miatt, sokszor nem is elég egy.

És, ha a várt QSL-t meg is hozza a posta (a szerző direkt-lapjainak csak 70%-ára kapott választ), egyes nagy értékű diplomák igényléséhez azokat be is kell mutatni: pl. a DXCC esetén postázni kell az USA-ba vagy személyesen kell a kiküldött ARRL-ellenőrrel megvizsgáltatni pl. Friedrichshafenben.

Az ARRL ezért 2003 szeptemberében a világ bármely amatőre által díjmentesen igénybe vehető, elektronikus LOGBOOK-ot nyitott (LoTW = Logbook of the World). A felhasználók a logjuk (állománaplójuk) adatait az ARRL-től kapott digitális aláírással hitelesítve tölthetik fel a rendszerbe. Ha egy összeköttetés adatait mindkét fél egyezően feltöltötte, ezt az ARRL az általa kiadott diplomákhoz felhasználható QSL-nek ismeri el. Igaz, ez az elismerés már nem díjmentes!

A következők áttekintést adnak az LoTW-rendszer szolgáltatásairól.

Az LoTW „QSL” felhasználhatósága

A papír QSL-lap három funkciót lát el:

1. Megerősít bennünket a meggyőződésünkben, hogy az adott állomással a megadott időpontban, sávban és üzemmódban összeköttetésben álltunk.

A ritka DX-ek, DX-expedíciók, az összeköttetésre váró nagyszámú ellenállomásra tekintettel, igen rövid QSO-kat létesítenek. Ha egyszer biztosan vették, nem szokták ismételtetni az ellenállomás hívójelét sem, így QRM, QRN vagy QSB esetén sokszor nem halljuk vissza egyértelműen a saját hívójelünket. Gyakran a DX hívójelét is csak a DX-cluster bejegyzéséből ismerjük meg (ő maga időtakarékossgából csak nagyon ritkán adja le), és e be-

jegyzések tévesek lehetnek. Időnként tréfás kedvű „pirate” állomások is megjelennek, melyek a ritka DX hívójelét használják.

Ha a DX-nek internetes on-line logja van, abból ellenőrizhetjük, hogy regisztrálta-e a kapcsolatunkat –, ennek híján az igazolást csak a QSL megérkezése adja.

2. A beérkező QSL-lap az érdekes QSO kézzel fogható bizonyítéka. Lehet díszes kivitelű, vastag, fényes papírra nyomott, a helyszínen készült színes fényképekkel, térképpel, a DX-expedíciót ismertető szöveggel –, ekkor értékét külleme is adja. Am lehet egyszerű, akár vékony papírra, kézzel írt szöveggel –, ekkor is egy távoli, esetleg egzotikus országból érkezett emlék.

3. Diplomák igénylésekor az összeköttetések bizonyítására a beérkezett QSL-ek szolgálnak. Nagyobb „értékű” diplomák igényléséhez e QSL-lapokat ellenőrzésre be is kell mutatni. Ha a diploma kibocsátójának nincs megbízott hazai „checkpoint”-ja, az eredeti nyugtálapokat kell postai úton be- (majd vissza-)küldeni –, a költségeken kívül vállalva a sok év alatt beszerzett, értékes lapok elveszésének kockázatát. Néha lehetőség van a lapok személyes bemutatására is külföldi nemzetközi rádiós találkozókra, ehhez viszont oda kell utazni.

A kapcsolatok nyugtázásának egy (ez évben fennállásának 10. évfordulóját ünneplő) elektronikus lehetőségét, az eQSL-rendszert az RT már részletesen ismertette (2007/8., ..., 2008/5.). Ez az ingyenesen igénybe vehető nyugtázási mód az 1. funkció gyakorlására tökéletesen megfelelő. (Volt rá példa, hogy néhány napon belül megérkezett eQSL-lap alapján derült ki, hogy az ellenállomás nem a DX-cluster bejegyzése alapján vélt állomás volt...)

Viszont az eQSL-t (nem számítva magát az eQSL-rendszert, amely a rendszer üzemeltetésére legalább évi 20 USD adományt adó felhasználók számára saját diplomákat állít ki) általában nem fogadják el diplomák kérvényezésénél a QSO bizonyítására. A beérkezett eQSL-ek kinyomtathatók, azonban, ha a küldő nem fizette ki a már említett évi 20 USD adományt, e

lapok egyformák, nincs semmilyen egyéni jellegzetességük.

A másik lehetőség a 2003. szeptember 15-én, az ARRL (The American Radio Relay League) által üzembe állított LoTW (Logbook of the World) rendszer. E rendszer díjmentes szolgáltatása, hogy fogadja a felhasználók által feltöltött (és digitálisan „aláírt”) logfájlokat, és amennyiben egy összeköttetést mindkét résztvevő állomás feltöltött, azt mindkét állomás esetében QSL-lel igazolt kapcsolatnak tekinti.

Ezekből a „QSL”-ekből a felhasználó által kiválasztottak az ARRL által kibocsátott diplomák igényléséhez használhatók fel, de erre a célra való jóváírásuk (credit) már nem ingyenes.

A rendszer nem továbbít kinyomtatható QSL-lapokat és (ellentétben az eQSL-rendszerrel) nem is jelzi az egyik állomásnak, ha a vele folytatott QSO adatait csak a másik állomás töltötte fel. Csak a mindkét állomás által egyezően feltöltött adatok alapján cserélt „QSL”-ről kapunk értesítést. Ebből következően SWL-ek a rendszert nem használhatják!

Az LoTW-rendszer tehát a QSL-nek az 1. és (az ARRL diplomáinak tekintetében) a 3. funkcióját látja el. Angol nyelvű részletes ismertetése a <http://www.arrl.org/lotw> oldalon olvasható.

Csatlakozás az LoTW-rendszerhez

A rendszerhez való csatlakozás első lépéseként az ARRL <http://www.arrl.org/lotw/#download> weboldaláról le kell tölteni egy programot, amely majd a rendszer használatához szükséges tqsl.exe ill. tqslcert.exe programokat telepíti a számítógépünkre. (TQSL = Trusted QSL, hiteles QSL.) A tqslcert.exe program a hitelesítéshez való tanúsítvány (certificate) kéréséhez kell. A tqsl.exe segítségével látjuk el „digitális aláírással” ADIF vagy Cabrillo formátumú logkivonatunkat (sőt, a QSO-k adatait egyenként begépelve, létrehozhatjuk magát az ADIF formátumú adatfájlt is ezzel).

A telepítőprogram Windows, MacOS X, ill. Linux operációs rendszerhez egyaránt rendelkezésre áll. A

letöltés megkezdése előtt célszerű az LoTW fájljai számára egy könyvtárat létesíteni.

A telepítőprogram futtatása után a tqsl.exe és tqslcert.exe programok (ha a telepítéskor mást nem határoztunk meg) a Program files\TrustedQSL" könyvtárba kerülnek és az „asztalon” megjelennek e programok ikonjai is.

A digitális aláíráshoz szükséges tanúsítvány-kérelem (Certificate Request) készítése és elküldése

Futtassuk a tqslcert.exe programot! Egy üzenetet kapunk, hogy még egy tanúsítványunk sincs és a program megkérdezi, hogy kívánunk-e kérni. YES válasz után meg kell adnunk a szükséges adatokat:

- hívójelünket (az első kérelemhez az alaphívójelet kell megadni; a /P, expedíciós stb. hívójelekhez később külön tanúsítványt kell majd kérni) és meg kell jelölni a DXCC-körzetünket,
- a feltölthető első QSO dátumát (ez célszerűen az engedély kiadásának az időpontja), a feltölthető utolsó QSO dátumát (ha a rádióengedélyünk még érvényes, ezt a rovatot hagyjuk üresen),
- levelezési címünket (ez USA-állomásoknál meg kell, hogy egyezzen az FCC nyilvántartásában szereplő címünkkel),
- e-mail címünket (erre a címre fogják a tanúsítványt megküldeni),
- meghatározhatunk egy jelszót, amelyet majd minden esetben meg kell adnunk, amikor elküldendő adatfájlunkat digitálisan aláírjuk. Ezt a jelszót számítógépünk tárolja, az ARRL nem kapja meg, ezért ha elveszítjük, nem is tud rá emlékeztetni. A jelszó tetszőleges számú karakterből állhat, a kis- és nagybetűk nem cserélhetők fel. Ha nem kívánunk jelszót használni, a mezőt hagyjuk üresen!
- Ha már van tanúsítványunk, amely alkalmas digitális aláírássra, a kérelmet ezzel írhatjuk alá. Mivel most még nincs, az „unsigned” lehetőséget választjuk.

Befejezésül „save” választással elmentjük a tanúsítvány-kérelmet (a fájl kiterjesztése .tq5 lesz). Jegyezzük meg, melyik tartalomjegyzékbe mentettük a

kérelmet, mert következő lépésként ezt a .tq5 fájlt el kell juttatnunk az ARRL-hez: vagy a lotw-logs@arrl.org címre küldött e-mail mellékleteként, vagy feltölthetjük a <https://www.arrl.org/lotw/> oldalról az „Upload File” menüt választva!

Az LoTW-rendszer az összeköttetés résztvevői által feltöltött adatokat csak akkor tekinti egymással egyezőnek (részletesebben ld. később), ha a megadott hívójelek is tökéletesen megegyeznek. Például HA5AA és HA5AA/P vagy OE/HA5AA különböző hívójeleknek számítanak, ezekhez külön tanúsítványokat kell kérni. További tanúsítványok akkor igényelhetők, amikor az alaphívójelre érvényes tanúsítvány már beérkezett. Ekkor a tqslcert.exe újabb futtatásánál az adatok megadása után a kérelmet ezzel a tanúsítvánnyal írhatjuk alá.

Beküldendő dokumentumok

Az első, digitálisan alá nem írt tanúsítvány-kérelem elektronikus feladása után igazolnunk kell, hogy az abban foglalt adatok a valóságnak megfelelnek. E célból (nem USA-beli operátoroknak) postai levélben (nem e-mail mellékletében!) be kell küldeniük rádióengedélyük fénymásolatát, valamint egy hatóság által kiállított, a személyazonosságot bizonyító igazolvány (pl. személyazonosító igazolvány, vezetői engedély vagy az útlevél megfelelő lapjának) fénymásolatát az alábbi címre:

Logbook Administration
ARRL
225 Main Street
Newington, CT 06111
USA

A tanúsítvány kiadása után e dokumentumoknak a beküldött fénymásolatát megsemmisítik.

Ha a már tanúsítvánnyal rendelkező felhasználó további tanúsítványt kér pl. régi hívójeléhez vagy DX-expedíciós hívójeléhez, további, azonosságát igazoló dokumentumokat nem kell beküldenie, de a kért hívójel használatára való jogosultságát igazolnia kell (kivéve, ha arra a CEPT, IARP vagy más, két vagy több ország közt létrejött megállapodás alapján külön írásos engedély nélkül volt jogosult). Ilyen esetben az igazolás történhet a beszkenelt rádióengedély e-mailben történő megküldésével az lotw-help@arrl.org címre.

Egyes DXCC-körzetekből történt forgalmazás esetén további dokumen-

tumokat is bekérnek (kormány szerv által kiállított, amatőr adóállomás üzemeltetésére is jogosító partraszállási engedély, a hajó kapitánya vagy a pilóta által kiállított igazolás arról, hogy a személyzetet az adott DXCC-körzetbe szállította stb.), az erre vonatkozó minden részlet megtalálható a <https://p1k.arrl.org/lotw/docreq> weboldalon.

A tanúsítvány letöltése

Az elkészült, .tq6 kiterjesztésű tanúsítványt az LoTW-re történő belépéshez szükséges felhasználói nevünket és a rendszer által generált belépési jelszót e-mail mellékleteként a kérelemben megadott e-mail címre küldik el. Ezt a jelszót belépés után a „Your Account” menüre, majd a „Change password” gombra kattintva megváltoztathatjuk. Ha a mellékletre duplán rákattintva, a tanúsítvány magától nem töltődik be, mentsük el a .tq6 fájlt, majd futtassuk a tqslcert.exe programot és a „File” menü „Load Certificate File” / „TQSL (tq.6 certificate file)” választással töltsük be azt! Ha a betöltés egyszer már megtörtént, a tqslcert.exe a továbbiakban „tQSL Certificates” listáján feltünteteti a tanúsítványt.

Sikeres futtatás után üzenet jelenik meg, hogy a program 3 igazolást töltött be. Ez rendjén van, a további igazolások vételekor az üzenet már csak 2 vagy 1 igazolás betöltését jelzi.

A .tq6 tanúsítvány illeszkedik a .tq5 kérelemben elküldött egyedi kulcshoz. Ha ez a kulcs nem áll rendelkezésre, a tanúsítvány nem tölthető be. Ezért az elküldött kérelmet ne töröljük!

A tanúsítvány elmentése

Célszerű a kapott tanúsítványt hajlékonylemezre vagy más adathordozóra elmenteni, mert egyébként a merevlemez meghibásodása vagy a rendszer újrainstallálása esetén a kapott tanúsítvány helyreállíthatatlanul elvész.

A tqslcert.exe programot indítva, a tanúsítvány-listán rákattintással jelöljük ki az elmenteni kívánt tanúsítványt, majd adjuk ki a „Certificate” menü „Save” parancsát. Kijelölhetjük, hogy a mentés hova történjen. Az így elmentett, az egyedi kulcsot is tartalmazó .p12 kiterjesztésű fájl segítségével a tanúsítványt más számítógépen is betölthetjük. Ehhez a másik gépen futtassuk a tqslcert.exe programot és válasszuk a „File” menü „Load Certificate File” / „PKCS#12 (p.12 certificate file)” pontját!

További tanúsítványok kérése

Amennyiben további tanúsítványokat kívánunk kérni (pl. /P hívójelre), ismételjük meg a „digitális aláíráshoz szükséges tanúsítvány-kérelem (Certificate Request) készítése és elküldése” szakaszban leírt lépéseket azzal az eltéréssel, hogy a kérelmet a már megkapott és betöltött digitális aláírással írjuk alá! (Ha az első kérelem készítésénél jelszót határoztunk meg, az aláíráshoz erre is szükség lesz). Ez gyorsítja a tanúsítvány kiadásának folyamatát, új tanúsítványunk az LoTW weboldalára bejelentkezve, User Account-unkon jelenik meg.

Telephely megadása

Amennyiben több telephelyről is dolgoztunk és a logkivonat elküldésekor meg kívánjuk jelölni, hogy melyik telephelyet használtuk, a *tqsl.exe* program „Station” menü „Add location” pontját kiválasztva különböző telephelyeket definiálhatunk és megadhatjuk ezek adatait (QTH-lokátor, ITU-zóna, CQ-zóna, IOTA ID stb.).

Adatok feltöltése az LoTW-rendszerbe

Először el kell készítenünk a feltölteni kívánt adatfájlt ADIF vagy Cabrillo

formátumban, majd azt digitálisan alá kell írunk. Az így készített *.tq8* formátumú fájlt e-mail mellékleteként küldhetjük be az ARRL-nek vagy az LoTW webes felületén tölthetjük fel.

Az ADIF vagy Cabrillo adatfájl létrehozása

Ha a logvezető programunk alkalmas ADIF vagy Cabrillo formátumú fájlok előállítására, akkor a feltöltendő adatfájlokat e programmal közvetlenül állíthatjuk elő. Amennyiben nincs ilyen programunk vagy csak egy-két QSO adatait kívánjuk feltölteni, az ADIF adatfájlt a *tqsl.exe* program „File” menü „Create New ADIF file” pontjában készíthetjük el. Minden QSO adatait külön „record” tartalmazza, melynek adatmezőit kézi beírással töltjük ki. Ezután megadhatjuk, hogy az elkészült ADIF fájl melyik tartalomjegyzékbe kerüljön.

Az ADIF vagy Cabrillo fájl digitális aláírása

Válasszuk ki a *tqsl.exe* program „File” menü „Sign existing ADIF or Cabrillo file” pontját! Ezután egy ablakban megjelennek telephelyeink (ha nem határoztunk meg több telephelyet, egyetlen „telephelyünk” a hívójelünk), a

megfelelőt a nevére, majd az OK gombra klikkelve állíthatjuk be. A most megjelenő ablakban kiválaszthatjuk az aláírandó (ADIF vagy Cabrillo) logfájlt, majd annak megnyitása után megadhatjuk, hogy az aláírt, *.tq8* kiterjesztésű, tömörített adatfájlnak mi legyen a neve és melyik tartalomjegyzékbe kerüljön. A „mentés” elrendelése után egy ablakban meg kell erősítenünk, hogy az adatfájl melyik hívójelünkhöz, ill. DXCC-körzetünkhöz tartozik és megadhatjuk, hogy a digitális aláírás milyen dátum-intervallumban történjen meg (az aláírt *.tq8* file csak a „start date” és „end date” közötti QSO-k adatait fogja tartalmazni). Ezután, ha az első tanúsítvány kérésekor jelszót határoztunk meg, meg kell adnunk ezt a jelszavunkat, mire a digitális aláírás megtörténik. Végül üzenet jelenik meg, ez közli, hogy hány „record” aláírása történt és a *.tq8* kiterjesztésű eredményfájl melyik tartalomjegyzékben található.

Az aláírt, tömörített adatfájl beküldése

A digitálisan aláírt, *.tq8* kiterjesztésű logfájlt egyik lehetőségként az lotw-logs@arrl.org címre, e-mail mellékleteként küldhetjük meg. Egy e-mailhez több melléklet is csatolható. Az e-mail tárgya és a szövegtest üres maradhat. Másik lehetőségként a *.tq8* file feltölthető a <https://www.arrl.org/lotw/> oldalon az „Upload File” menüt választva.

Az adatok vételét, a feldolgozott recordok és az ellenállomások által már feltöltött adatokkal talált egyezések (QSL-ek) számát a rendszer visszaigazolja.

Ha a logfájlt e-mail mellékleteként küldtük be, akkor a visszaigazolást e-mailben is megkapjuk. A továbbiakban a <https://www.arrl.org/lotw/> oldalra bejelentkezve, a „Your Account” menü „Your Activity” menüjéből, a megjelenő táblázatban a feltöltött fájl neve melletti „Result”-ra kattintva tekinthetjük meg a visszaigazolásokat.

A QSL-ek elismerése és diplomákhoz való elfogadása

Ha a QSO-ra vonatkozó recordot mindkét résztvevője feltöltötte, a rendszer akkor fogadja el QSL-ként, ha az adatokat egyezőnek találja. Ennek a feltételei a következők (<https://p1k.arrl.org/lotw/faq#datamatch>):

The screenshot shows the LoTW website interface. At the top, it says "Your Logbook QSOs" and "Windows Internet Explorer". The address bar shows "https://p1k.arrl.org/lotwuser/qso?lang_id=duc_act". The page title is "Your Logbook QSOs". The main content area is titled "Your QSOs" and contains a "QSO Query" form. The form has the following fields and options:

- Call sign worked: (empty)
- Your call sign: HASLQ
- Starting Date: (empty) Time: (empty)
- Ending Date: (empty) Time: (empty)
- Mode: CW Band: - Any -
- Show confirmed QSOs only:
- DXCC Entity: - Any -
- Sort by: QSO Date Descending
- Clear Form button
- Award Account: - None -
- Submit Query Form button
- Common Queries: Most Recent QSLs, Most Recent QSOs

At the bottom left, there is a copyright notice: "Copyright 2007 American Radio Relay League, Inc. All Rights Reserved."

1. ábra

New Query

25 Records Shown (1-25)
Sorted by Call sign (0.489799 seconds elapsed)

	Call sign	Worked	Date/Time	Band	Mode	Freq	QSL
Details	HA5LQ	VK1AA	2005-07-07 21:20:40	20M	CW	14.015030	AUSTRALIA
Details	HA5LQ	VK2ZL	1999-10-28 20:29:19	20M	CW		
Details	HA5LQ	VK3MR	1995-12-28 20:12:00	40M	CW		
Details	HA5LQ	VK6AU	2005-08-05 08:40:05	15M	CW	21.018500	
Details	HA5LQ	VK6DX	1999-03-31 21:04:00	40M	CW		
Details	HA5LQ	VK6HD	2005-10-23 12:38:25	17M	CW	18.078600	AUSTRALIA
Details	HA5LQ	VK6HD	2005-10-22 09:41:08	12M	CW	24.897800	AUSTRALIA
Details	HA5LQ	VK6HD	2001-08-02 22:27:12	40M	CW		AUSTRALIA
Details	HA5LQ	VK6HD	2000-01-27 21:48:24	40M	CW		AUSTRALIA
Details	HA5LQ	VK6JQ	2005-08-08 10:42:29	15M	CW	21.016970	
Details	HA5LQ	VK6RO	2005-10-22 09:21:09	10M	CW	28.025690	
Details	HA5LQ	VK6VZ	1999-03-13 21:55:00	40M	CW		
Details	HA5LQ	VK8AV	2000-06-21 22:21:55	20M	CW		
Details	HA5LQ	VK9AA	2007-11-25 21:04:49	40M	CW	7.058280	
Details	HA5LQ	VK9AA	2007-11-24 10:27:41	15M	CW	21.040720	
Details	HA5LQ	VK9CG	2005-11-11 10:22:16	20M	CW	14.010260	COCOS (KEELING) ISLAND
Details	HA5LQ	VK9CG	2005-11-10 16:03:46	30M	CW	10.104600	COCOS (KEELING) ISLAND
Details	HA5LQ	VK9CGG	2006-11-16 15:54:11	20M	CW	14.004800	COCOS (KEELING) ISLAND
Details	HA5LQ	VK9DNX	2007-02-22 19:03:23	30M	CW	10.103150	NORFOLK ISLAND
Details	HA5LQ	VK9DNX	2007-02-19 14:01:37	30M	CW	10.108350	NORFOLK ISLAND
Details	HA5LQ	VK9DNX	2007-02-16 19:27:24	40M	CW	7.010500	NORFOLK ISLAND
Details	HA5LQ	VK9DNX	2007-02-16 19:02:17	80M	CW	3.502320	NORFOLK ISLAND
Details	HA5LQ	VK9NS	2005-11-10 09:47:55	17M	CW	18.079000	
Details	HA5LQ	VK9WWI	2007-10-02 16:08:47	80M	CW	3.512030	
Details	HA5LQ	VK9WWI	2007-09-25 08:05:06	17M	CW	18.074000	

Most recent QSO record received 2008-05-08 16:22:50Z

Select QSOs to List	Submit Query Form
Call sign worked: <input type="text" value="VK*"/> <small>May use wildcards (? and *)</small> Your call sign: <input type="text" value="HA5LQ"/>	<input type="button" value="Submit"/>
Starting Date: <input type="text" value=""/> Time: <input type="text" value=""/> <small>YYYY-MM-DD HHMM</small> Ending Date: <input type="text" value=""/> Time: <input type="text" value=""/> <small>YYYY-MM-DD HHMM</small>	<input type="button" value="Common Queries"/> <input type="button" value="Most Recent QSLs"/> <input type="button" value="Most Recent QSOs"/>
Mode: <input type="text" value="- Any -"/> Band: <input type="text" value="- Any -"/>	
<input type="checkbox"/> Show confirmed QSOs only	
DXCC Entity: <input type="text" value="- Any -"/>	
Sort by <input type="text" value="Call sign"/> <input type="checkbox"/> Descending	
<input type="button" value="Clear Form"/>	
Award Account <input type="text" value="- None -"/>	

2. ábra

- a hívójelek kölcsönösen egyeznek (/P már-más hívójelnek számít!),
- a két fél által jelentett üzemmód azonos csoportban van. Csoportok: CW, PHONE, IMAGE, DATA. Ha az egyik fél FM-, a

másik SSB-üzemmódot jelölt be, az egyezés, mert mindkét üzemmód a PHONE csoportba tartozik. Viszont nem egyeznek az SSTV- és PSK-üzemmódok, mert az első az IMAGE, a második a DATA csoportba tartozik.

Részletes táblázatot a <https://plk.arrl.org/lotw/faq#modes> oldalon találhatunk.

- A két fél által jelzett időpontok között legfeljebb 30 perc eltérés van (UTC).
- Műholdas összeköttetésnél egyeznie kell a „satellite” sáv-meghatározásnak és a műhold nevének, nem műholdas kapcsolatnál egyeznie kell az adási és a vételi hullámsávnak (ha a vételi hullámsáv külön nincs feltöltve, azt a rendszer az adási hullámsávval azonosnak tekinti. A keresztsávós összeköttetésekre tekintettel a rendszer egyezőnek tekinti azt is, ha az egyik sáv megegyezik a másik vételi sávval és viszont).

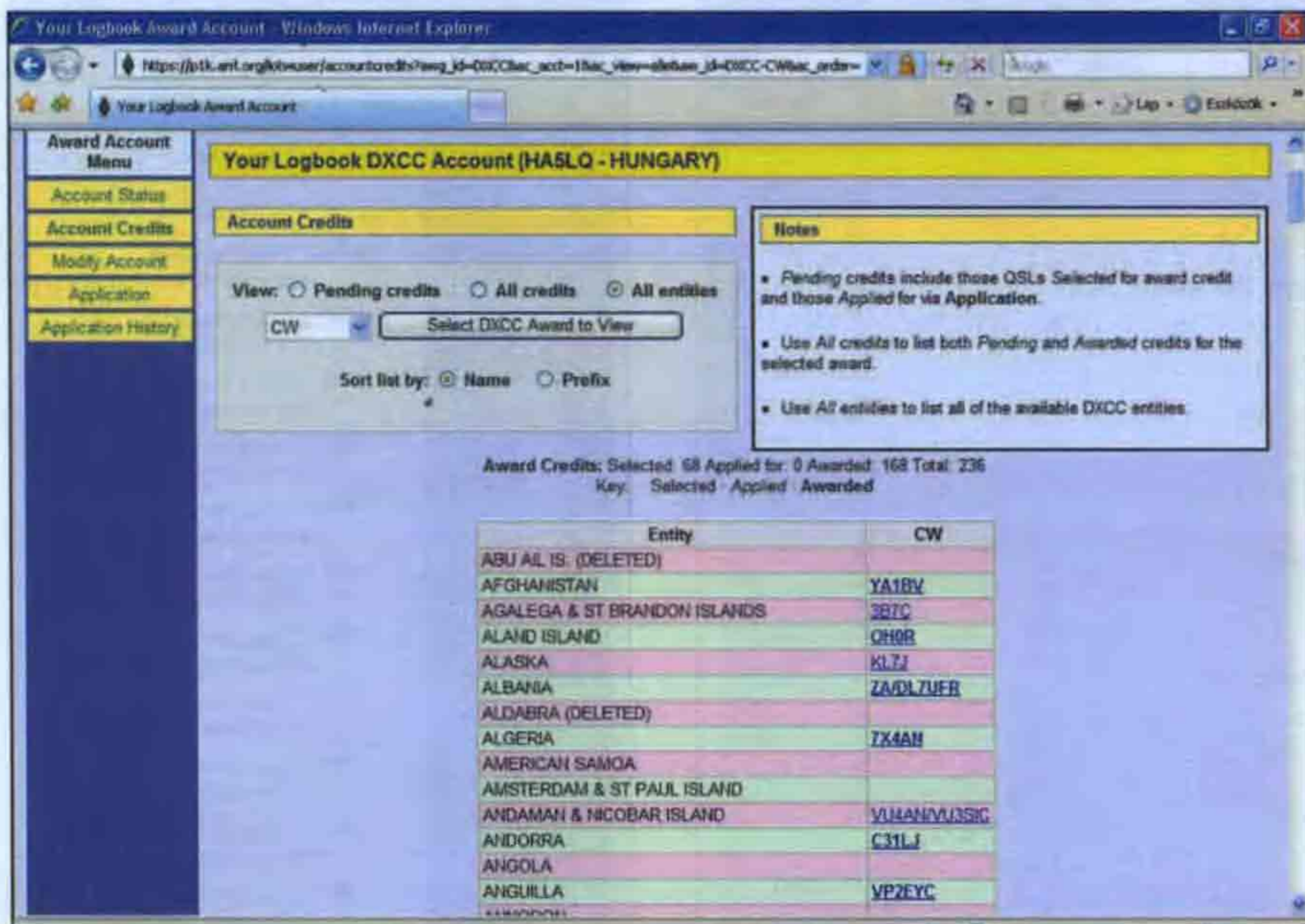
Egy QSO csak egy másik QSO-val lehet egyező, azaz ha a feltételeknek több összeköttetés is megfelel (fél órán belül ugyanazon állomással, azonos sávban és üzemmód-csoportban több kapcsolatot is létesítettünk), a rendszer ezek közül egyet párosít.

Az egyszer már feltöltött adatok többé nem törölhetők. Semmilyen problémát nem jelent, ha téves adatot, pl. hibás hívójelű ellenállomást töltöttünk fel; ezzel egyező QSO-t a rendszer úgyszem fog találni. Az állomásunk helyére vonatkozó információ azonban korrigálható, ha ugyanazt a QSO-recordot a helyes állomáshelyet megjelölve ismét feltöltjük.

Az LoTW „QSL”-t minden, az ARRL által kiadott vagy szponzorált diplomához (pl. DXCC, WAS, WAC, VUCC) elfogadják. Lehetnek diplomák, amelyek kérvényezéséhez az egyező recordok QSL-ként való elismeréséhez további feltételeknek is teljesülniük kell.

QSO-ink és QSL-jeink ellenőrzése

Az LoTW weboldalára (<https://www.arrl.org/lotw/>) bejelentkezve, a lap jobb felső részén megjelenik a hívójelünk, az addig feltöltött QSO-ink és kapott QSL-jeink száma. A „Your QSOs” menü választása után különféle szempontok szerint lekérdezhajjuk a feltöltött QSO-ink adatait (1. ábra). Mivel a teljes weboldal a képernyőn nem fér el, jobb oldalon függőleges gördítősáv látszik, de az ábra a teljes lapot mutatja. Keresési szempontként megadhatjuk a partnerünk hívójelét (vagy annak egy részét, vagy a DXCC-körzetét), meghatározhatjuk, hogy milyen időinter-



5. ábra

Az „Award Account Menu” „Account Credits” választással arról kaphatunk összesített listát (5. ábra), hogy a megjelölt üzemmódban (valamennyi sávot beleértve) melyik DXCC-körzettel van már korábban elismert, illetve most, az LoTW-n keresztül elismertethető további QSO-nk. Az ábrán a listázást CW üzemmódban, az összes körzet megjelenítésével, azok nevének betűrendjében kértük. A „CW” oszlopban félkövér karakterekkel jelennek meg a már elismert; normál karakterekkel a most elismertethető állomások hívójelei. A hívójelre kattintva újabb ablakban egy, az adott állomással létesített record adatai láthatók. (Az 5. ábrán csak a lista néhány első tagja szerepel, a továbbiakat a függőleges gördítősáv használatával lehet a képernyőre hívni.)

Itt jegyezzük meg, hogy valamennyi táblázat kinyomtatható (jobb oldali egérgombbal klikk, „nyomtatás...”). A kinyomtatott oldalakon csak a táblázat és az azzal kapcsolatos érdeemi adatok jelennek meg.

Az LoTW-ben igazolt kapcsolatok elismerésének kérése

A kérelmezést az „Account Status” menü „Application” gombjára klikkelve kezdhetjük meg. Minden lépés után van „Back”, ill. „Cancel” lehetőség, ill. a folyamat az „Awards” főmenüre kattintva is befejezhető. Az első lépésben a 4. ábrán láthatóhoz hasonló táblázat

jelenik meg azzal az eltéréssel, hogy soraiban a DXCC-hez még el nem ismert, de az LoTW által igazolt QSO-k vannak feltüntetve. A táblázat elejét a 6. ábra mutatja.

A „Check” oszlopban levő négyzetben kell megjelölni, hogy az adott QSO-t a DXCC-hez el kívánjuk-e ismertetni. Mivel minden elismert QSO után fizetni kell, érdemes megfontolni, hogy az igényelni kívánt diplomák feltételeinek teljesítéséhez mely összeköttetésekre van szükség! A „Clear all”-ra kattintva minden kijelölés megszűnik, a „Check all” pedig az összes QSO-t kijelöli. A táblázat fejlé-

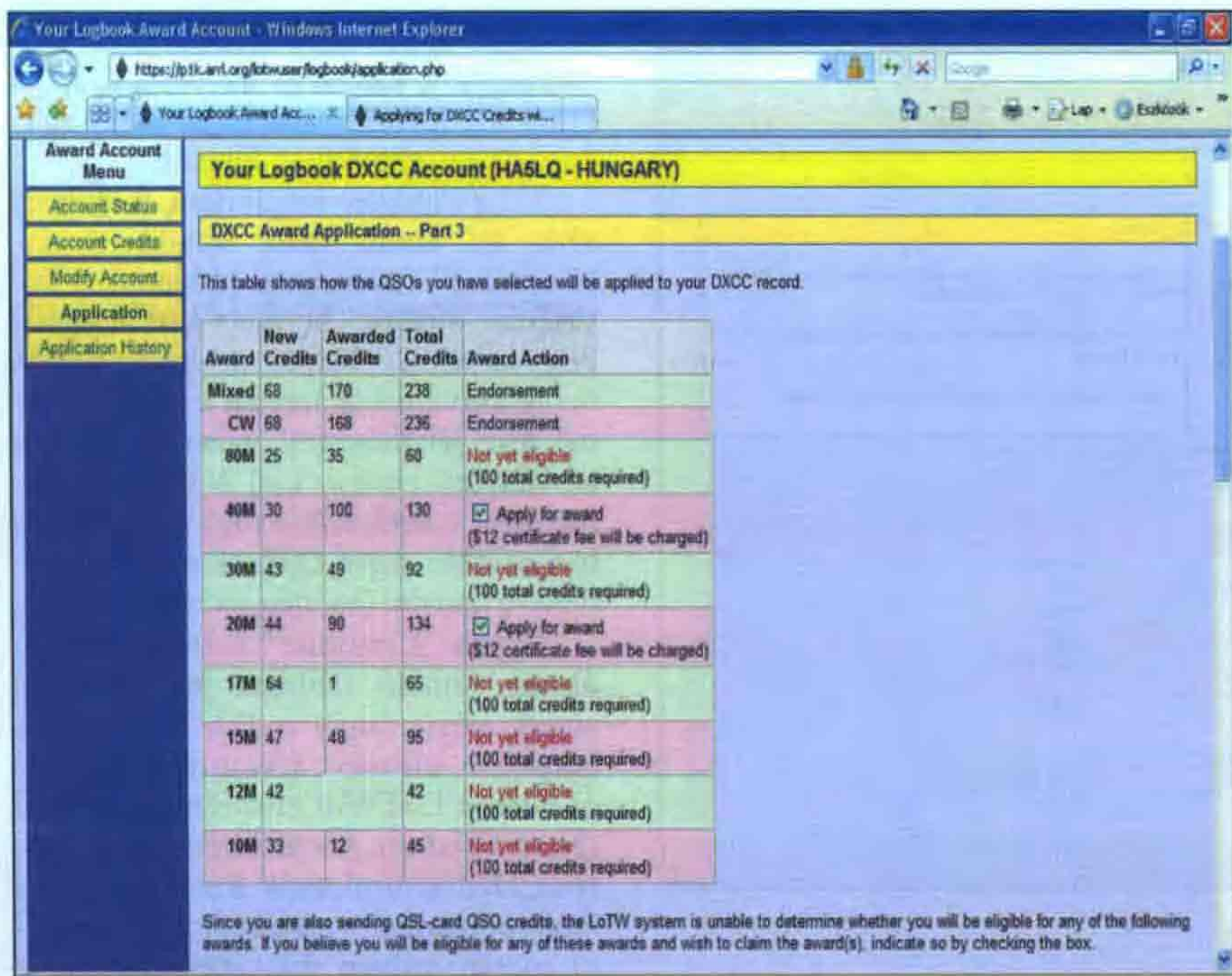
6. ábra

cében az egyes üzemmódokra, ill. hullámsávokra kattintva az összes olyan QSO kijelölődik, amely az adott sávban, ill. üzemmódban létesült.

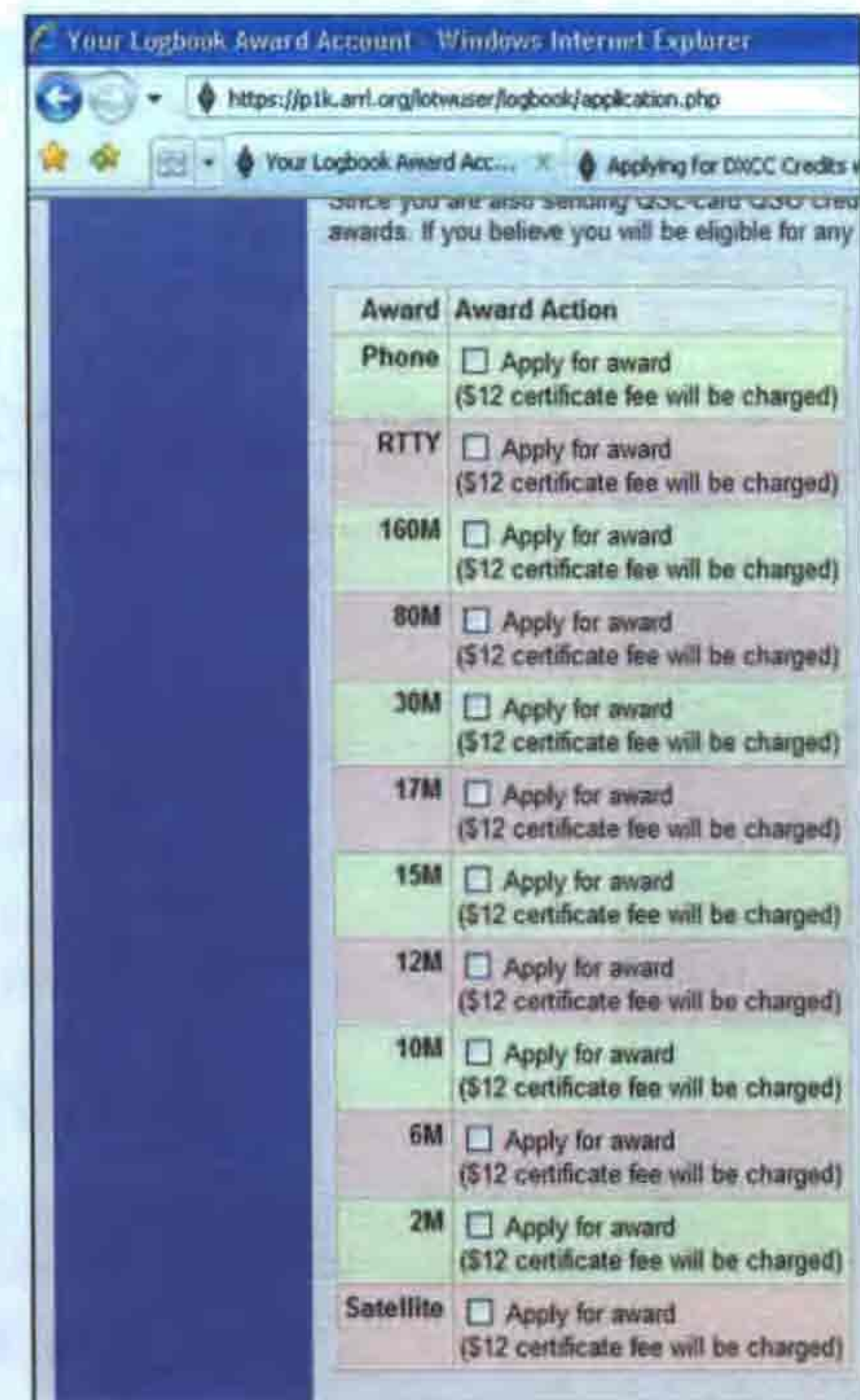
Ha a kijelölés megtörtént, a táblázat alsó, az ábrán nem látható részén, „Continue” választással juthatunk a következő oldalra. Itt meg kell adnunk, hogy az adott évben ez az első vagy többedik kérvényünk (ennek a díjszámításnál lesz jelentősége), valamint hogy e kérvényünk csak az LoTW QSL-ek elismerésére vonatkozik-e vagy a közeljövőben további papír QSL-eket is be kívánunk-e mutatni (ha igen, akkor mennyit).

Újabb „Continue” kattintásra a 7. ábrán látható táblázat jelenik meg, amely közli, hogy a DXCC-hez már korábban elismert (Awarded Credits) és a most LoTW-n elismerésre kijelölt (New Credits) összeköttetésekkel milyen DXCC-diplomák kiváltására lettünk jogosultak, valamint ezek igénylése esetén milyen díjat kell fizetni. A táblázatban meg kell jelölnünk, hogy ezek melyikére tartunk igényt (az ábrán a felajánlott 40 és 20 m-es diploma is meg van jelölve). Ez a táblázat a bemutatni kívánt papír QSL-eket nem veszi tekintetbe, hiszen azokról semmilyen adatot nem szolgáltatunk. Ha úgy véljük, hogy a bemutatandó papír QSL-lapokkal együtt jogosulttá válunk újabb sávra vagy üzemmódra szóló DXCC-diplomák kiváltásához, ezt a lap alján jelölhetjük be (8. ábra).

A lap alján meg kell adnunk a nevünket, címünket, e-mail fiókunkat, majd továbbjuthatunk a díjakat számító következő oldalra. Felső részét a 9. ábra mutatja.



7. ábra



8. ábra

Magának, az adott évben első kérelemnek a díja 12 USD, a kijelölt 328 LoTW QSL elismerési díja 57,40 USD (ld. alább). A papír QSL-ek bemutatásáért majd a későbbiekben, külön kell fizetni. A kért két (20 és 40 m-es) diploma ára 24 USD, mindösszesen 93,40 USD.

A lap alján megjelölhetjük, hogy a bemutatni kívánt nyugtalapokat hogyan kívánjuk eljuttatni az ARRL-hez, majd bankkártyánkkal azonnal fizethetünk is.

Az LoTW QSL-ek elismerési („credit”) díja:

alap	0,250 USD/QSO
50 QSO	0,225 USD/QSO
100 QSO	0,200 USD/QSO
250 QSO	0,175 USD/QSO
500 QSO	0,150 USD/QSO

Ha az elismerni kért QSO-k száma meghaladja a bal oldali mennyiséget, valamennyi után az ahhoz tartozó „diszkont” lapdíjat kell fizetni. Jelen esetben 328 QSO meghaladja a 250-es limitet, tehát 0,175 USD/QSO került felszámításra.

Folyószámla

Az LoTW minden felhasználónak folyószámlát vezet, amely bejelentkezés után a „Your Account” / „Payment Credits” menüpontból érhető el. Lehetőség van arra, hogy előre, nagyobb számú QSL elismerését fizessük ki a

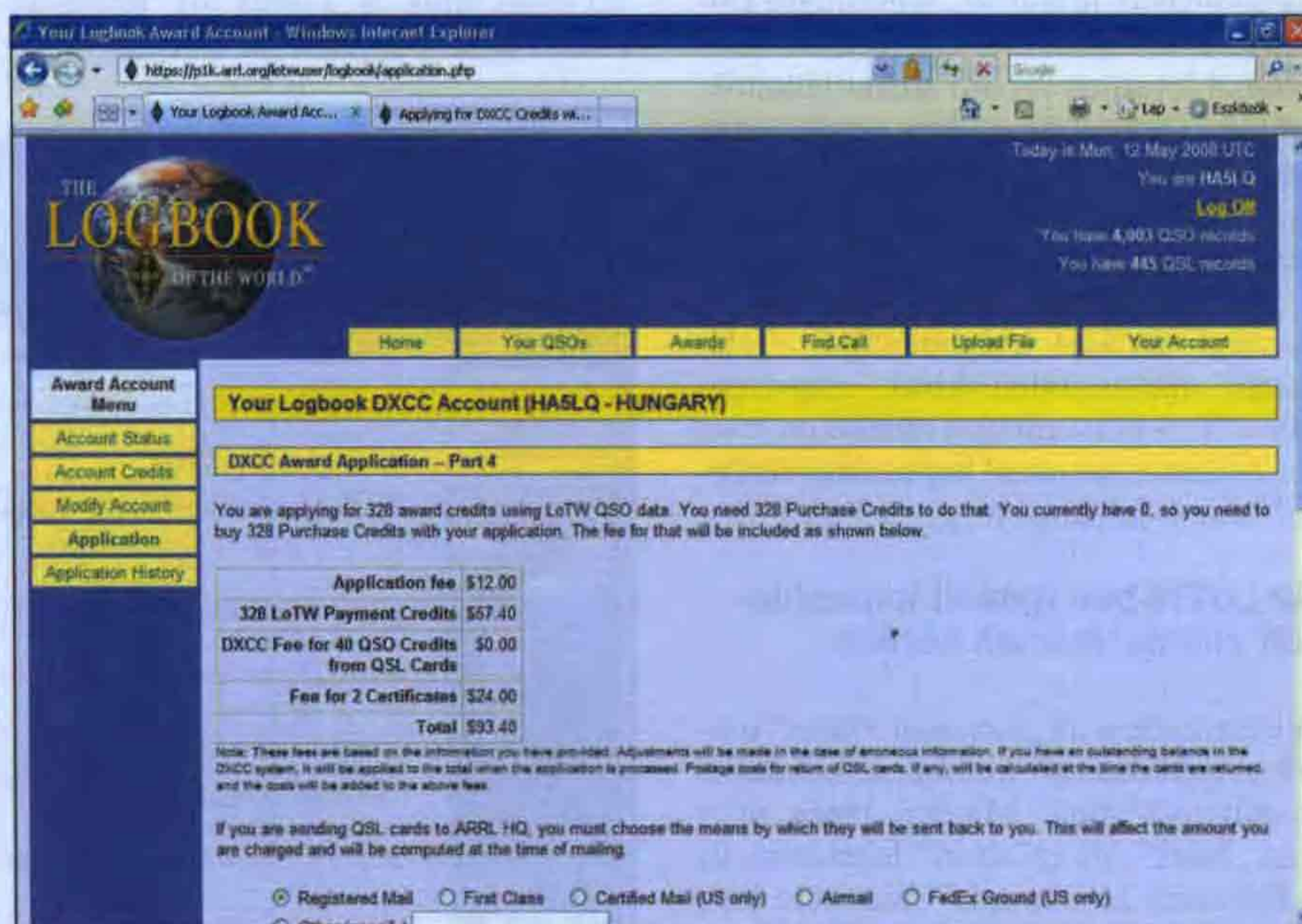
megfelelő diszkontáron és ezzel meg egyező számú, később felhasználható „creditet” szerezzünk. A megvásárolt creditjeink számát ugyanebben a menüpontban ellenőrizhetjük. Ha a folyószámlánkon vannak creditek, akkor diploma igénylésénél az adott keretig a QSO-k elismeréséért nem kell fizetni. (Az igénylési díjat és a diplomák árát viszont a még megmaradó creditek értékétől függetlenül ki kell fizetni.)

A megvásárolt creditek nem ruházhatók át és árukat nem térítik vissza.

Tanúsítvány megújítása

A tanúsítványokat legalább évente egyszer meg kell újítani. Ehhez semmilyen új dokumentum beküldése nem szükséges.

A tqslcert.exe program „Renew Certificate” parancsát kell használni.



9. ábra

CQ de HA... CQ de HG... 2008

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ

Ünnepi események

2008-ban, a szervezett országos rádióamatőr mozgalmunk megalapításának 80. évfordulója alkalmából, gazdag éves programot állított össze a Magyar Rádióamatőr Szövetség elnöksége. A tervek között szerepelt például HA80..., HG80... kezdetű alkalmi hívójelek engedélyeztetése egyéni és kollektív adóállomásoknak a hatóságnál, HG80HQ, HA80MRASZ, HG80MRASZ hívójelek kérése a MRASZ céljaira, diploma alapítása és kiadása, logók készíttetése, kétfordulós RH- és URH-verseny kiírása, valamint lebonyolítása, országjáró autós túra a rádióamatőrök tevékenységének bemutatására, ünnepi „Hajdú QTC” híradó, ünnepi „MRASZ Közlemények” kiadása.



Az elnökség pályázatot hirdetett az utánpótlásképzésre, vizsgáztatásra és rajz-, továbbá fotópályázatot írt ki „80 éves a szervezett magyar rádióamatőrmozgalmunk” címmel. Ez utóbbi pályázaton nem csak a rádióamatőrök, hanem a 18 év korhatárú hozzátartozóik is részt vehettek fényképekkel, grafikákkal, festményekkel. (A téma a rádióamatőr tevékenységgel kapcsolatos, jellemző, érdekes momentumok demonstrálása volt.) És a felsorolás korántsem teljes...

Az ünnepi eseménysorozat záróakordjaként „Sportgála” szerepelt.

Házunk tájékaról

avagy, ami a Rádiótechnika folyóiratunkból kimaradt

Elismerés

Siófok város is elismeri azt a több évtizedes munkát, amit elsődlegesen az ifjúság nevelésében, felkészítésében végzett a Siófoki Rádióklub. 2008. május 19-én ünnepélyes körülmények között a Fogas Étteremben került sor 16 kiválóság és egyesület jutalmazására az „Avosatus Pro Urbe Alapítvány” részéről. Az egyesületek soraiban kiemelkedő minősítést kaptak a rádióamatőrök.

A Turjányi (HA3GJ, HA3GQ, HA3GI) családnak van a legtöbb munkája ebben –, őket oklevéllel, plakettel díjazták. Remélhetőleg más területeken is hasonló elismeréseket kap a rádióamatőr mozgalmunk!

Néhány szép gondolat

az amatőr rádiózásról. A MRASZ honlapján jelent meg egy nekrológ kapcsán:

„Amikor leül az ember a rádió mellé és felveszi a fejhallgatót, akkor egy másik dimenzióba lép. Egy másik világba. Gyönyörű világba. Mások a színek, különleges a nyelv, változatosabbak az örömök és tán feledhetőbbek a báná-



tok. Ezért hihetjük halandóbbaknak magunkat mi, amatőr rádiósok. Valamiért eljutunk oda, hogy megtanuljuk ezt a másik dimenziót. Igen, megtanuljuk. Nem csúsztatjuk csak úgy a mellényvagy farzsebbe, de nem is lebeg feletünk ilyenkor a kényszer kardja. Egyre jobban és jobbak szeretnénk lenni, és persze leszünk is. Majd egyengetjük mások útját nem csak az életben, de a rádiózásban is. Ám egyszer elfogy az öröm belőlünk, könnyben úsznak a dimenziók, elfáradnak az ölelő, segítő kezek... Ismét elhallgatott egy hívójel, már nem kerül az állomásnaplókba és a versenylogókba...”

„CQ Gyermekeknap – KID-aktivitás”

2008. május 24–25-én, a Nemzetközi Gyermekeknap alkalmából figyelemre méltó rádióamatőr aktivitásnak lehetünk tanúi. A 3610–3640 kHz-es sávszegmensben, valamint 2 m szimplexen és 70 cm-en megjelentek a „KID” (kölyök) hívójelek, mint pl. HA '2KID Tatabányáról, '3KID Zamárdiból, '5KID Budapestről, '7KID Karcagról '9KID Ózdról, továbbá egyéni ifjúsági állomások és természetesen a velük összeköttetéseket kereső, létesítő felnőttek.

A Fővárosi Rádióamatőr Klub HA5KDR (HG2T) kollektívája már május 23-án rádiós bemutatót tartott Süttön, a helyi Általános Iskolában.



HG4UK Andi, KID-aktivitás



A 10 éves András mint HA2KID

HA3NU Laci a Pannondx levelezőlistán közölte: „Én is megyek egy iskolába bemutatót tartani.”

HA5TMK Laci közölte az interneten: »Lányom osztálya Patcán, Kaposvár közelében tölti a hetet erdei iskola ürügyén. Szombaton reggel ott összerakom az állomást és amint lehet, bekapcsolunk. A gyerekek számára a rádiózás lesz az egyik fő program. A hívójelünk HA5MANO, tekintettel a 8, 9, 12 éves „manók”-ra.« (Aznap már 34 könnyed kapcsolatot naplóztak. Még egy szülő is szeretne volna kipróbálni a rádiózást, HI!)

A szombati napon HA2KID *Balázs* és *Krisztián* operátora 80 m-en 27, vasárnap pedig *Pistivel* együtt 19 –, 2 m-en 18 QSO-t jegyzett. Álljon itt néhány ifjú, olyan utánpótlásjelölt, aki megjelent a sávokban: '3KID *Attila*, '5CQZ *Timi*, '5KDR *Andi*, '5KID *Klári*, '5UK *Blanka*, HG5ACZ *Bogi*, '7KRE, a 8 éves *Márk*, 8LSU *Detti*, a 89 összeköttetést létesítő '9KID *Bálint*

(10 éves) és *Bea* (9 éves), YU7JDE *Móni*. A HA5MANO 13 – közülük 2 yl – operátorral működött! A résztvevők számára díszes emléklapok és bíkó QSL-lapok is készültek.

A gyermekek szórakoztatásán túl jó hírverés volt ez az esemény: az MTI is szerepeltette a hírei között, vagy például a tatabányai rádió 97,8 MHz-en többször is... Széles körben ismerjék meg mozgalmunkat az iskolák, a tanulók és a szülők is! Nagy szükség van az utánpótlásra!

Jubileumi rádióamatőr országjárás

Országos autós túrát indított a MRASZ ünnepi megemlékezéseinek keretében a Rádió Sportklub Debrecen. A város önkormányzatának támogatásával 2008. május 26-tól 31-ig az öttagú csapat – HG800BW *Imre*, HA800DX *Zoltán*, HG800EK *Dezső*, HA800HA *Gyula* és HA800NAR *László* – kb. 3000 km-es

utat tett meg. Az útba ejtett városok: Nyíregyháza, Miskolc, Eger, Balassagyarmat, Salgótarján, Szolnok, Békéscsaba, Tótkomlós, Szeged, Szekszárd, Pécs, Kaposvár, Zalaegerszeg, Szombathely, Győr, Tatabánya, Veszprém, Székesfehérvár, Kecskemét és Budapest. Tervek szerint találkoztak a helyi városvezetőkkel és természetesen rádióamatőrökkel. A túra célja volt: népszerűsíteni Debrecen kulturális eseményeit és a rádióamatőrkedést. (No és persze a hosszú út során forgalmazni RH-n és URH-n. A „vezérhívójelünk” a HG80MRASZ volt.)

A túrához kapcsolódóan díszes, ingyenes oklevelet is kibocsátottak az összeköttetéseket jegyzőkönyvvel bizonyító QSO-partnerek számára (65-en voltak. A szerk.). Közöttük 5 db 2-személyes jegyet is kisorsoltak az augusztus 20-i Debreceni Virágkarneválra, a dísztribünre. Az országjárással számos helyi rádióadó és napilap is foglalkozott.



Gyermeknap biánkó-QSL



HAM RADIO: jelek a Marsra!

Hagyományosan június utolsó vikendjén, 27. és 29. között tartották Európa legnagyobb formátumú rádióamatőr találkozóját és vásárját a Bodentó mellett, Friedrichshafenben. Immár ez a 33. alkalom volt 1976 óta. Szerre a világból, 30 országból 17 000 látogató, 180 kiállító és rádióamatőr szövetség vett részt a rendezvényen, közöttük a mi Szövetségünk is. A képviselőnk-ről HA5BA Klári így számolt be:

»... Szövetségünk standját a pályázat elnyerését követően a Puskás Tivadar Rádióklub kollektívája rendezte be. Igyekeztünk a standon méltóképpen megemlékezni a szervezett magyar rádióamatőr mozgalom fennállásának 80. évfordulójáról. A MRASZ-embléma alatt a 80-as szimbólumot is láthatta a közönség. A standot ebben az évben HA805BA, HA805LC, HA50J, HA5KHC *Jutka* és HG50LQ működtette.

A látogatók kérdéseire esetenként angol, német, orosz vagy francia nyelven válaszoltunk. Tablóinkon kiemelt helyen mutattuk be a 80 éves évforduló diplomáját, ezenkívül a hazánk kimagasló történelmi eseményeihez (1848-hoz, 1956-hoz) kötődő, impozáns kivitelű diplomáinkat. A trófeavadászok angol-német nyelvű ismertetőt kaptak a megszerzési feltételekről. Az átjátszóinkról komplett anyagot adhattunk a hazánkba készülő amatőrtársak kezébe. Meglepően sokan szeretnének HA hívőjelet szerezni, – az NHH honlapjának elérhetőségét is közöltük. A Rádióvilág Kft. évkönyvekkel és az RT legújabb lapszámaival gazdagította a kínálatunkat. (Tnx HA5KU!) Egy könyvjúdonyságot is bemutattunk, az értékes gyűjtemény dr. Falus László tollából származik, a cím: Zelenka László, a rádiótechnika úttörője, a „magyar Edison”.

HA5FQ jóvoltából az NMARK kiadványát is elvihették az érdeklődők. A legújabb Tourinform-katalógusok többségét is megszereztük, így angol és német nyelven átfogó képet mutathattunk be a turisztikai és gasztronómiai szempontból érdeklődőknek. A „rádiós országjárás” tablókon demonstráltuk. A HA0-ás fiúk révén Debrecen kulturális életébe is betekintést nyerhettek a látogatóink. Borvidékeink közül háromból a gyakorlatban is ízelítőt adhattunk; a hungarikum tokaji mellett szekszárdi és egri nedűket is kóstolhattak vendégeink. Vendégkönyvünkben az elmúlt

MHz	állomások	km	terjedés	dátum
145	HA50V-ZL3TY	17 762	EME	2005.
	HA0HO-EA8XS	3 865	E	1983. VII. 16.
	HG3UU-CT1FAK	2 291	MS	1996. VIII. 12.
	HG8ET-EI6AS	2 021	A	1989. III. 13.
	HG1YA-EA1BLA	1 973	FAI	1987. VI. 25.
	HG5FMV-GM6LNM	1 846	T	1987. XI. 7.
432	HG1YA-VK5MC	17 000	EME	1990. X. 13.
	HG8ET-G3COJ	1 616	A	1989. III. 14.
	HG8VF-FD1FHI	1 603	MS	1988. VIII. 12.
	HG8VF-G3LQR	1 451	T	1987. VIII. 31.
1 296	HA5SHF-VK3UM	15 582	EME	2006. X. 13.
	HG7B/P-G6SPS	1 366	T	1995. X. 8.
2 300	HA5SHF/P-DG2DAA	712	T	2008. VII. 6.
5 650	HA5SHF/P-DM7A	504	T	2008. VII. 6.
10 000	HA2M-I4JED/4	666	T	2001. V. 5.
24 000	HA5SHF/2-OE3A	189	T	2007. VII. 7.
47 000	HG2RD/1-OE9XXI/4	?	T	1989. IX. 23.
76 000	HG2RD/1-OE9XXI/4	?	T	1989. IX. 23.

éveket is meghaladó, több mint 400 hívőjel szerepel, kedves észrevételekkel!

...A stand kuriózuma HA8DH *Hegyi Lóránd* morze-szalagíró készüléke volt, amely korábban a BURABU-n I. helyezést ért el a konstruktóri versenyben. Itt is páratlan sikert aratott. Fényképezték, ízekre szedték, szerencsére csak a tekintetükkel... A morzejelek felépítése és egyszerűsége vált szó szerint kézzel foghatóvá. A készülék hangfrekvenciás távirójjel vezérelhető, számítógéppel vagy RH-vevővel működésbe hozható. A legnagyobb jelsebesség 140 betű/perc, a szalagtovábbítás a távirójel megjelenésekor indul 1,2 m/s sebességgel. A konstruktőr a megépítéshez hibás CD-t, magnómotort, szögeket, golyóstoll-betétet, telefon-fejhallgató betétet stb. használt fel.

...Szombaton e sorok írója HA3FRE *Évával* együtt részt vett a hagyományos nemzetközi YL-találkozón, mintegy 200 yl, xyl társaságában. Kedves gesztus minden évben a külföldi yl-ek köszöntése. Felmegyünk a színpadra, bemutatkozunk és ki-ki vérmérséklete, nyelvtudása szerint néhány mondattal köszönti a hallgatóságot. Hozzászólá-

somban kiemelttem, hogy a mozgalmunk ez évben 80 éves és ezzel kapcsolatban diplomát adunk ki, továbbá különleges hívőjellel lehet forgalmazni.

A vasárnapi zárónapon kellemes esemény részese lehettem. A DARC-standon RUFZ-versenyt tartottak. Naponta egy alkalommal lehetett megkísérelni 50 hívőjel vételét. Az első nap után még vezettem, de a végén „csak” bronzérmert nyertem...

A látogatók 90%-a kitűnőnek, illetve jónak ítélte a rendezvényt és 91%-a biztosnak jelezte a részvételét a jövő évben is. Mi, a rádióklubunk részéről, is így búcsúztunk vasárnap délután: találkozunk 2009. június 26. és 28. között ugyanitt, a Zeppelin-városban.«

Magyar kézübillentyűs verseny (HSKC)

Immár hagyományosan, április 2. teljes hétvégének vasárnapjára, 15–17 UT közötti időtartamra hirdette meg a jászszentlászlói HA8KUX kollektíva. Végül is 46-an értékeltették az eredményüket. Íme, a dobogós helyezettek: legfeljebb 10 W-tal 1. HA8KW 59

9A/HA5KKC/QRP Croatia DxPediton Pasman Island EU-174
 9A/HA5MA Laci
 9A/HA5LV Viktor
 9A/HA7CR Mih
 9A/HA5AHX Plet
 9A/HA8LNN Zoli
 Txn for the QSO! Best Dx Vy 73's
 KÖR A QSO T FER!

CQ15 9A2ZD's QTH ITU28
 Confirming QSO with: HA5KU/QRP

Day	UTC	MHz	2 WAY	RS/RST
4	2150	3,5	CW	599

 2007. november. HF Rig: TS-450S, FT-817
 Ant: 160m Inverted-L, 80-30m DP, 20-10GP
 VHF Rig: FT-807 G17B (300W) P9FT

HA-QRP verseny: kitelepülők QSL-je

QSO, 4905 pont, 2. HA4AA/P 57-4730, 3. HA5TI 57-4558. Legfeljebb 100 W-tal 1. HA7SGB 59-5568, 2. HA3OV 60-5175, 3. HG1Y 57-5152.

Mindenkinek tetszett a verseny, jókedvűen vettek részt a megmérettetésben. Néhány mondat a kommentálásokból:

HA5MY Feri: „Élveztem a versenyt. Kérdezem a rendezőket: mivel az első fél órában a kezem még nem szokta meg a billentyűt – ballal kerestem –, a jobb kezem három ujját masszírozták, mert görcsbe rándult. Ettől többkezelős állomás lettem? (Egyébként 56 QSO-m lett.) A '80-as években a HA8KAZ-ről versenyeztünk kézi billentyűvel A CQ-WW-DX-CW-ben. Utána egy hétig borogattam a kezemet! Szerintem, akár csak tavaly, az idén is HA5TI adása tetszett legjobban, bár HA7MW is szépen dolgozott.”

HA8KW Feri: „Ne aggódj, emiatt még egykezelősnek fogsz számítani, hacsak a gyűrés mellett nem nyomogattad az illető az ujjadat a billentyűhöz, HI!”

HA5TI István: „Feri! Ha ballal kerestél, a másikat gyúrták, akkor mivel adtál?”

HG4I Tibi: „Jól éreztem magam a versenyben. 30 év után először, ismét kézi billentyűvel, hm... Újból szokni kellett. Köszönöm a QSO-kat! Nálam a pálmát HA7MO Lajos viszi el.”

A rádiózás jövője?

HA0DU írta a Pannondx levelezőlistára: „Bizonyára vannak, akik jobban ismerik nálam a KIJT-féle WSJT programot, de abban talán egyetértünk, hogy ennek már igazán kevés köze van a hagyományos rádiózáshoz.

Nos, megjelent a freeware piacon a CW Skimer nevű program, amely képes a gyenge CW-jeleket detektálni és dekódolni. Számomra kicsit ijesztő képet fest a rádiózás, különösen a CW-versenyezés jövőjéről.

Tömören: egy széles sávú vevő és a CW Skimer segítségével gya-

korlatilag folyamatosan nyomon követhető, hogy kik és hol rádióznak a frekvenciatartományon belül. Megfelelő hardverrel kombinálva alkalmas lehet például arra, hogy egy verseny szervezői a teljes verseny-időtartamot rögzítsék a teljes frekvenciatartományban, akár a világban több helyszínen egyidejűleg, ezzel kiszűrve az egy sávban több jel (ún. sávon belüli szorzózás), a gumilog (az idők átírása) és az egyéb csalási manővereket. Ámuljatok, szörnyűkódjetekek...!”

HA8KW reagálásából: »Technikailag már majdnem mindent el lehet érni, csak kérdés, hogy minek is... Teljesen kiöli az emberekből az érzéseket, semmiért sem kell megdolgozni, nincs kudarc, nincs sikerélmény. A „Remot controlled stations” és a Skimer együtt – és máris unalmas az élet!

Hallottam egy neves amerikai rádióamatortól, hogy ő már nem dolgozik sem CW-vel, sem SSB-vel, de lassan már digitális módszerrel sem, mert már mindent megcsinált, nem tud örülni egy QSO-nak. Általánosságban is igaz szerintem, hogyha mindent egyszerre, könnyedén, azonnal akarunk, akkor mi marad a fennmaradó időre az életben?

Nem jó irányba megyünk szerintem. Lassítani kellene! Nagyon felpörögött a mi világunk.«

Hasznos weboldalak

www.mrasz.hu – Magyar Rádióamatőr Szövetség

www.nhh.hu – Nemzeti Hírközlési Hatóság

www.radiovilag.hu – Rádióvilág Kft.

www.mraszbsz.hu – A MRASZ Budapesti Szövetsége

www.pannondxc.hu – Hírek, linkek, levelezőlista

www.ardf.hu – Rádiós tájfutók

www.ham.hu – A rádiózás technikai része

http://forum.hasix.org – Rádióamatőr fórum

http://tankonyv.ham.hu – R.am. tankönyv (írók, lista)

http://radio.linux.org.au – R.am. szoftverek forráskóddal

http://cbdx.ham.hu – CB-sek (lista, fórum)

http://pmr.ham.hu – 446 MHz-es PMR-használóknak

http://fmdx.ham.hu – CCIR URH-sáv SWL-eknek

http://gyalogradio.ham.hu – Túrázó rádióamatőrök

http://frekvencia.hu – Hazai FM műsorszórók (Frekvivadász)

Néhány rádióklub honlapja

HA1KSA, HG1S – MTTOSZ R.klub, Győr

HA1KSO, HA1KSS – Sopron

HA1KZH, HG1R – Nagykanizsa

HA2KSD, HA2R – Bakony Rk., Veszprém

HA2M – Gerecsei versenyállomás

HA3KNA – Szekszárdi Rk.

HA4KYH – Intercisa Rk., Dunaújváros

HA5A, HA5KDQ – BKV Rádióklub

HA5FMV – FMV Rádióklub

HA5KDR – Bp. Fővárosi R.am. Klub

HA5KFU, HA5KTU – BME

Schönherz Kollégiumi Rk.

HA5KHC – Puskás Tivadar Rk., Bp.

HA5BME, HA5MRC – Műegyetemi Rádió Club

HA6KVC, HG6Z – Vak Bottyán Rk., Gyöngyös

HG6N – Salgótarjáni Rk.

HA7KLF – Jászszági Rádiósok Egyesülete

HA7P – Nagy-hideg-hegyi versenyállomás

HA7KRE – Váci Reménység Egyesület

HA7KRP – Ceglédi Rk.

HA8KCI – Makói R.am. Klub

HA8KCS – Hódmezővásárhelyi Rk.

HA8KUX – Jászszentlászlói Rk.

HA8KVK – Jánoshalmi Városi Rk.

HA8KWG – Békéscsabai Városi Rk.

HA9KRL – Városi Rk., Mezőkövesd

HA9OZD, HG9VHF – Ózdi R.am. Klub

HA0KDA – Rádiós Sportklub, Debrecen

HA0KHW – Regionális Rádiós Sportklub, Püspökladány

HA0KLN – Nyírbátor, Edison R.am. Klub



A 2008. évi Puskás Tivadar Rádiótáv-írász Bp.-bajnokság győztes csapata



Janó és Balázs, a HA2KNC operátorai közül



A rádiózás rabja

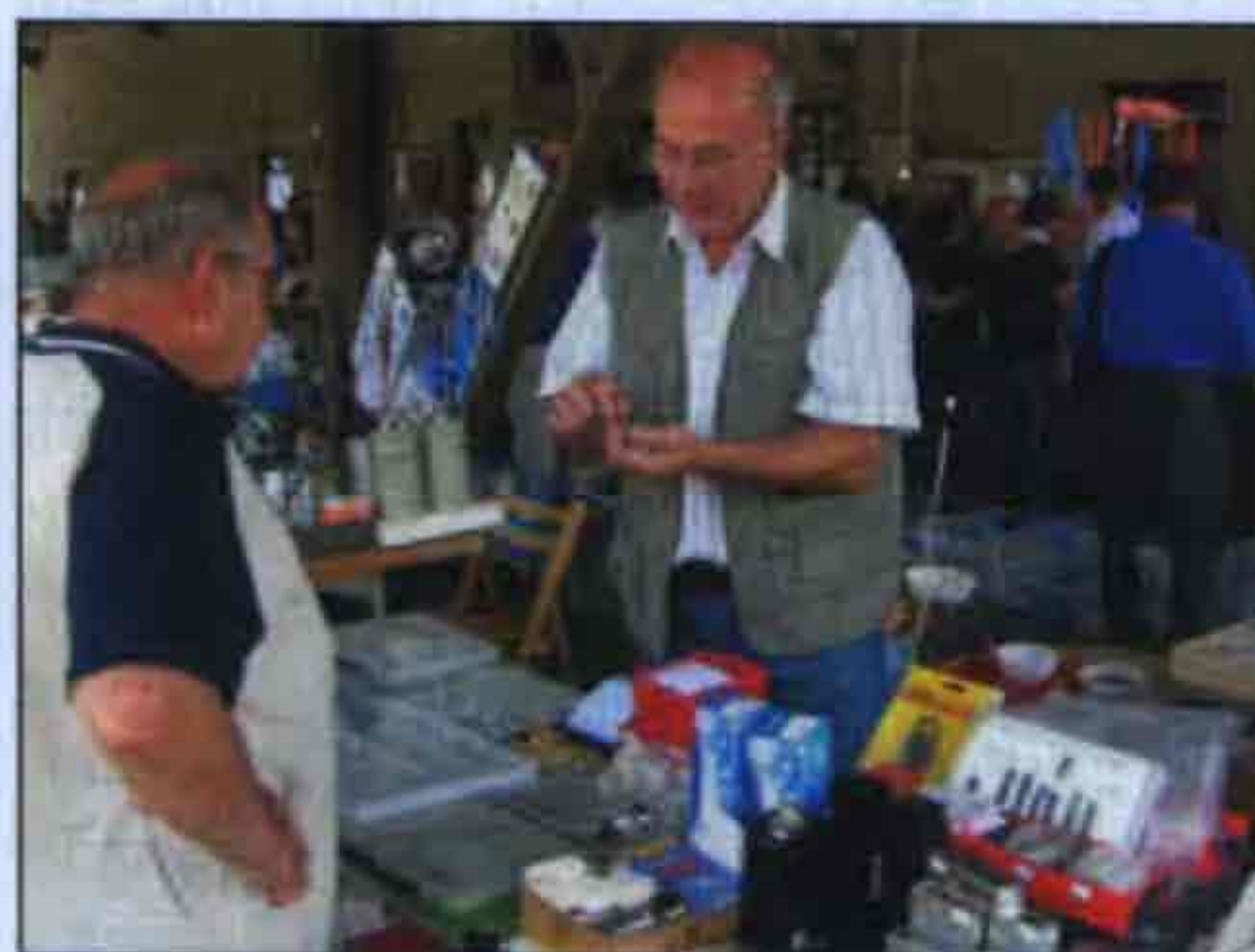


OK1KIR egyik antennája

Életrépek



HA0DU trófeája az 50 MHz-en elért 100 országot



BURABU: Szabad a vásár!



HG5MAR ápolja a magyar-pápua barátságot



Antennaszerező Ausztráliában



BURABU: „Eladó az egész világ!”



A HA-QRP-k rendszeres részvevője



Palaua tervezett DXpedíciót HA5AO és HA7TM a T88CI, illetve T88CJ hívójellel



HG5MAR a pápuák földjén

Sok kis kapcsolás

Hobby Elektronika című folyóiratunk első (1990. júniusi) számától igen nagy népszerűségnek örvendett az abban rendszeresen jelentkező „skk – sok kis kapcsolás” rovat. Napjainkban ezen régebbi számok gyakorlatilag beszerezhetetlenek és a közismert mottó – Egy újszülöttnék minden vicc új! – elektronikai variánsa is igaz.

Évkönyvünkben most továbbfolytatjuk a régebbi Hobby Elektronika évfolyamok skk-tallózását.

SCART-csatlakozók 5.

Az egyik korábbi SCART-megoldásnál említettük, hogy az ide-oda irány átváltását egy kis méretű és kis áramfelvételű jelfogóval is megoldhatjuk. Erre mutat egy példát a **1. ábra**.

Amennyiben a SCART-csatlakozóval szerelt készülék a videojel és az audiojel forrása, s ezeket a DIN-es készülék fogadja, akkor a jelfogó alap, azaz elengedett helyzetű. A készülék szerepcseréje estén a DIN 1. pontjáról a D₂-n át érkező kapcsolófeszültségtől a jelfogó meghúz, s a SCART megfelelő bemeneteire vezeti a képet és a hangot. A D₃-on át a SCART-os készülék is megkapja az említett kapcsolófeszültséget, így az pl. monitorüzembe vált át (AV-módba kapcsol a tévé-vevő).

A diódák bekötésére és polaritására vonatkozóan itt is mérvadó, hogy mindig a konkrét igényhez alakítsuk a kapcsolást!

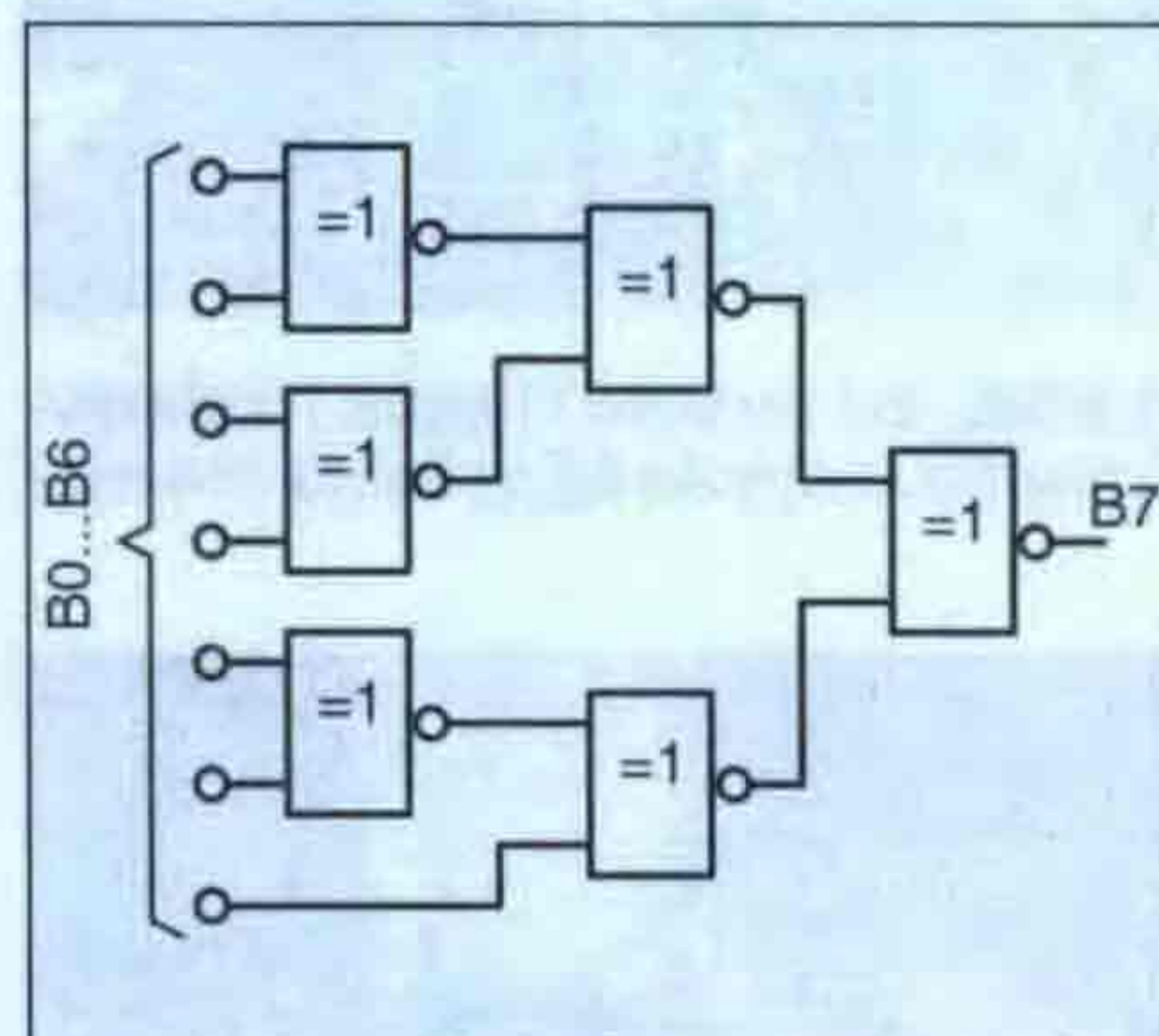
ASCII paritásgenerátor

A szabványos ASCII-kódok a 0...127 tartományt (0...7Fh) fogják át, azaz az adatok 7 bitesek. Az adatbajt fennmaradó, legnagyobb helyi értékű bitjét ilyen esetben az adatellenőrzés egyik egyszerű és hatékony módszerének, a paritás ellenőrzésének céljára használhatjuk fel.

Tételezzük fel, hogy az adatátvitel során egy bit megsérül (az adattévesztés leggyakoribb esete)! Ha az adatbajt eredetileg páros számú „1” számjegyet tartalmazott, a sérülés után ezek száma páratlanná válik és viszont.

Egyszerűen lehet ellenőrizni a bajtot, ha kikötjük, hogy abban mondjuk kizárólag páratlan számú egyes szerepelhet. Ha az eredeti, hétbités adatra ez éppen igaz, a paritásbit értéke legyen „0”, ellenkező esetben „1”, ezzel a fenti feltételt teljesítettük. Ehhez azonban szükség van egy olyan logikai hálózatra – ún. paritásgenerátorra –, amelynek hét bemenete és egy kimenete van. A kimenet állapota az előbbieket szerint attól függ, hogy páros vagy páratlan számú bemenet van-e éppen H szinten.

Bár ilyen IC szerepel mind a TTL, mind a CMOS sorozatban, az nincs mindig kéznél. A **2. ábrán** bemutatjuk, hogy összesen hat kizáró NEM-VAGY kapuból (másfél 7486 vagy 4077 típusú IC) hogyan lehet a feladatot megoldani. A bemutatott áramkör kimenete akkor „1”, ha az egyesek száma páratlan. Ha



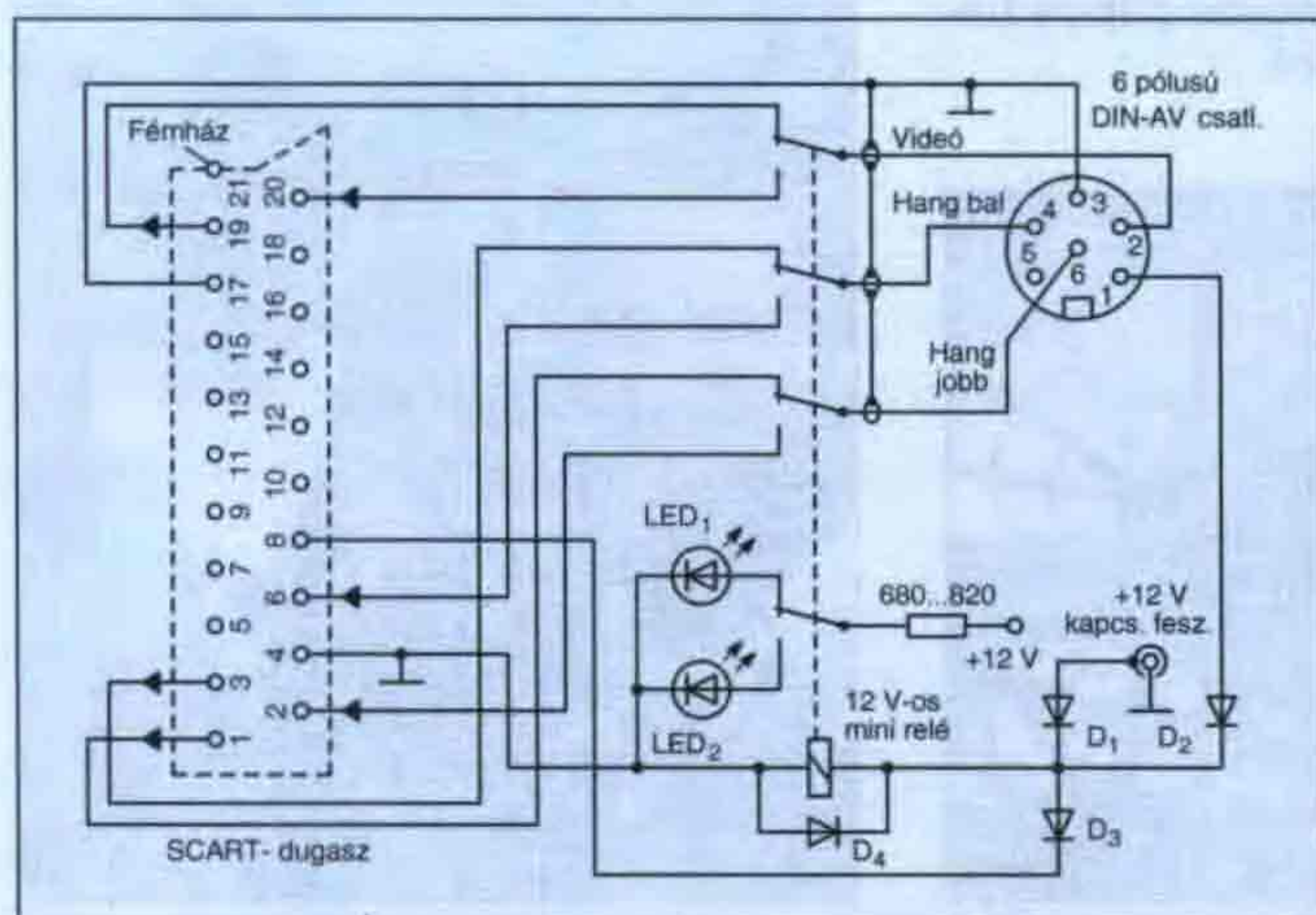
2. ábra

ennek ellenkezője a követelmény, a kimenet természetesen invertálandó.

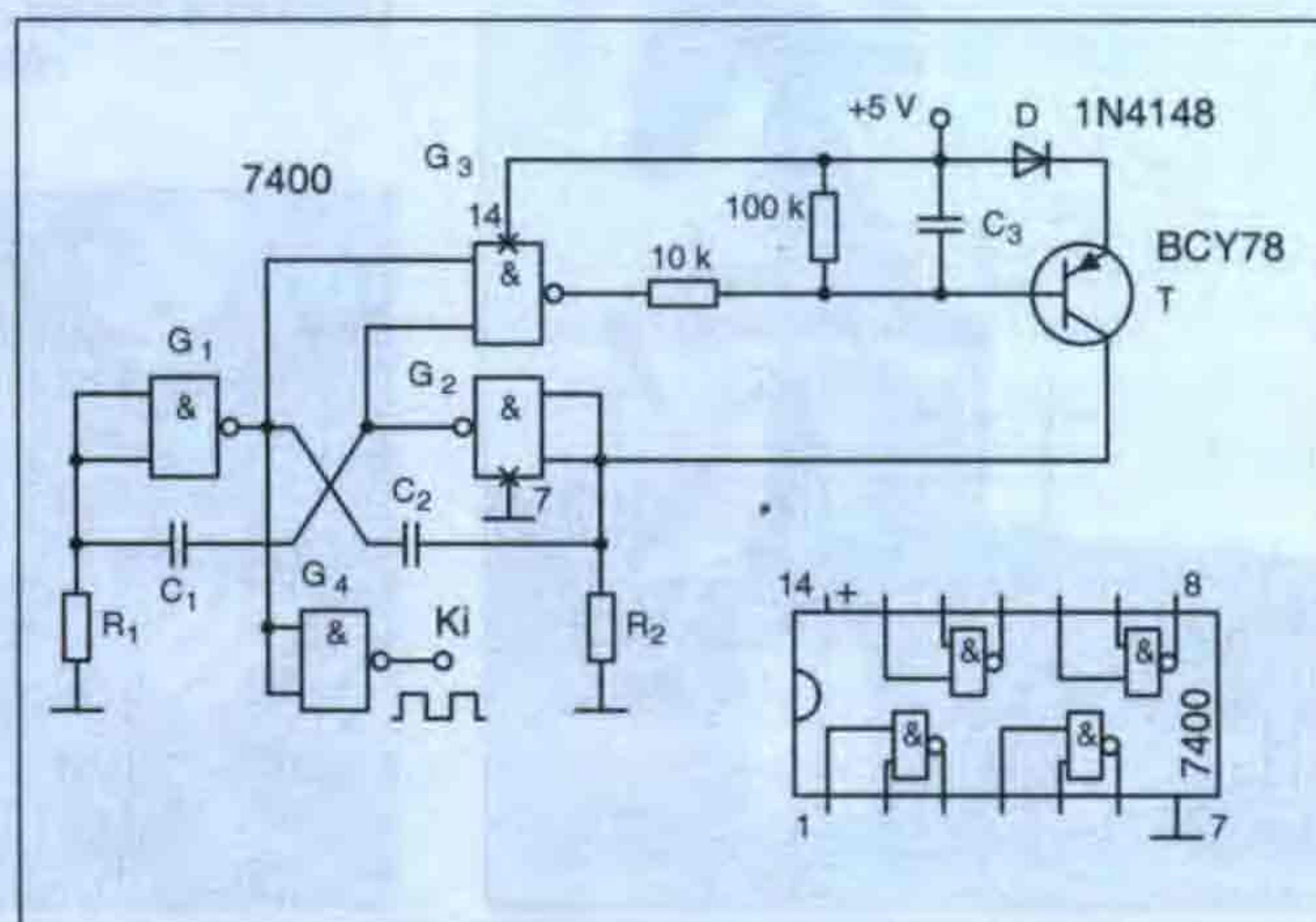
Astabil multivibrátor

A közismert, két NAND-kapuból álló szimmetrikus astabil multivibrátor kitűnő négyszöggenerátor. Sajnos van egy hátránya is, amely miatt olyan ipari és katonai berendezések, amelyeknél az üzembiztonság létkérdés, alkalmazását kerüljük. Az ok: a multivibrátor nem rezeg, ha bekapcsolás után véletlenül mindkét kapuja azonos állapotúvá válik. Igaz, ez nagyon ritka jelenség, de előfordul.

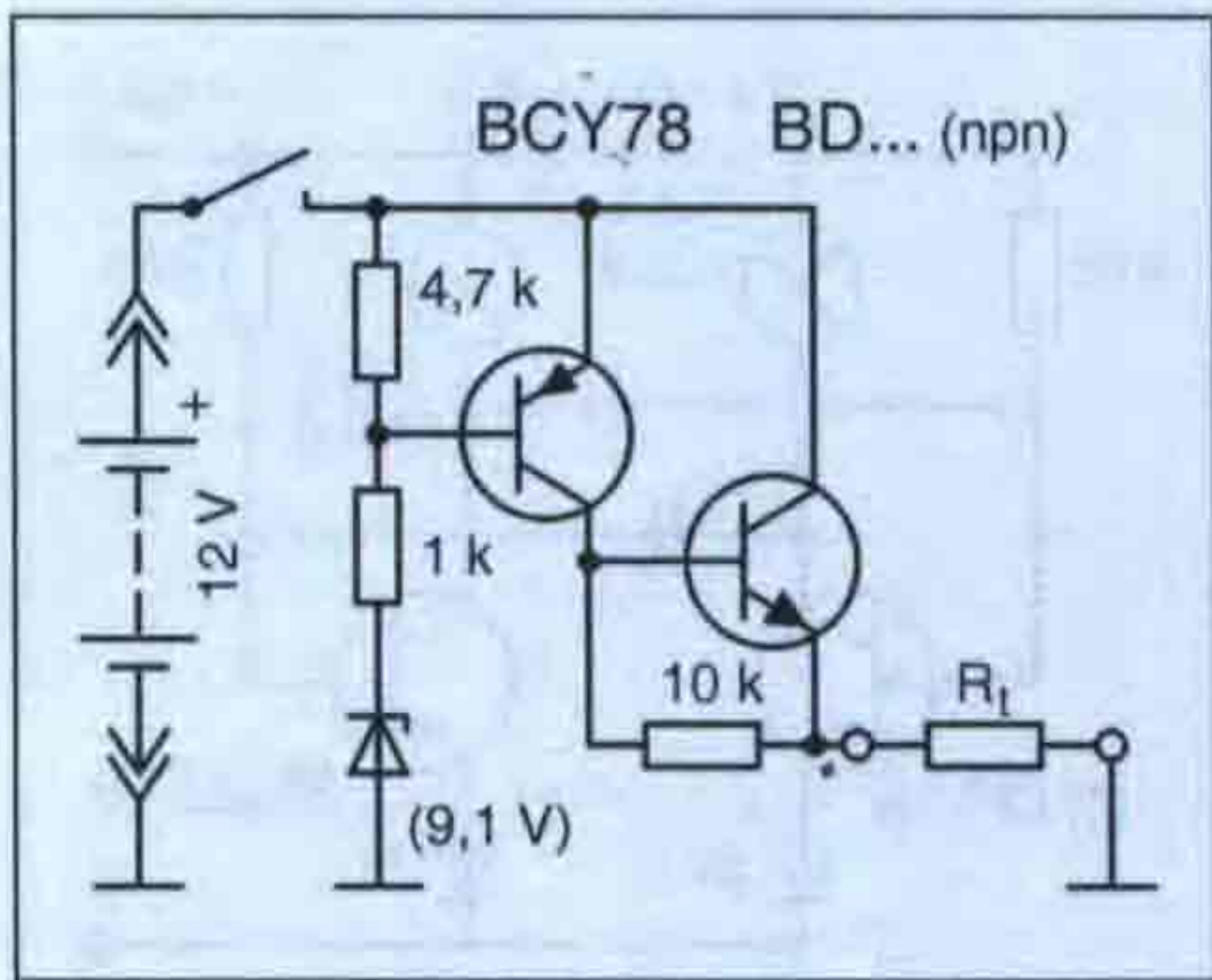
A **3. ábra** szerint egy – a tokban amúgy is megtalálható – további kapuval (G₃) és egy külső tranzisztoros áramkörrel kiegészítve a G₁, G₂, R₁, R₂,



1. ábra

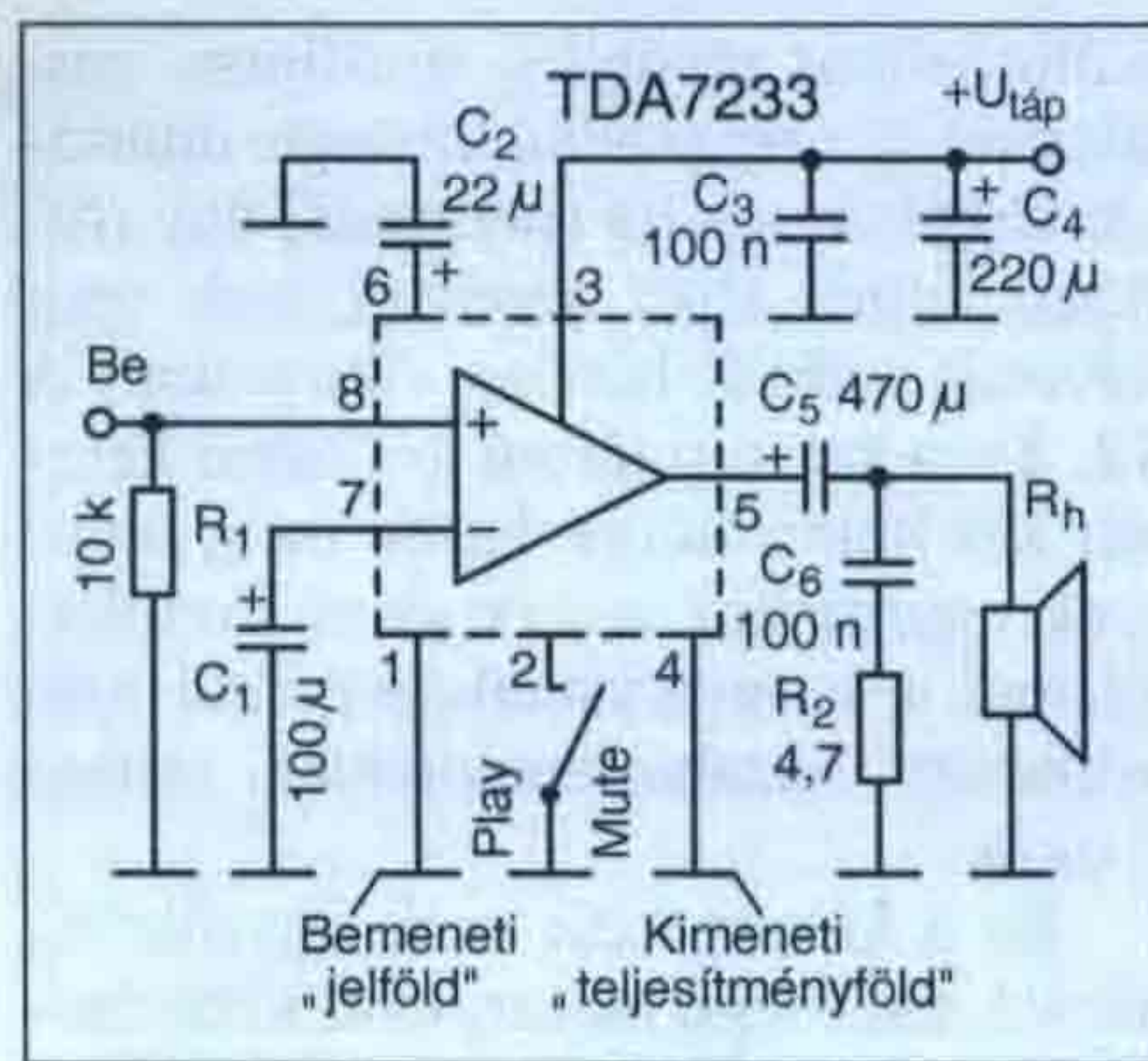


3. ábra

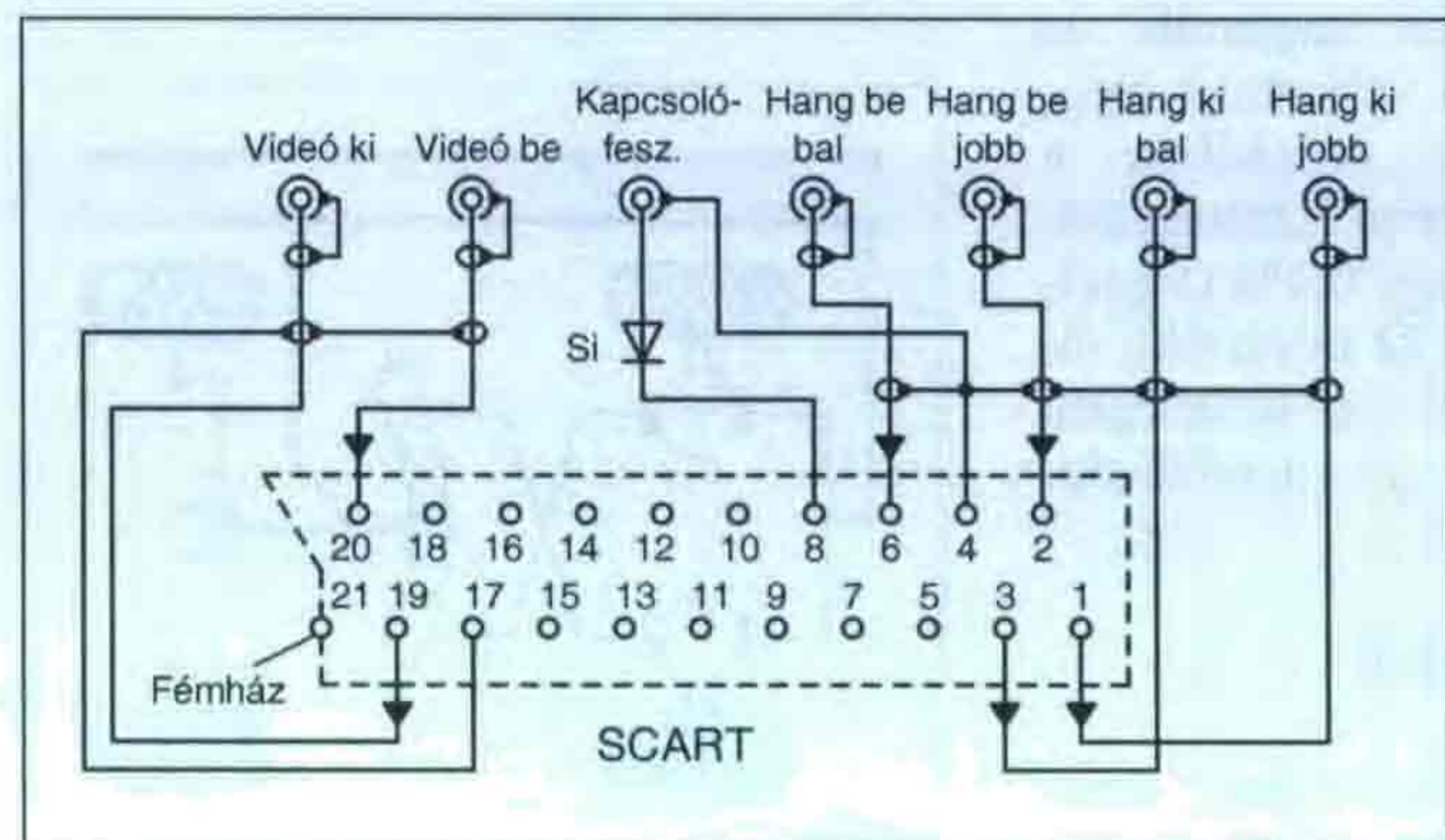


4. ábra

C_1 és C_2 astabil alapkapcsolást, nagy megbízhatóságú négyszöggenerátort építhetünk. A működés lényege röviden: a tranzisztor csak akkor vezérlődik telítésbe, ha G_1 és G_2 kimenete egyidejűleg H-ra kerül, így G_3 kimenete L-re vált. Ekkor a tranzisztor G_2 bemenetének „felrántásával” felborítja az egyensúlyt és az astabil multivibrátor elindul. Normál üzembn G_3 kimenete csak a négyszögjel éleinél váltana igen rövid időre H-ra, de ezt a C_3 megakadályozza. ($R_1, R_2, C_1...C_3$ értéke a kívánt működési frekvenciától függ.) G_4 a jel kicsatolására szolgál.



5. ábra



6. ábra

Akkuvédő kapcsolás

A különböző típusú akkumulátorok különböző mértékben érzékenyek a túlzott kisütésre, az ún. mélykisütésre, de az egyiküknek sem használ!

A 4. ábra kapcsolása a soros átvezető tranzisztor lezárásával megszakítja a terhelés áramkört, ha az akkumulátor feszültsége túlságosan lecsökken. A példa szerinti áramkör 12 V-os akkuhoz készült, de a Z-dióda cseréjével és az ellenállások értelemeszerű módosításával más kapocsfeszültségekre is átállítható.

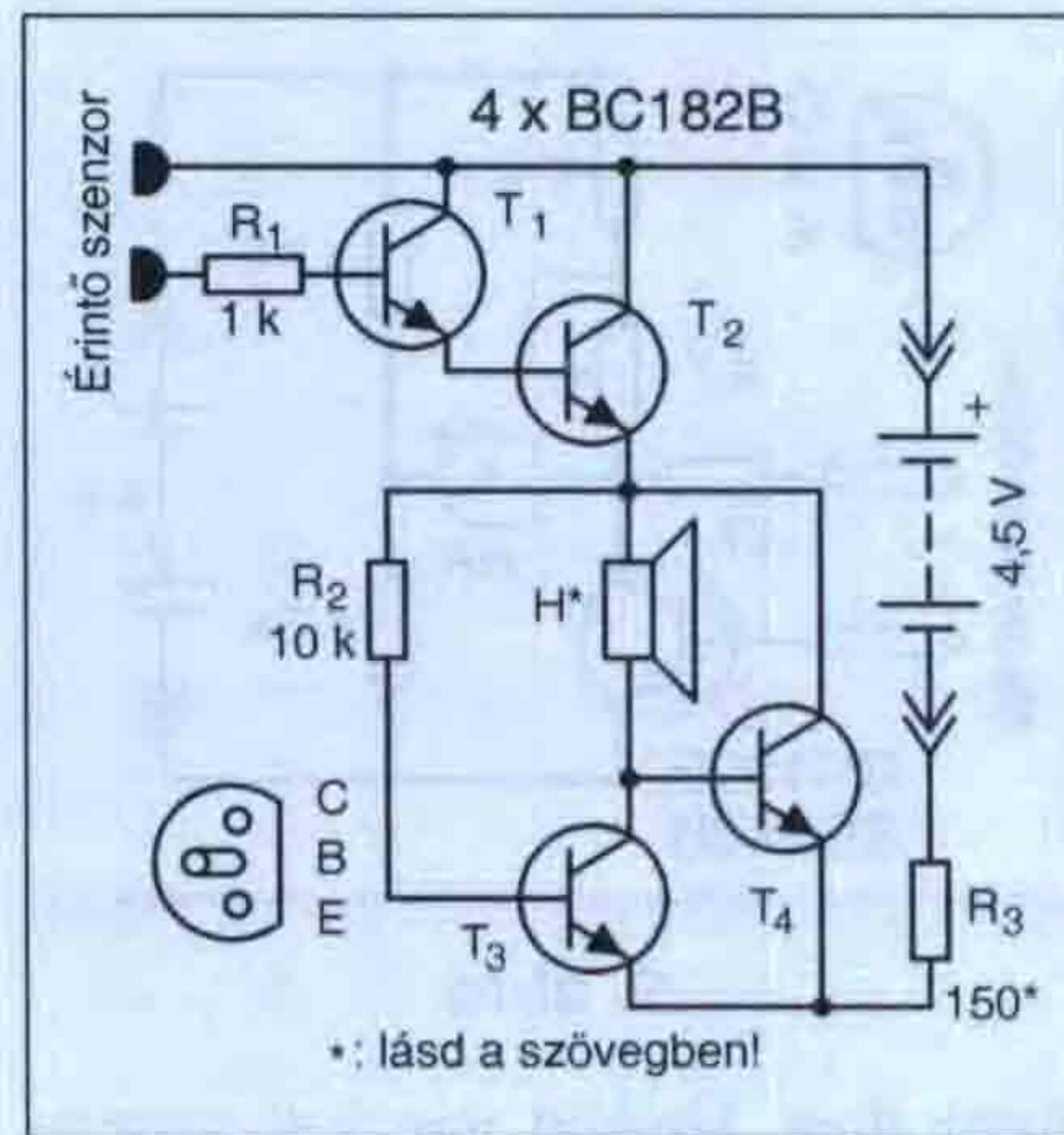
HF-végerősítő TDA7233-mal

A TDA7231 IC-hez hasonló típus a TDA7233. Csupán a maximális kimeneti teljesítménye körülbelül 100 mW-tal, az erősítése pedig 1 dB-lel magasabb az előzőnél. Ajánlott kapcsolási rajzát az 5. ábrán szemléltetjük. A HF-végerősítő IC-k esetében szintén viszonylag elterjedt Mute (ejtsd: „mjút”, elnémító) áramkör az IC „kulturált” kikapcsolására szolgál. A kapcsoló nyitott helyzetében nincs kimeneti jel, s az IC áramfelvétele 0,4 mA alá csökken.

SCART-csatlakozók 6.

A 6. ábrán vázolt megoldást azoknak ajánljuk, akik már különböző típusú csatlakozókészletekkel, ill. más csatlakozókkal szerelt összekötőkábelekkel rendelkeznek, de pl. néha „befut” egy SCART-os készülék.

A SCART-dugaszt egy-egy 15...20 cm hosszú vezetékkel kötjük az RCA-, vagy BNC-csatlakozókhoz, amelyeket egy dobozkába is beszerelhetünk. A BNC lehet az elérhető árú, 50 Ω -os névleges impedanciájú típus is, nincs értelme „vagyonokat” fizetni 75 Ω -os

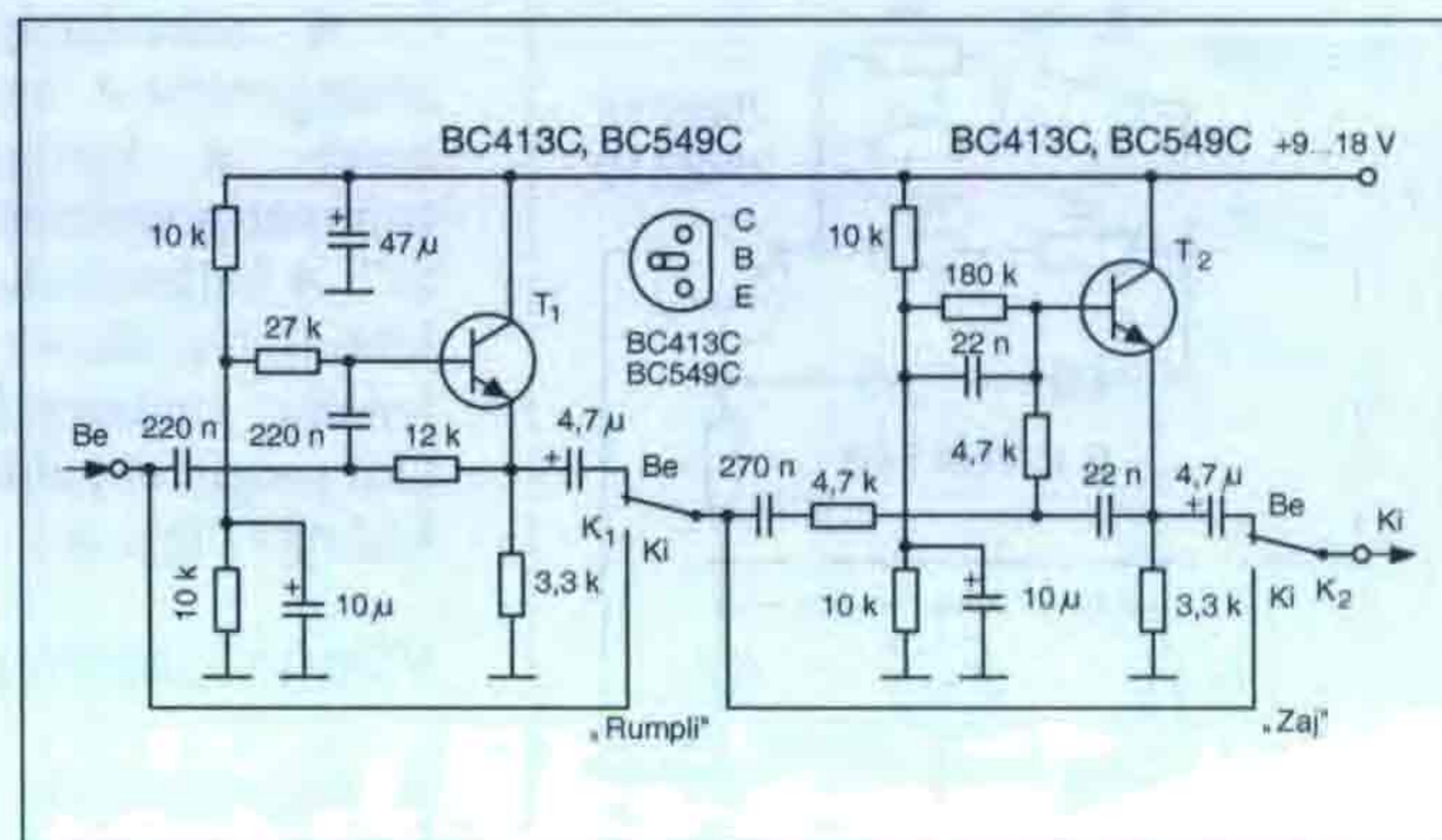


7. ábra

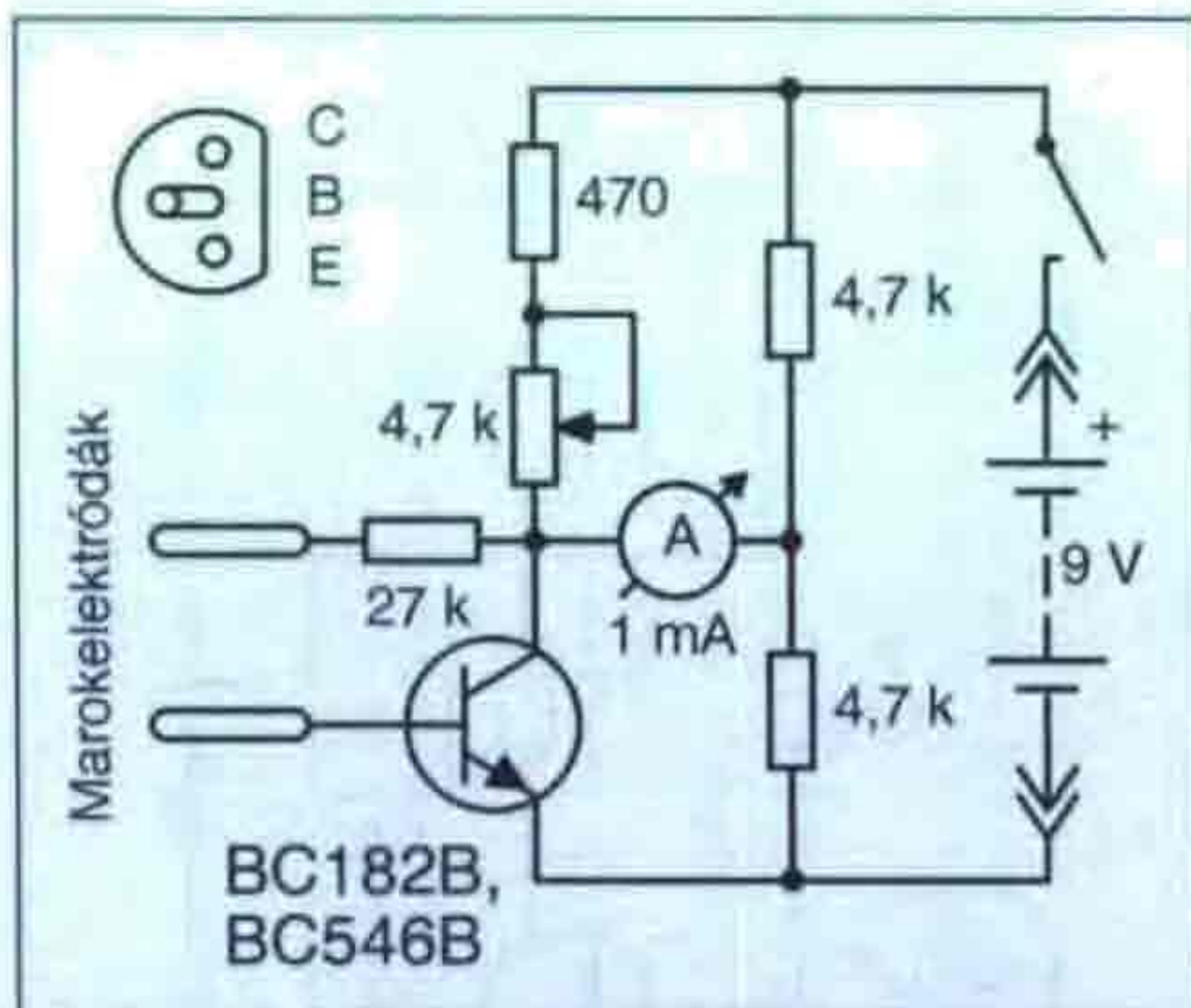
példányokért annak ellenére sem, hogy azokat videó céljára ajánlja a kereskedelem... (Költői kérdésünk: Vajon mekkora impedanciájú a 21 pólusú SCART, a 6 pólusú DIN-tuchel vagy éppen az RCA-harang csatlakozó?) Kb. 1,5 m-es hossz alatt a kábelek minőségére és impedanciájára sem szükséges előírásokat adnunk.

Szenzoros ajtócsengő

A 7. ábrán látható igen egyszerű, szinte csak tranzisztorokból álló, kapcsolás egy kis hangszóró vagy fejhallgatóbetét megszólaltatására alkalmas. Kapcsoló híján az egymástól elszigetelt két fémelektrodát kell egyszerre megérintenünk, azaz ujjunk bőrellenállásával söntölnünk. Nyugalmi állapotban az áramkör áramfelvétele gyakorlatilag nulla. Érintéskor a T_1 - T_2 Darlington-fokozat vezetni kezd és tápfeszültséget kapcsol a T_3 - T_4 tranzisztorokon alapuló, sajátos kapcsolástechnikájú hangfrekvenciás generátorra. A hangmagasság és a hangerősség egyrészt az érintés erejétől, másrészt az R_3 ellenál-



8. ábra



9. ábra

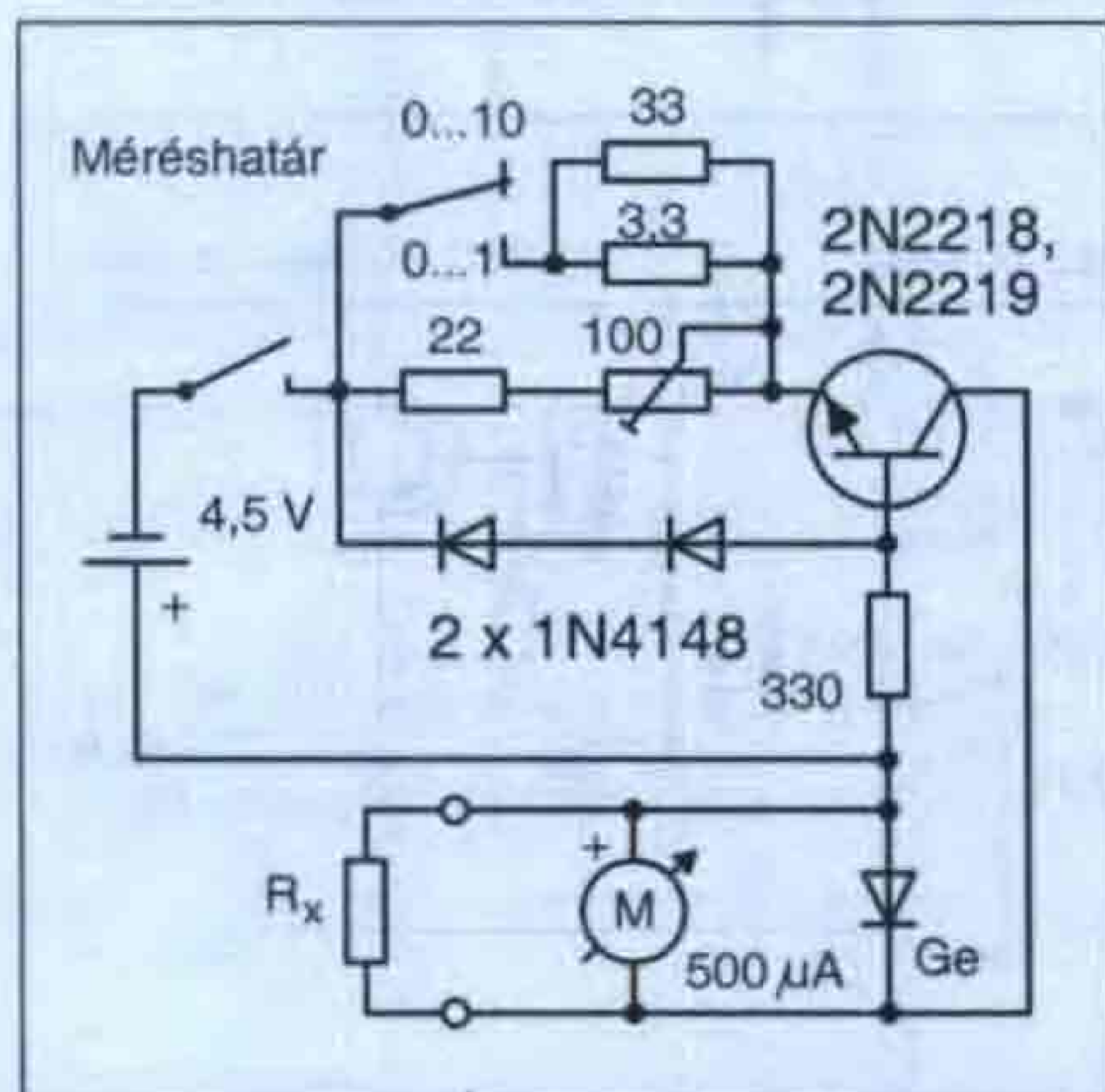
lástól függ. Utóbbit úgy kell megválasztani, hogy számunkra kellemes hangja legyen a „csengőnek”.

A szenzor például a névtáblán képezhető ki, az áramkör pedig egy táskarádió dobozába szerelhető egy zsebteleppel együtt. A hangszóró praktikusán a rádió saját hangszórója lehet.

Szűrő lemezzátszóhoz

A 8. ábrán bemutatott kapcsolásnak különösen a régi lemezek lejátszását kedvelők vehetik hasznát. Az áramkör egy 50 Hz-es felüláteresztő szűrőt („rumpliszűrő”, T_1 és hálózata), valamint egy 10 kHz törésponti frekvenciájú aluláteresztőt (T_2 és hálózata) tartalmaz. Az előbbi a dübörgést nyomja el hatásosan, míg az utóbbi a magasabb frekvenciatarományban jelentkező zajt. A két szűrő erősítése az áteresztősávban egységnyi, míg a zárótartományban mintegy 12 dB/oktáv meredekségű vágás tapasztalható. A szűrők a K_1 és K_2 kapcsolókkal egyenként és együttesen is beiktathatók az erősítőláncba.

A szűrőhálózatot a korrekciós előerősítő fokozat után célszerű kötni.



10. ábra

„Hazugságvizsgáló”

A címet nem kell teljesen komolyan venni, hiszen a 9. ábrán bemutatott igen egyszerű bőrelenállásmérő jóval kevesebbet tud, mint a sokat vitatott hazugságvizsgáló berendezések. Az azonban biztos, hogy az ember két tenyere (amelyekben az elektródákat fogja) között mérhető ellenállás erősen függ az idegállapottól. Egy-egy kellemetlen kérdés vagy szituáció hatására akaratunktól függetlenül fokozódik a tenyerek izzadságkiválasztása, miáltal ez az ellenállás hirtelen lecsökken.

A lényegében hídkapcsolásban üzemelő Deprez-rendszerű milliampérmérőn az ellenállásváltozás jól megfigyelhető. (Az érzékenységet fokozza, hogy a bal oldali félhíd egyik ágát a tranzisztor emitter-kollektor ellenállása képezi. A bőrelenállás változása tehát felerősítve jelentkezik.)

Használat során a potenciométerrel állítható be a nullpont vagy a skála egy tetszőleges pontja (pl. skálaközép).

A készüléket csak teleppel (2 db laposelem vagy egy 9 V-os rádiótelep) szabad használni!

Ellenállásmérő, kis méréshatárookra

Viszonylag alacsony méréshatárokkal rendelkező, lineáris skálájú, de igen egyszerű felépítésű ellenállásmérő kapcsolási rajzát szemlélteti a 10. ábra.

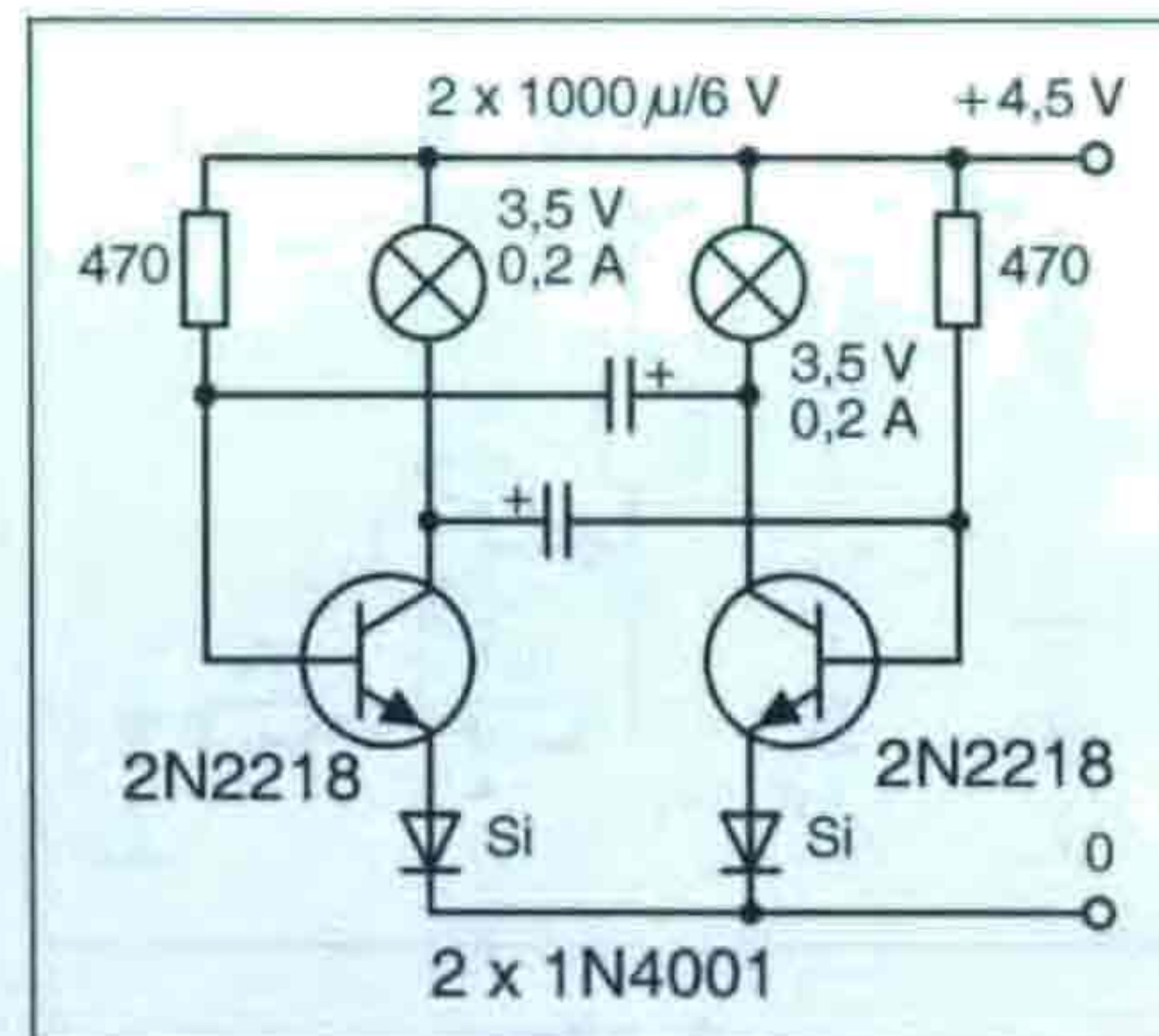
A tranzisztor áramgenerátort alkot, ez az áram (a kollektor árama) folyik át az R_x mérendő ellenálláson. A létrejött feszültségeseget egy érzékeny Deprez-műszer méri.

Utóbbi belsőellenállása sokkal nagyobb, mint a mérendő legnagyobb ellenállás, így az ebből eredő mérési hiba elhanyagolható. A germániumdióda a műszert védi a nyitott mérőkapcsok esetén fellépő feszültségtől.

A méréshatárváltó kapcsoló az áramgenerátor áramát változtatja meg, amely a kalibrálás érdekében a trimmer-potenciométerrel „finomítható”. A kalibráláshoz egy 0,1% (legfeljebb 0,5%) tűrésű, 10 Ω névértékű ellenállás (műszerellenállás) szükséges. (Jól megfelel például egy ellenállásdekáád egy tagja is.)

Villogó izzólámpákkal

A hagyományos multivibrátort izzólámpák és/vagy LED-ek felváltott villogtatásához is felhasználhatjuk (11.



11. ábra

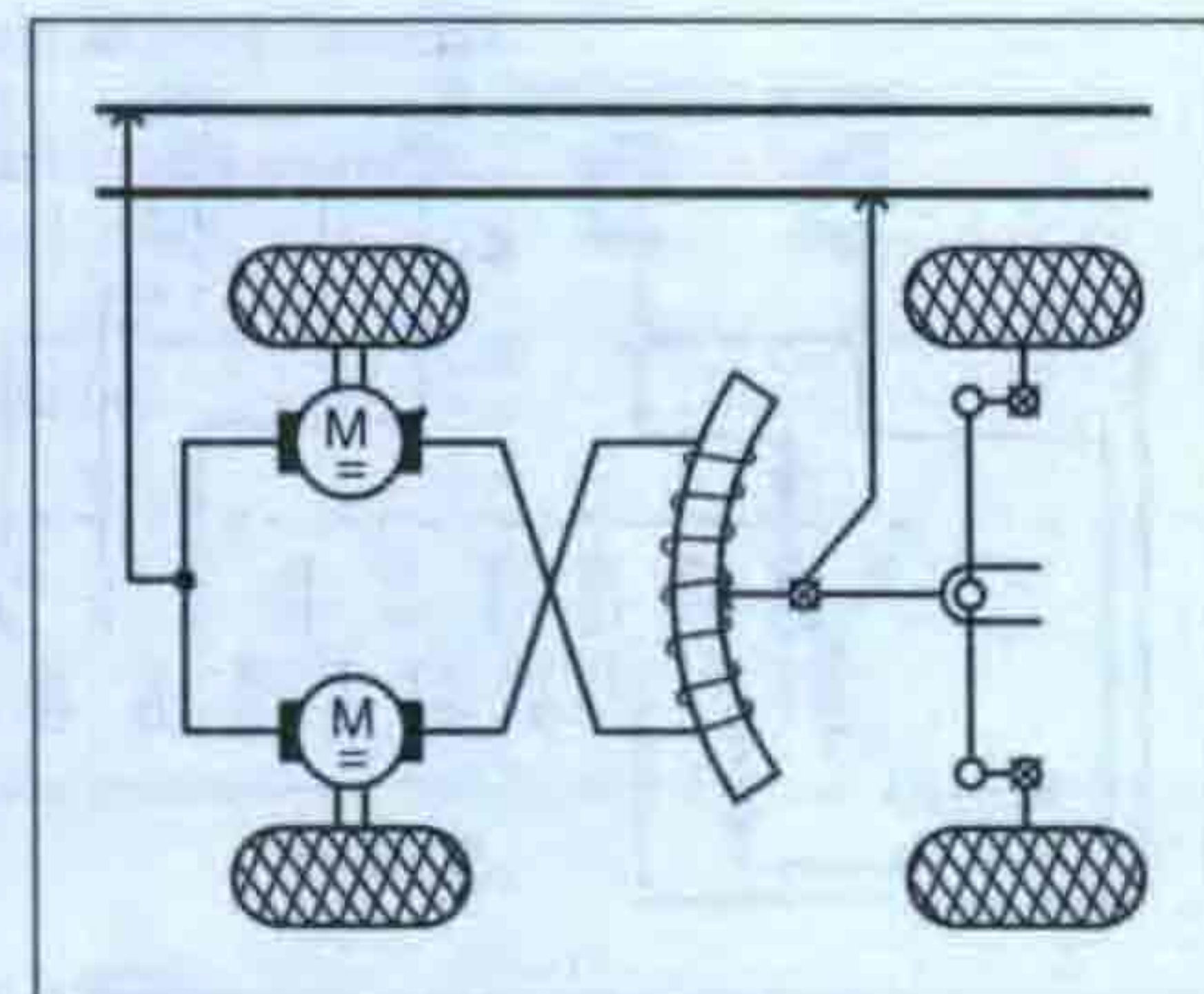
11. ábra). Mindennek pl. játékok konstruálásánál vehetjük hasznát.

A villogás ütemét az elektrolit kondenzátorok értékváltoztatásával állíthatjuk be a számunkra szükséges mértékűre. A 4,5 V-os tápfeszültség esetén az ábrázolt diódák beépítése nem is szükséges, ennél magasabb tápfeszültség esetén viszont (a tranzisztorok B-E átmenete védelme érdekében) igen. Az utóbbi esetben természetesen arányosan magasabb feszültségű izzók is szükségesek.

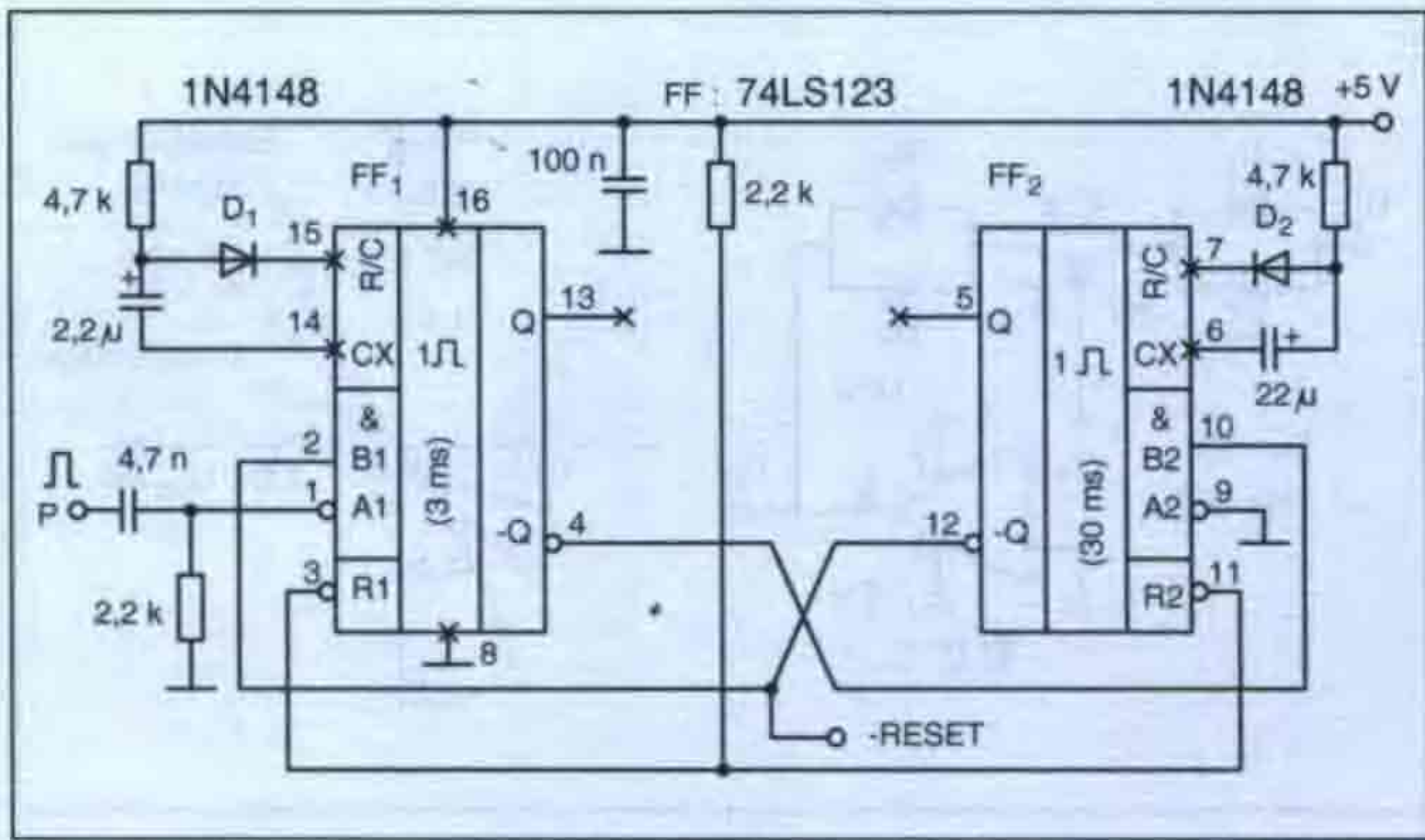
Elektromos „differenciálmű”

Kötőpályás modellek (trolibusz, versenyautó) kanyarodás közbeni úttartását nagyban javítja (javítaná!) egy differenciálmű. Ilyet azonban csak igen kevesen tudnak házilag elkészíteni. A 12. ábra szerinti jármű két hátsó kerekét két külön motor hajtja meg, amelyek egymáshoz viszonyított fordulatszámát a kormány szerkezet által működtetett huzalpotenciométer szabályozza.

Ez a konstrukció csak egyenletes, kiváló minőségű motorokkal kivitelezhető! A potméter ellenállását, a kormány műszögelfordulásához viszonyított ellenállásváltozását egyedileg kell



12. ábra



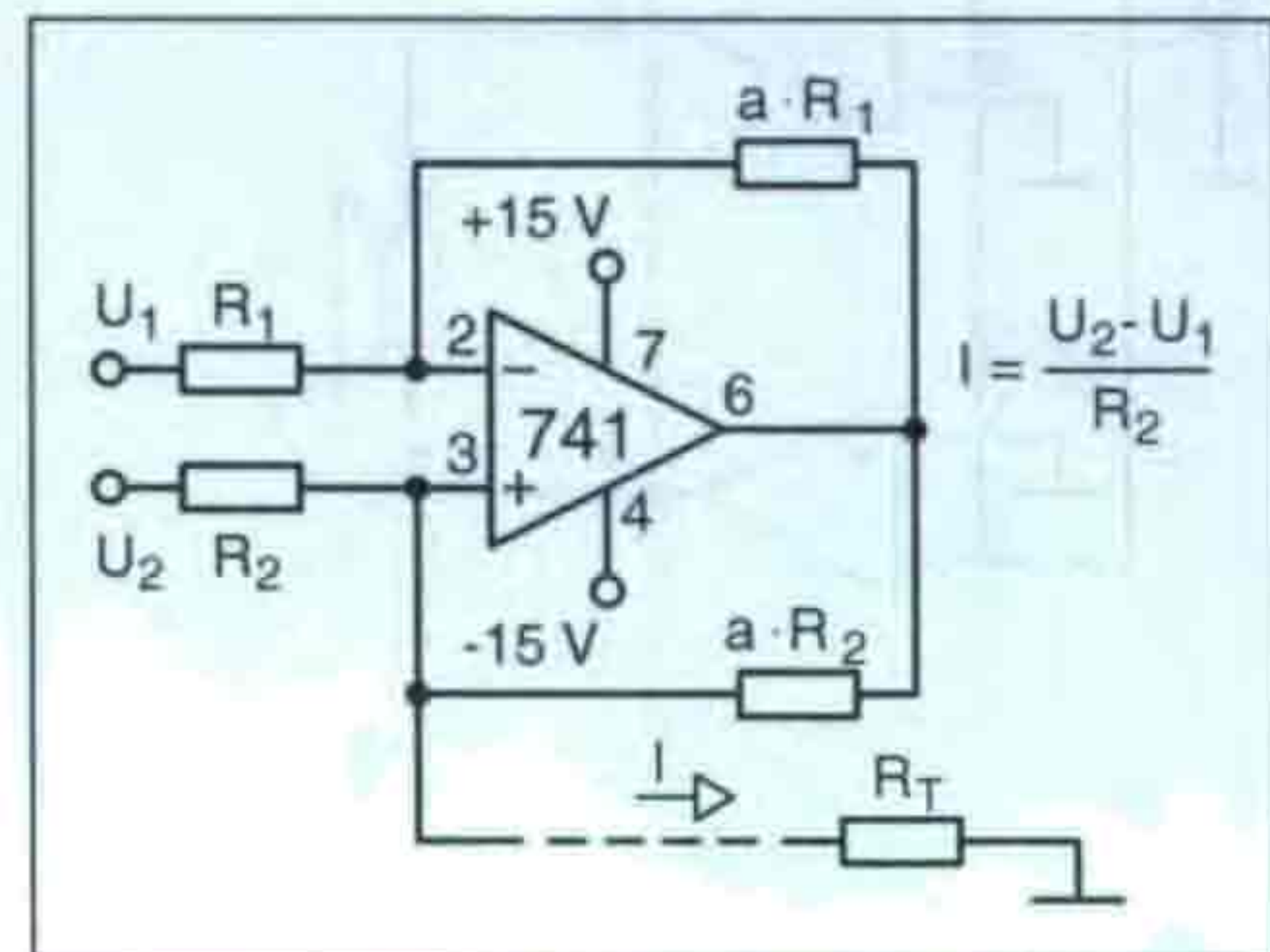
13. ábra

kikísérletezni úgy, hogy a kerek megcsúsása a legkülönbébb kanyarokban is minimális legyen, középállásban pedig a kerek azonos fordulatszámmal forogjanak.

Professzionális CPU-reset

A mikroprocesszorok, mikrokontrollerek számára a tápfeszültség bekapcsolása után egy RESET-szintet vagy RESET-impulzust kell generálni, amely alaphelyzetbe állítja a csip áramkörét, programszámlálóját és törli a regisztereit. A legtöbb esetben ezt a feladatot a RESET-lábra kapcsolt egyszerű RC-taggal oldják meg. Egy nagymegbízhatóságú ipari rendszerben ez a megoldás sokszor nem elégíti ki a követelményeket.

A 13. ábrán egy érdekes RESET-generátort láthatunk, amelynek alapját a kettős, újraindítható monoflop képezi. A tápfeszültség megjelenése után a kapcsolás aszimmetrikus astabil multivibrátorként kezd üzemelni, amely a processzor (kontroller) -RESET-bemenetét 33 ms-onként kb. 3 ms időre „lehúzza”. Normális esetben már az első impulzus felfutó élére indul a rendszerprogram, amely úgy van megírva, hogy egy szabad portvonal a P bemenetet <3 ms időközönként „felrántja”. Ezzel



14. ábra

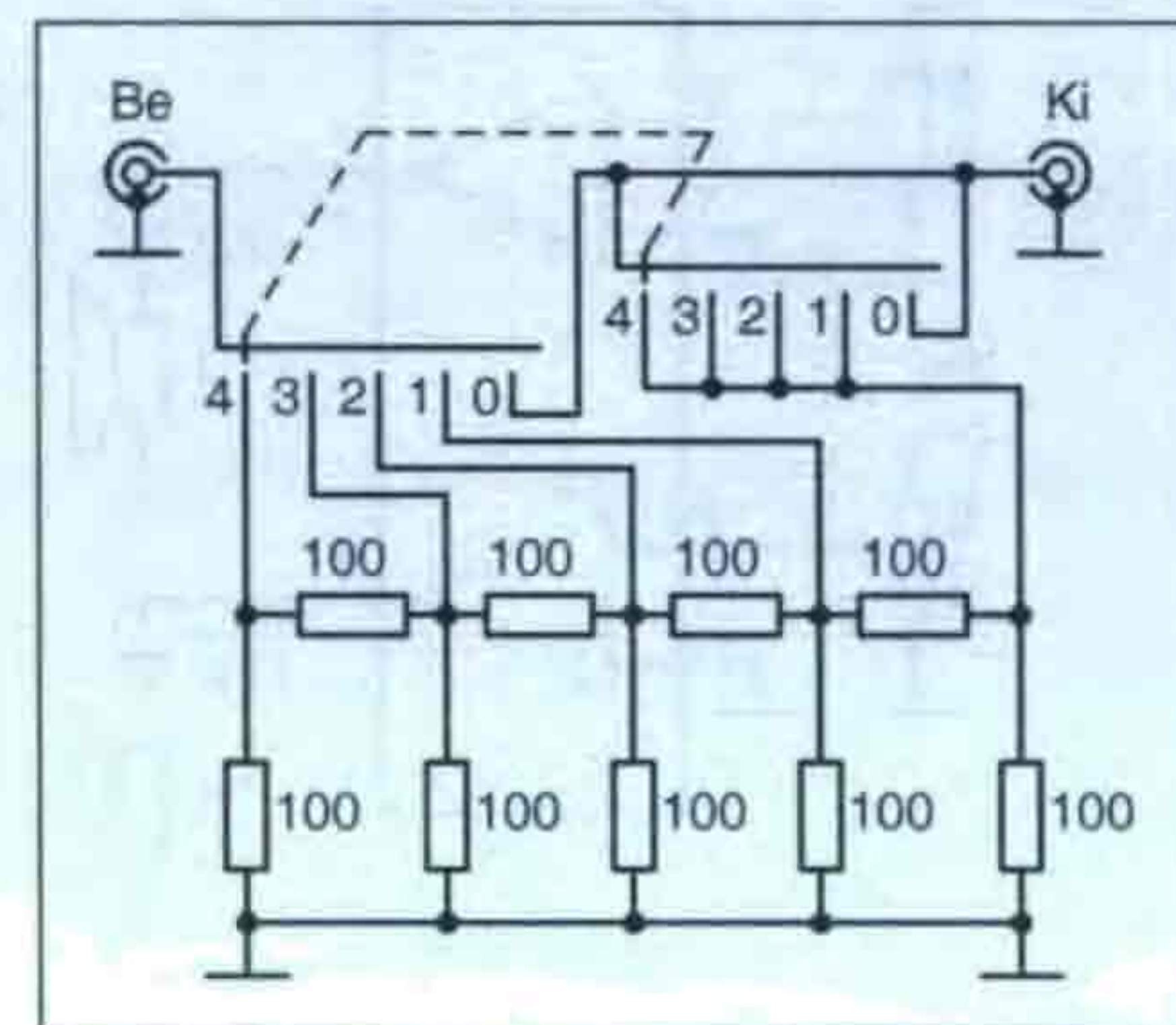
FF₁ folyamatosan újraindul, kvázistabil állapota fennmarad, tehát az astabil működése megszűnik, a -RESET tartósan H-ra (inaktív állapotba) kerül.

Ha a program „kiad”, akkor az astabil újból impulzusokat kezd generálni, automatikusan kezdeményezve a CPU alaphelyzetbe állítását.

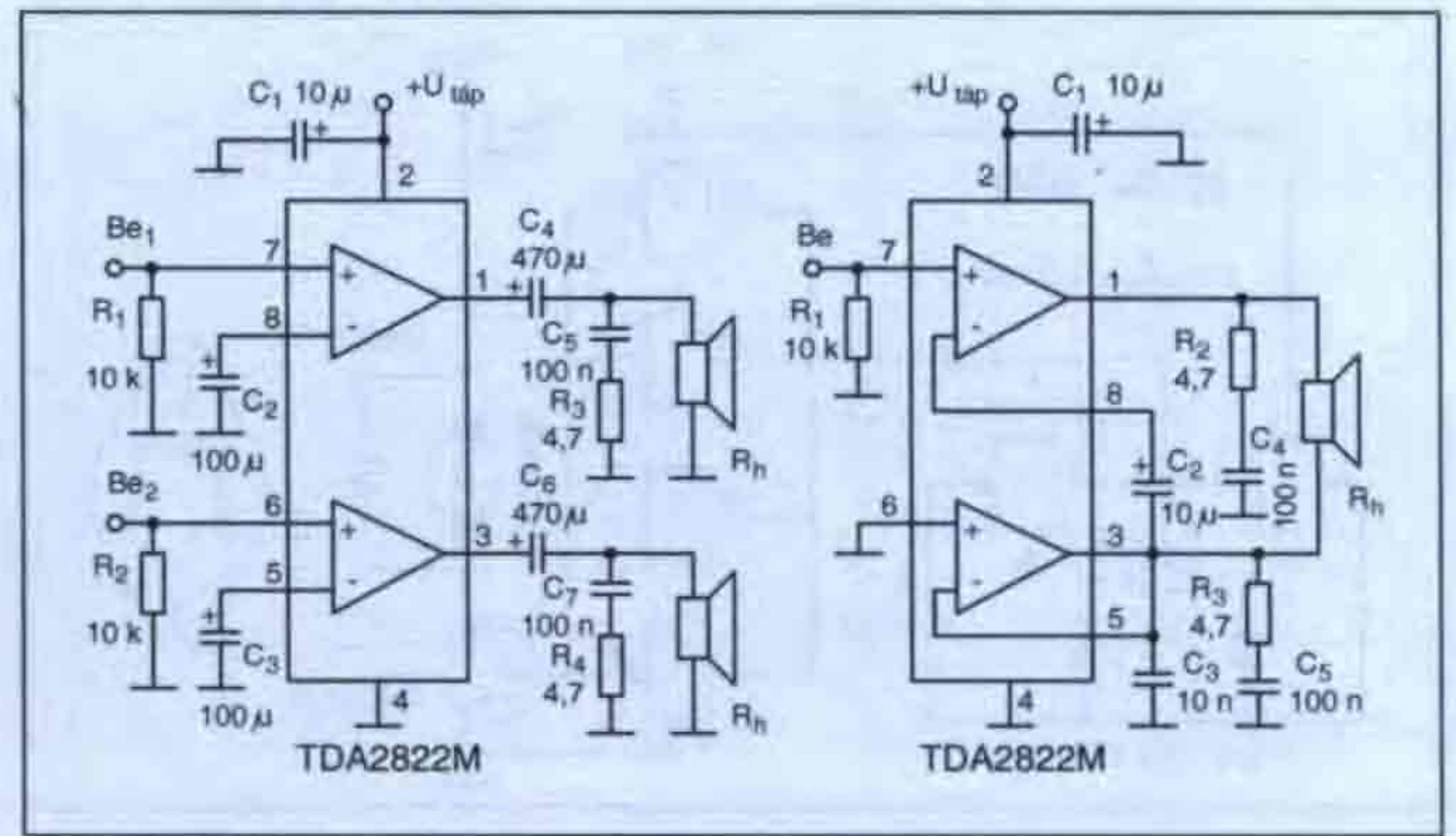
Földelt terhelésű precíziós áramgenerátor

Az ipari mérés technikában gyakori, hogy a hosszú jelvezeteken is zavarmentes átvitel érdekében a mérőérzékelő jelét a mért mennyiséggel arányos áramjellé alakítják és így továbbítják. Az áram névleges értékét szabványok rögzítik. Gyakori az ún. „élőnullás” rendszer: a mért jellemző 0 értékéhez nem 0, hanem pl. 4 mA áram tartozik. Ez lehetővé teszi a jelvezeték szakadásának, zárlatának érzékelését a vevőoldalon.

A 14. ábrán látható ún. Howland-kapcsolás alkalmas a fenti célra. Az áramkör U₁ bemenetére a nyugalmi áramot megszabó referenciafeszültséget, az U₂-re pedig a mért mennyiséggel arányos feszültségjelet vezetjük. Az átviteli tényezőt az ábrán szereplő



15. ábra



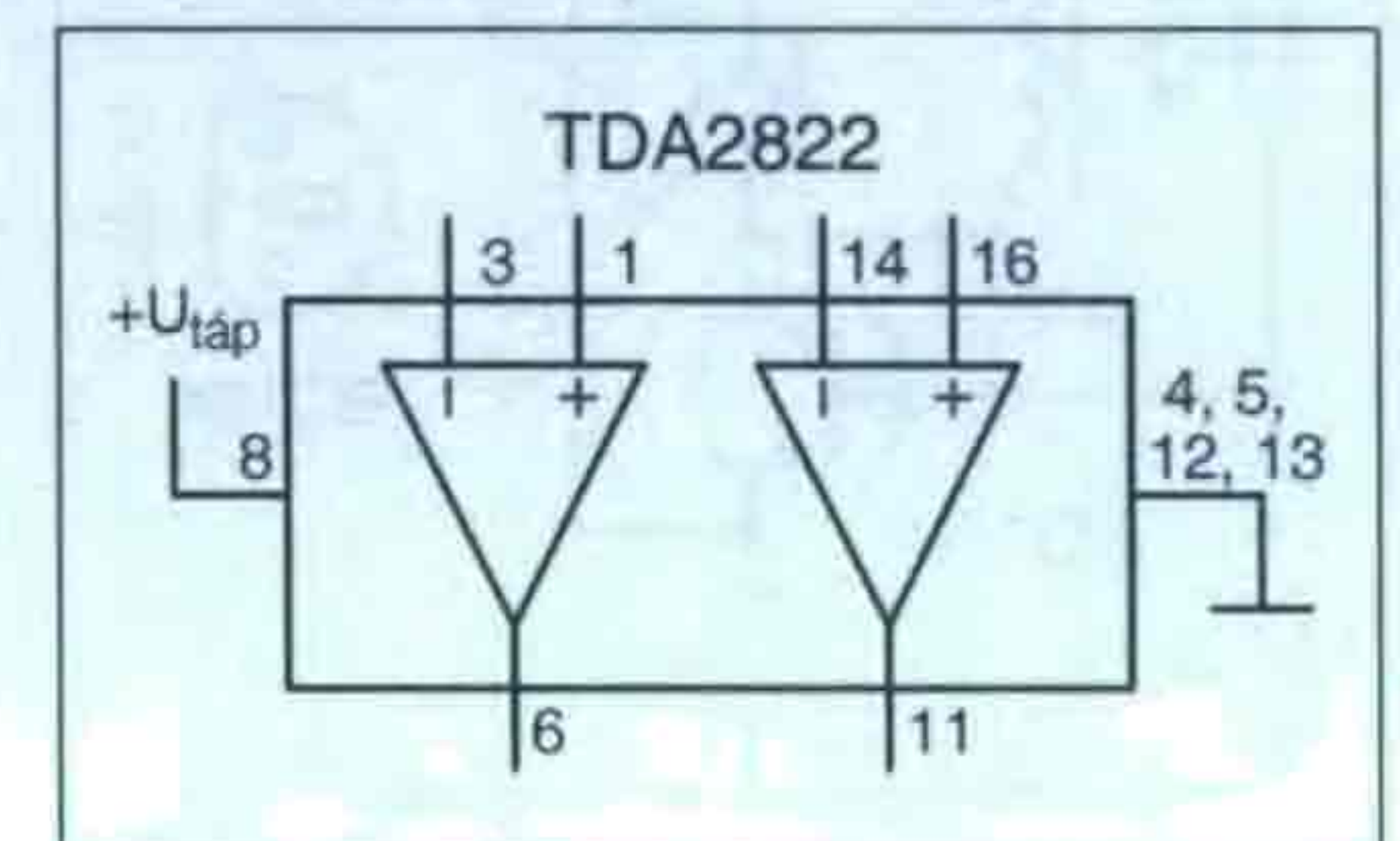
16. ábra

képlettel számíthatjuk ki. A visszacsatoló hálózatban levő ellenállások legalább 1%-osak vagy pontosabbak legyenek, mert csak így biztosítható kedvezően nagy kimeneti ellenállás!

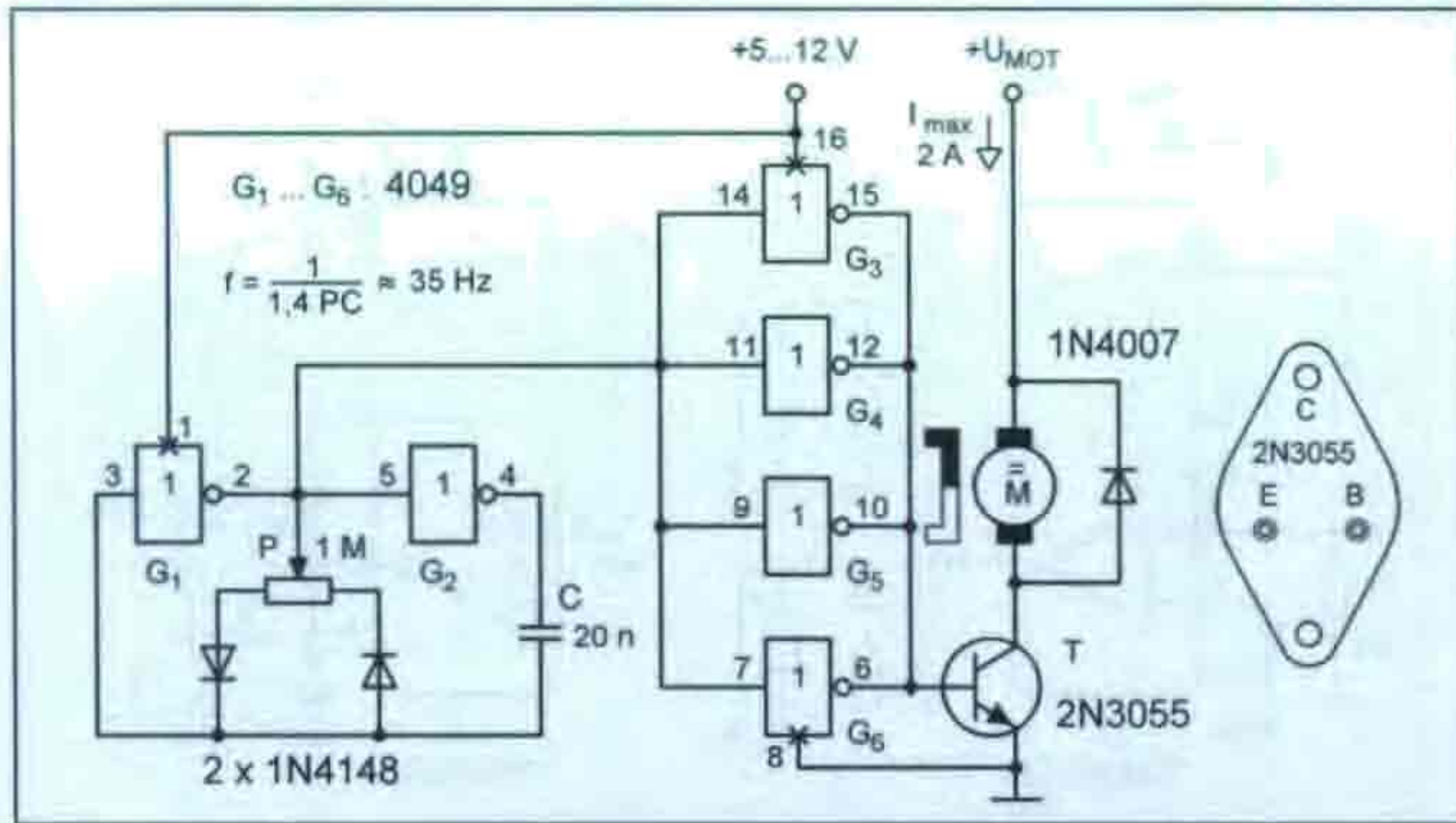
Antennajel-csillapító rádióhoz

Nagy térerejű adókkal „szennyezett” sávok vételénél – különösen ha vevőnk bemeneti fokozata nem kellően szelektív, ill. nem szabályozható – a túlvezérlés, az intermodulációs zavarok elkerülése érdekében az antenna és a vevőkészülék közé valamilyen csillapítót célszerű beiktatni. Ilyen segédeszközt vázol a 15. ábra. A csillapítót előnyösen lehet felhasználni nagyfrekvenciás méréseknél osztóként is. (Jó szolgálatot tehet, ha a szignálgenerátorunkban nincs beépített pontos attenuátor.)

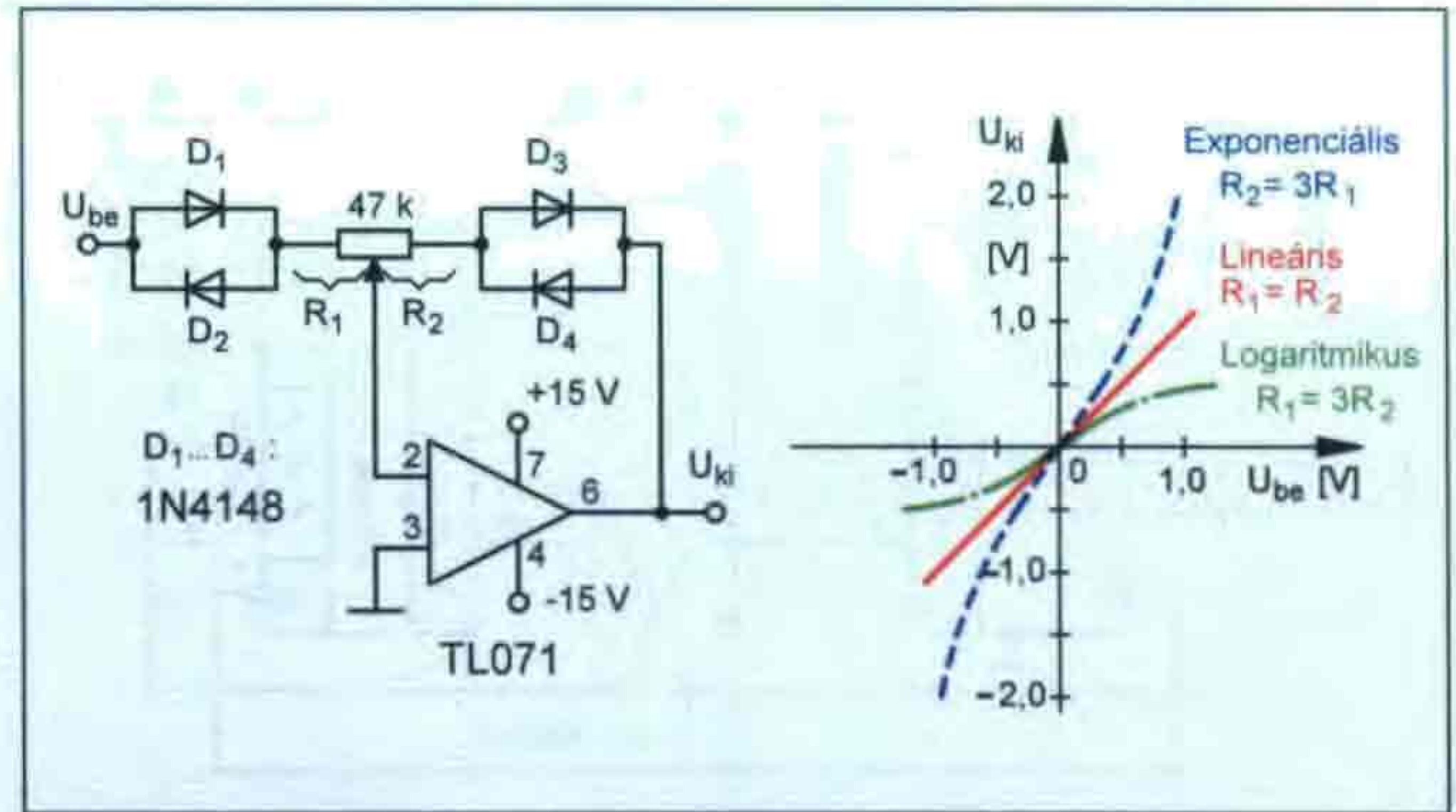
A csillapító hálózatot induktivitásmentes ellenállásokból, kapacitásszegény szereléssel, árnyékoló dobozba kell elkészíteni. Az ellenállások kivitelezései is a lehető legrövidebbek legyenek. Helyes kivitelezés esetén kb. 50 MHz-ig használható frekvenciafüggetlen osztót kapunk, amelyet 50...75 Ω-os vevőbemenethez (CB-vevő, műsorvevő rádió, VHF I. sávú tv stb.) használhatunk. A kapcsoló „0” jelű állásban nincs csillapítás, az „1” jelű állásban 10 dB, majd pedig így tízesével 40 dB-ig.



17. ábra



18. ábra



19. ábra

HF-végerősítő TDA2822-vel

Sorozatunk következő érdekessége a TDA2822M típusú, két önálló hangvégefokozatot tartalmazó IC. A tok nyolclábú (DIP-8, mini DIP). TDA2822D típusjellel SMD-kivitelben (SO-8) is gyártják. Alkalmazását egy sztereó erősítő példáján a 16. ábra szemlélteti. (R_3 – C_5 és R_4 – C_7 a gerjedésgátló, ún. Boucherot-tagok.)

A tápfeszültség ($U_{táp}$) határai: 1,8 V és 15 V; 6 V esetén a nyugalmi áramfelvétel 6 mA. Az erősítés tipikus értéke 39 dB. A maximális kimeneti teljesítmény (10% torzítást megengedve) a következőképpen alakul ($U_{táp}/R_h/P_{ki}$): 6 V/32 Ω /2 \times 120 mW; 6 V/4 Ω /2 \times 650 mW; 9 V/8 Ω /2 \times 1 W. Félteljesítményű kivezérlés esetén a torzítás jobb, mint 0,2%.

Az immár elterjedtek is minősíthető hídkapcsolásban (16. ábra) az IC 6 V-os tápfeszültségről 8 Ω -os hangszórón kb. 1,3 W-ot produkál (mono). Itt R_2 – C_4 és R_3 – C_5 a gerjedésgátlók.

A csipet „nagyteljesítményű” változattá is tokozzák. A 16-kivezetéses tok jele DIP-16, az így készülő IC-é pedig TDA2822 (tehát a kiegészítő betűjel elmarad, 17. ábra). A legalacsonyabb tápfeszültség 3 V. A maximális kimene-

ti teljesítmény sztereó kapcsolásban, 9 V-os tápfeszültségről, 4 Ω -os hangszóróra 2 \times 1,7 W. A többi adat meg egyezik az előbbiekkkel.

Impulzusüzemű fordulatszám-szabályozás

A kis DC-motorok fordulatszámának szabályozására a szokásos szabályozható feszültségstabilizátoroknál jobb hatásfokú megoldást kínál a változtatható kitöltési tényezőjű impulzusokkal történő táplálás. Az alacsony frekvenciájú négyszögjel integrál-középertheke (közepes DC-szintje) ugyanis a kitöltési tényezővel egyenesen arányos.

A 18. ábrán bemutatott kapcsolás csekély számú alkatrészrel oldja meg a feladatot. A mintegy 35 Hz-es négyszögjelet a G_1 , G_2 köré épült generátor állítja elő. A kitöltési tényező – és ezzel a motor fordulatszáma – a P potenciométerrel állítható be.

A további, párhuzamosan kapcsolt inverterek a T kapcsolótranszisztort vezérlik, amely vagy szakadást képvisel, vagy telítésbe kerül, így igen kis veszteséggel üzemel.

Nemlineáris AC-erősítő

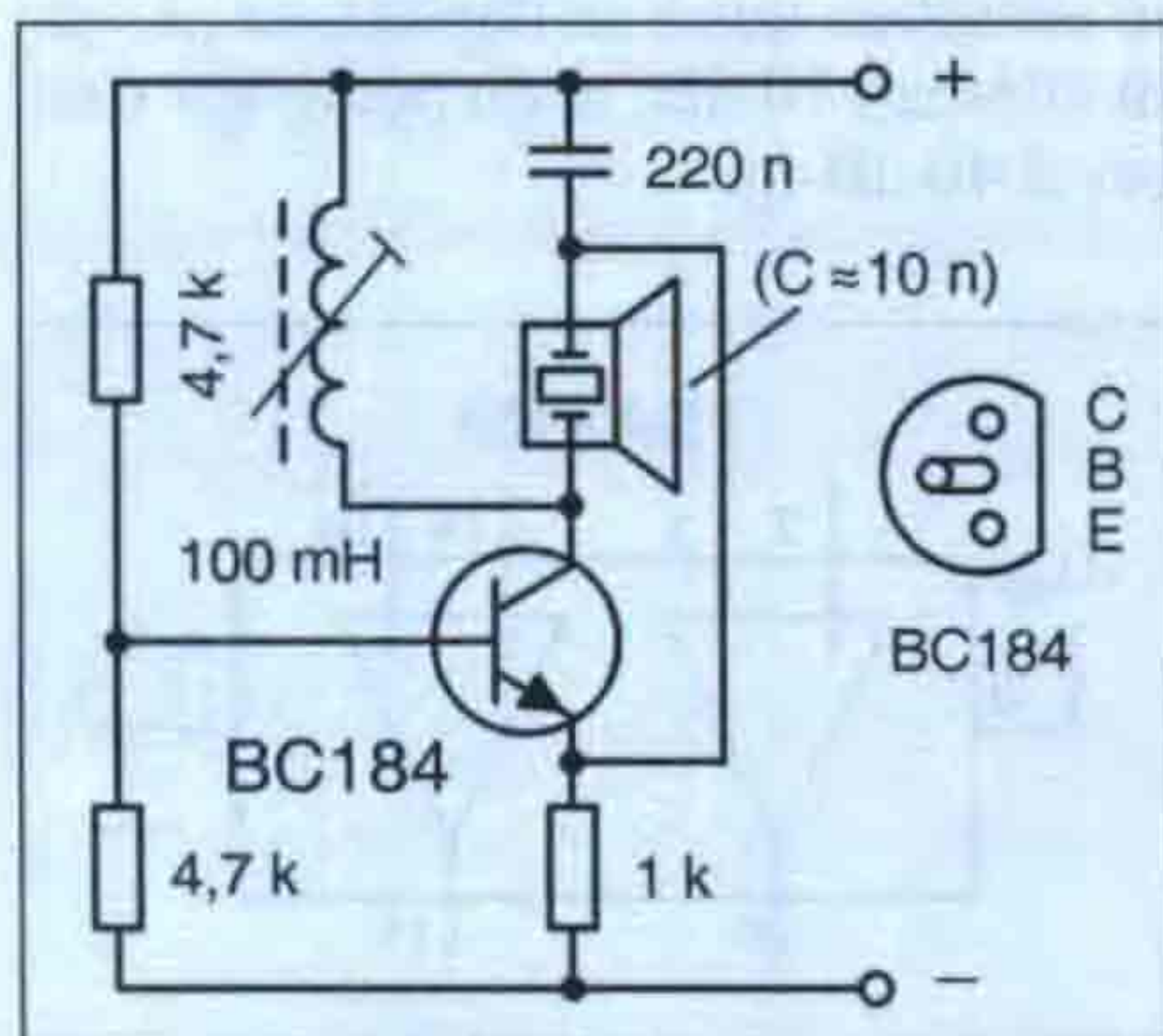
A 19. ábrán látható egyszerű áramkör a visszacsatoló hálózatban található antiparalel kapcsolt diódáknak köszönhetően mind egyen-, mind váltakozófeszültségű jelekre nézve a potenciométer állásától függően logaritmikus, lineáris vagy exponenciális átviteli karakterisztikát mutat.

A karakterisztikák jellegét a potenciométer két ellenállása arányának függvényében a jobb oldali diagram szemlélteti.

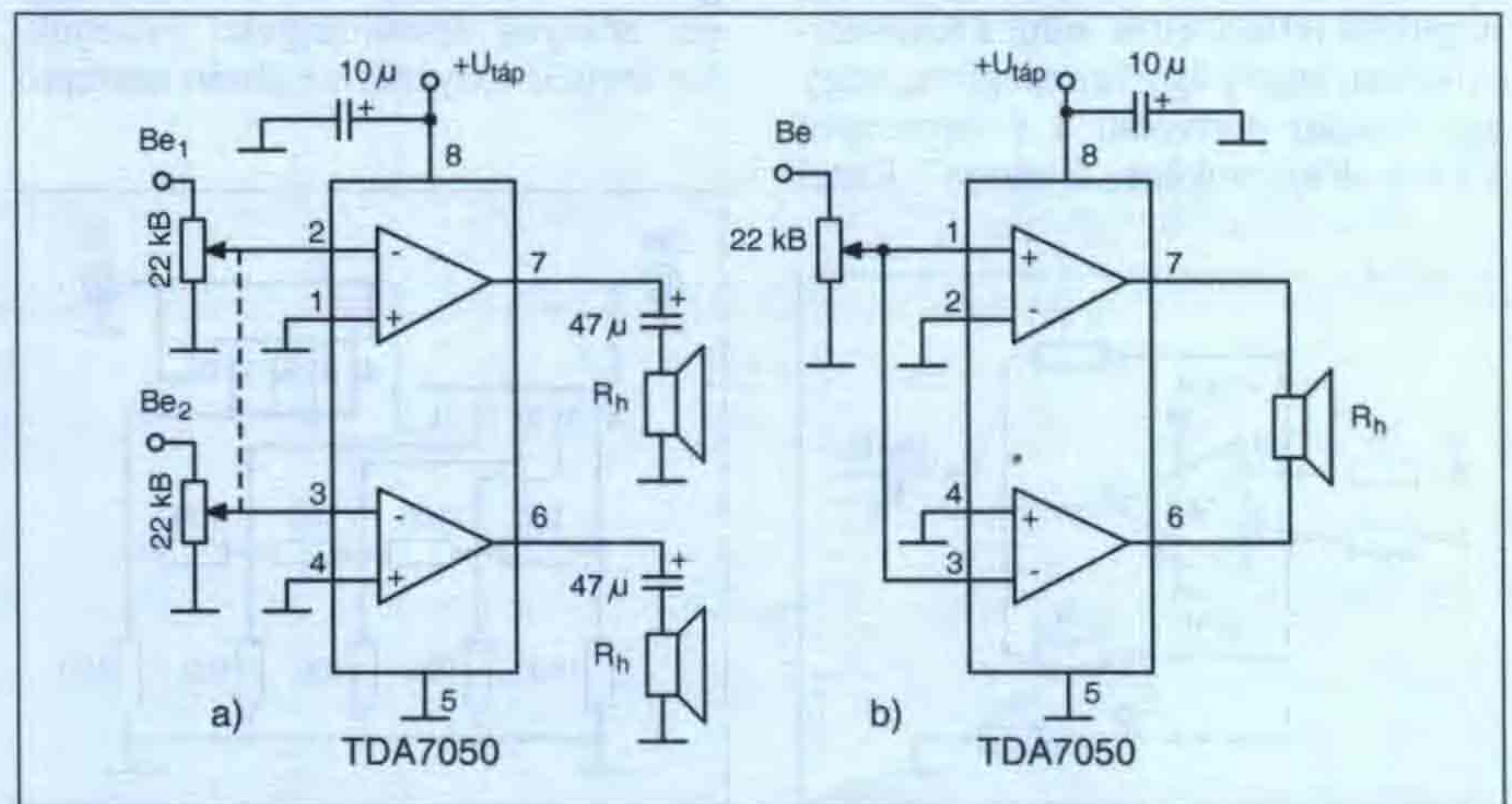
Jó hatásfokú jelzőhang-generátor

Alacsony tápfeszültségen, kis áramfelvétel mellett is nagy hangerővel képes sípolni a 20. ábra egyszerű akusztikus indikátor-kapcsolása.

Az áramkör egy olyan Colpitts-oszcillátor, amelyben az akusztikailag méretezett (rezonáns üregbe szerelt) piezó hangszóró belső kapacitása az egyik rezgőköri kondenzátor. Ha a hangolható tekerccsel, amely célszerűen hangolómagos fazékvasmagban helyezkedik el, az oszcillátor frekvenciá-



20. ábra



21. ábra

ját a sugárzó rezonanciafrekvenciájára hangoljuk (a rajzon szereplő adatokkal ez 5 kHz), a maximális hangerőt kapjuk. Az elektronikus síp áramfelvétele 4 V-nál kisebb tápfeszültség mellett kb. 2,5 mA.

HF-végerősítő TDA7050-nel

Két egyforma, „teljesítménykimenetű” műveleti erősítőt tartalmaz a TDA7050 típusú IC. A tok nyolclábú dual in line (DIP8, mini DIP).

Alkalmazási példáját a 21. ábra szemlélteti. Az a) rajzrészlet például sztereó fejhallgatóhoz alkalmazható. 3 V-os tápfeszültség ($U_{táp}$) és 32 Ω -os

terhelés (R_h) esetén a kimenő teljesítmény 2×35 mW.

A b) részlet egy hídkapcsolású vég-erősítőt mutat. Mint látható, az egyik erősítőt az invertáló bemenetén, a másikat pedig a neminvertáló bemenetén vezéreljük.

Az előbbivel azonos tápfeszültség és terhelőimpedancia esetén a (monó) kimenő teljesítmény négyszeres, azaz 140 mW. (A teljesítményadatok 10% max. megengedett torzításra vonatkoznak.)

Az IC 1,6...6 V tápfeszültséghatárok között üzemelhet. 3 V esetén a nyugalmi áramfelvétele kb. 3 mA. Az erősítés tipikus értéke 26 dB.

15 ÉVES A COMMED TRADE KFT!
Mérőműszerek, Tápegységek, Forrasztástechnika
Erintésvédelem, Műszaki börze, Akkreditált
Kalibráló Laboratórium, Műszerjavító szerviz

Toroldók
2A 500VA
4A 1000VA
8A 2000VA

Amatőr, labor- és
profi tápegységek
Fix és állítható fe-
szültségű, analóg
és kapcsoló üzemi,
kettős és négyes.
Akkutöltők

Egész évben COMMED!
Hordozható és asztali multimé-
terek, kéziműszerek
Multifunkcionális műszerek
(DMM, dB, Lux, RH, C-fok, 5 az 1-ben)
Oscilloszkópok, szkópméterek
Lakaffogók (1 és 3 fázisú)
Szigetelési ellenállás mérők
Mérőkábelek, tartozékok

Látogasson el e-boltunkba is! Megéri!
Katalógusáruházunkban
több ezer cikk közül válo-
gathat:
Korszerű NiMH akkuk, az
egyszerű forrasztópákától
a hőfokszabályozás, SMD
hőlégfúvós forrasztóálla-
másokig...

Internetes bolt a <http://commed.boltmotor.hu> címen!
COMMED TRADE Kft
1074 Budapest, VII. Vörösmarty u. 3/a T: (1) 222-7000
www.commed.hu

**Ferritmagos tekercsek,
ferritmagos transzformátorok,
hálózati
transzformátorok,
NF-tekercsek,
csévetestek, ferritek,
smd-induktivitások,
Amidon porvasmagok
nagy választékban kaphatók!
Postai utánvétellel is szállítunk.**

TALI Bt.
2600 Vác, Zrínyi u. 39.
☎ 06/27/501 220 Fax: 06/27/501 221
tali@vnet.hu www.tali-transformers.hu

**Híradástechnikai
szaküzlet**

1139 Bp., Frangepán u. 18.
Tel.: 350-3201, fax: 350-8801
H-P: 9-12, 13-17 ó

**Nagyfrekvenciás,
amatőr alkatrészek,
koaxcsatlakozók,
Mini-Circuits IC-k.**

www.gigatechnik.hu

Ω OMEGA ELEKTRONIKA Ω

CCD-kamerák, PMR-rádiók,
GPS-ek, ACCUCCELL akkuk,
IC-k, ellenállások,
kondenzátorok, tranzisztorok,
LED-ek, passzív alkatrészek,
kvarcok nagy választékban.
Amatőröknek engedmény!
Postai utánvételes
csomagküldés!

Omega Kft.
H-8600 Siófok, Szűcs u. 2.
☎ (06-84) 313-673 vagy 510-558
www.omegakft.hu
omegakft@omegakft.hu

**1 Segítsen
% Ön is!**

Reményi István Rádióamatőr Alapítvány
18226429-1-43

Az alapítványt támogatja a
RÁDIÓTECHNIKA **Elektronika** **FÜZETEK**

**„AKCIÓ-223”
ÉVKÖNYVRENDELÉS**

3800 Ft helyett CSAK 3190 Ft-ért!
(plusz postaköltség)

Már most megrendelheti
és megveheti a 2010-es
RÁDIÓTECHNIKA
ÉVKÖNYVÉ-t
(Szállítása 2009 novemberében.)

Rendelek: db-ot.
Név:
Cím:

Ajánlatunk (rendelésre/befizetésre)
2009. június 30-ig érvényes!

Ezen OLVASHATÓAN kitöltött megrendelés beérkezte után küldjük a csekket.
Címünk: Rádióvilág Kft., 1374 Budapest, Pf. 603.
Akción megrendelést csak ezen az eredeti megrendelőszelvényen fogadunk el!

HIRDETÉSEK

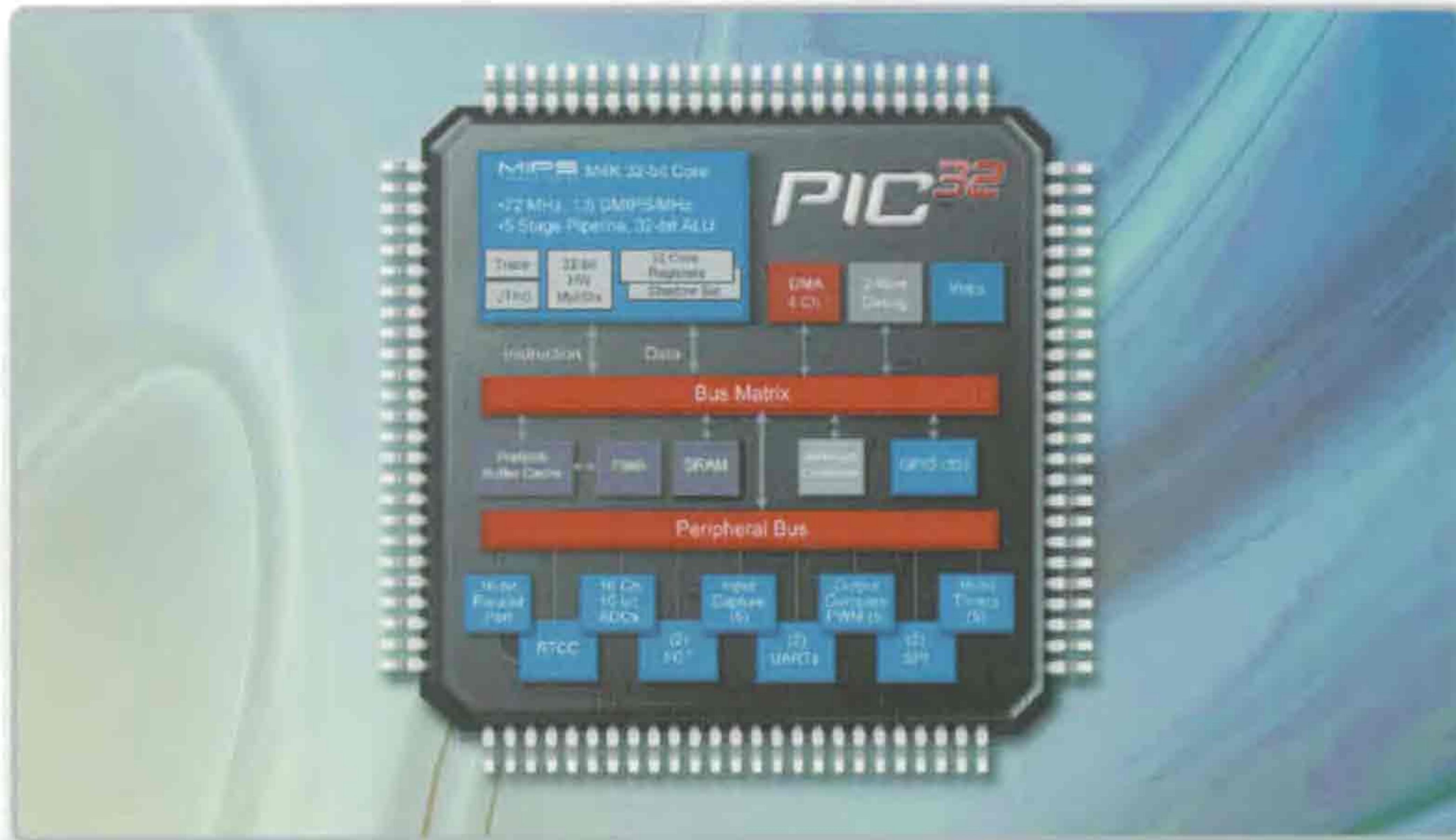
Akkuvásár a HAM-bazárban	190. oldal	LOMEX Kft.	123. oldal
ANICO Kft.	Borítólap I.	MAXWELL multiméterek	55. oldal
C+F Kft.	B. I., 205. oldal	NightPic V8.1 Basic fordító PIC-ekhez	150. oldal
ChipCAD Kft.	Borítólap II.	OMEGA Elektronika	223. oldal
Commed Trade Kft. (CMT)	223. oldal	OPTITECH Kft.	103. oldal
ELFA – AGeta Kft.	B. I., 181. oldal	PMR adó-vevők	63., 190. oldal
ELMŰ Nyrt.	Borítólap III.	PROFITECH Kft.	133. oldal
Hobby Elektronika Füzetek	49. oldal	Rádiós könyvek	122. oldal
GIGatechnik	223. oldal	Rádiótechnika előfizetés	133. oldal
GLOBAL FOCUS Kft.	123. oldal	Rádiótechnika évkönyv akció	87. oldal
H&M Trafo Kft.	84. oldal	Rádiótechnika Software Service	100. oldal
HIFImix online műszaki áruház	205. oldal	RET elektronika (Robtron El. Trade Kft.)	B. I., B. IV.
Hirdessen nálunk!	224. oldal	Reményi I. Rádióamatőr Alapítvány	30., 223. oldal
INCOMP Kft.	B. I., 195. oldal	S.O.S. Electronic Kft.	3. oldal
Intelligens PIC-pogramozó	150. oldal		
Kezdő PIC-ező csomag	150. oldal		

**Előfizetne a RÁDIÓTECHNIKA folyóíratra?
Új évkönyvünkben, lapjainkban hirdetne?**

www.radiovilag.hu

Rádióvilág Kiadó, tel./fax: 239-4932, 239-4933

Bemutatkozik a PIC32 mikrovezérlő



Az új PIC® mikrovezérlő egyszerű áttérést biztosít a 32 bites architektúrára

Nagyobb teljesítmény, több memória

Turbózza fel RTOS, érintőképernyős és összetett alkalmazásait!

- 80 MHz, 1,5 DMIPS/MHz M4K mag
- 512K Flash, előfeldolgozó cache-sel
- 32K RAM adattároláshoz és programvégrehajtáshoz
- gyors megszakításkezelés és tartalomváltás

Még gazdaságosabb

Rövidítse le fejlesztését, és használja a már meglévő hardverét, szoftverét és fejlesztőeszközait!

- Ingyenes TCP/IP, grafikus és fájlkezelő forráskódok
- Közös Explorer 16 fejlesztői platform
- Olcsó indulókészlet ingyenes C fordítóval
- Hardveres trace-funkció 20 000 Ft alatt

Még több tervezési lehetőség

Egyszerűsítse rendszertervét nagyobb integrációval!

- Átfogó analóg és digitális perifériák
- 4 csatornás DMA vezérlő CRC hibaelenőrzéssel
- Egytápfeszültségű működés integrált szabályzóval
- 16 bites, párhuzamos mester port (PMP)

Nagyobb kompatibilitás

Hozzon létre skálázható termékeket egy moduláris környezetben!

- Közös MPLAB® fejlesztői rendszerek
- Láb- és perifériakompatibilitás a 16 bites PIC mikrovezérlőkkel
- Periféria-könyvtár kompatibilis a 16 bites PIC mikrovezérlőkkel
- Hasonló megjelenés és használat több mint 400 PIC esetén



Kezdje könnyedén!
– PIC32 USB Starter Kit

Látogassa meg a www.microchip.com/pic32 oldalt még ma!

chipCAD
DISTRIBUTION

Tel.: (+36-1) 231-7000
Fax: (+36-1) 231-7011
www.chipcad.hu

Now
Pb-free!
RoHS Compliant

 **MICROCHIP**
www.microchip.com



Az ELMŰ Nyrt. – igazodva fogyasztói igényeihez – fokozatosan átalakítja ügyfélszolgálati rendszerét és áttér a telefonos és internetes ügyintézésre. A számlabefizetések kivételével gyakorlatilag ma már nincs olyan ügy, amit ne lehetne telefonon, otthonról elintézni.

Egyre népszerűbb az ELMŰ telefonos ügyfélszolgálat, amely helyi tarifával hívható és az ügyek nagyobb részét már ott intézik. A

Telecentrum

munkatársai a

06-40-38-38-38

számon készséggel állnak rendelkezésre bármilyen, számlázással, számlafizetéssel, szerződéskötéssel, hibabejelentéssel kapcsolatos ügyben.

elmű
a pozitív energia

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




Amphenol



ESKA

celduc®




LITEON




FUJITSU








Robtron Elektronik Trade Kft.

Együtt a sikerért!



www.ret.hu

KÖZPONT

TELEFONOS ÉRTÉKESÍTÉS, CSOMAGKÜLDÉS

6728 SZEGED, Dorozsmai út 35., Délép ipari park, 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