

**A**  
**RÁDIÓTECHNIKA**  
**ÉVKÖNYVE**  
**2000**

## Szerkesztették:

Békei Ferenc főszerkesztő

okl. üzemmérnök, HA5KU

Stefanik Pál ny. főszerkesztő

okl. villamosmérnök, HA5BT

## Írták:

Dr. Arató András okl. villamosmérnök, HA5BDU

Balás B. Dénes távközlési technikus

Borbás István elektromérnök

Bucsay István okl. villamosmérnök, HA9RR

Bus László okl. villamosmérnök

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ/7

Dr. Fábrián Tibor okl. villamosmérnök

Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

Horváth Lajos rádióbemondó, HG5TZ

Horváth Péter híradástechnikai mérnök, HA8RM

Hrabál László okl. villamosmérnök

Jutasi István okl. villamosmérnök

Konsanszky Róbert okl. villamosmérnök

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök

Mednyánszky László híradástechnikai mérnök, HA7VC

Nagy Gyula vill. üzemmérnök, HA8ET

Nagymáté Csaba villamosmérnök

Németh Lajos tanár

Pálinkás Tiber gépészmérnök

Pfalzgráf János okl. villamosmérnök

Plachtovics György műszeripari technikus

Dr. Simoncsics László okl. villamosmérnök

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök

Stefanik Pál okl. villamosmérnök, HA5BT

Urbán István okl. villamosmérnök

Veres László tanár

## Tartalomjegyzék

A Vatea gyár története .....	4
A kábellelvezési új lehetőségei .....	14
Beszédittkosító .....	20
Tirisztoros ívhegesztőgép .....	26
A memóriaáramkörök fejlődése, új típusai 2. ....	37
Oszilloszkóp IBM PC-hez .....	61
Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása 2. ...	78
Hangsugárzók építése .....	89
Reflextöltő NiCd és NIMH akkukhoz .....	111
Sztereoerősítő a nosztalgia jegyében .....	118
Fénycsővilágítás – akkumulátorról .....	126
Dallamcsengő .....	130
Regeneráló típusú akkumulátortöltő .....	133
Időkapcsoló lépcsőház-világításhoz .....	138
Technikatörténet – évszámokban .....	140
A méter-sztori .....	146
Egy gépadó Magyarországon .....	150
Szovjet vadászpilóta segélykérő rádiója a '80-as évekből .....	155
Mikroszalagvonalas technika a gyakorlatban .....	162
„SM-2000” URH rádióállomás .....	172
1 GHz-es digitális frekvenciamérő .....	179
Ex. Hertz – Windom – FD-4 .....	189
SWR-mérő a rövidhullámú frekvenciatartományra ...	197
Oszillátorok fáziszaja .....	201
Katonai rádiók amatorkézben 1. ....	210
Beszéd- és morzeérthetőség, valamint azok zavarai ...	218
CQ de HA... CQ de HG... 1999 .....	220
Etalonfrekvencia- és pontosidőadó rádióállomások ...	226
Gyári CB-készülékek (GA-007 és SH-8000) .....	230
Technikák az autótolvajok és -rablók ellen .....	234
IC-s stabilizált tápegységkapcsolások .....	242
Bevált kapcsolások .....	246
Sok kis kapcsolás .....	256

Kiadja:

*Rádióvilág Kft.*

A kiadásért felel: Békei Ferenc ügyvezető igazgató

Szedés: Sipos DTP-stúdió, Budapest

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



Nyomás: Athenaeum Nyomda Rt. 99.06726, Budapest, 1999

Felelős vezető: dr. Garáné Bardóczy Irén, az igazgatóság elnöke



# Előszó

A „Rádiótechnika” évkönyveinek újabb, sorban a harmincharmadik, kötetét ajánlhatjuk a kedves Olvasó figyelmébe. Ezen kötetünkben is alapvetően a rádió adás-vétel technika, a műszer- és mérés technika és az általános elektronika széles területeiről adunk cikkszezállítást. Reméljük, olvasóink meglegedésére.

Az évkönyvünk címlapján díszelgő 2000-es évszám okán, ha futólág is, de érdeemes elgondolkodnunk a tudomány és a technika eddigi fejlődéséről, illetve annak távlatairól. Persze csak szűkebb területen elmélkedve, úgymond, az „elektromosság-nál”, a házunk táján maradvá.

Jöttünk hát a dörzselektromosságtól és a galvánelemek feltalálásáig, az első olyféle eszközökig, melyekkel huzamosabb ideig lehetett tápellátást biztosítani a villamos kísérletekhez, el is röpment bőven több mint két évezrednyi idő. Tisztelettel kell nyugtáznunk és eleink minden tudománybeli erőfeszítését, de az igazán intenzív fejlődést az utóbbi úgy másfél évszázad hozta az elektromosság területén.

Manapság, a harmadik évezred küszöbén, a mikroelektronika korában, a számítástechnika mindent magába integráló korszakában, az analógból a digitális jelfeldolgozásba való átmenet világában azonban még minden „emberkéz előállította elektromos folyamat” alapvetően szerves (fémes, félvezetős) platformon zajlik. Igaz ez a „külső világra”, az ember (az élőlények) testén kívül levő térre. Csakhogy elektromos folyamatok, kombináltak biokémiai eseményekkel, szervesanyag bázison is léteznek már néhány száz millió éve!, – úgy mint ÉLET a Földön...

Tehát, kedves Olvasó, némi fantázia-lendülettel képzeljük magunk elé a jövő évszázad amatőrét, amint – kezében a legfrissebb Rádiótechnika évkönyvvel – az alkatrészzaküzetben valaminő korlátozott intelligenciájú biorobot-részegységet vásárolna. Az eladó pedig (az antisztatikus csomagolás már régen a múlté) a szárazjeges tárolóban kutakodik a különböző típusok/gyártmányok között. És erre nem újabb két évezredet, hanem csupán ... évet kell várunk. (A pontok helye egyéni leg kitölthető.) No, de egy, a jövő embereihez küldött csodálatos Nagy László-i üzenettel: „Csókolatom Őket, ha még lesz arcuk!” zuhanjunk vissza a „rézdrótos” jelenbe.

Idei évkönyvünkben is jelentkeznek jól bevált, állandó rovataink. Közülük – sajnálatosan – egyre több küszködik a közléshez rendelkezésre álló terjedelem korlátaival, így e cikkeket a „Rádiótechnikában” kell folytatnunk, befejeznünk. Arra azért alapvetően törekedtünk, hogy mind az évkönyv-, mind majd a lapbeli cikkrészek önmagukban is önálló, kerek egészet adjanak.

A 2000. esztendőben is kívánunk kellemesen hasznos évkönyvlapozgatást!

A szerkesztőség

## Koaxiális csatlakozók, kábelek és szerelvények egy helyről



Telegärtner

BNC • TNC • N • UHF • Mini UHF • FME • SMA • SMB • 7/16

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

- \* Garantált intermodulációs tulajdonsággal rendelkező bázisállomási csatlakozók.
- \* Antenna jumper kábelek, egyedi méréssel
- \* ISO 9001 minősítésű gyártás

NK CABLES  
TELECOM CABLES

1,35/3,6 AF • RF 1/2"-50 • RF 7/8"-50 • RF 1 1/4"-50 • RF 1 5/8"-50

- \* Bázisállomási koaxiális kábelek

- \* SUPERFLEX nagyhajlékonyságú kábelek

FIMO

RFB 1/2" • RFA5 7/8" • KMT 1/2" • KMT 7/8"

- \* Kábelrögzítő szerelvények, bilincsek
- \* Professzionális földelő bilincsek

- \* Speciális, sugárzókábel tartó bilincsek
- \* Tömítő és vízmentesítő garnitúrák

## CATV hálózatok HFC építőelemei vezető világcégtől

VOS 135, VOS 136 • VGF81 • VGF 90 • ORA 820

KATHREIN

- \* Vonalhálózati erősítők
- \* Nagyszintű házerősítők

- \* Optikai rendszer elemek
- \* Komplettn ONU berendezések

\* ingyenes tervezési szaktanácsadás

\* megbízható műszaki háttér

\* budapesti raktár

1026 Bp. Guyon Richárd u. 13.

Tel: 200-0296, 200-6968

Nagykereskedelmi forgalmazás:

**RAKOTrade Kft.**

Fax: 200-6971

E-mail: rakotrad@elender.hu

# A Vatea gyár története

Hrabál László okl. villamosmérnök



A Rádiótechnika Évkönyve korábbi kötetekben ma is létező vagy az utóbbi évek során megszűnt hírneves hazai gyárak történetével ismerkedhettünk meg. Ezúttal egy, mintegy 60 éve megszűnt vállalat történetét szeretném összefoglalni.

VATEA. Ez az öt betű egy mai, elektronikával foglalkozó szakember számára bizonyára semmitmondó, ismeretlen és értelmetlen szó csupán. A nyugdíjaskorú szakemberek pedig azt mondják éreik hallatára, hogy valamikor volt Budapesten egy ilyen nevű rádiócsőgyár. Ennek a gyárnak a történetéből szedtem össze mozaikszemcséket anélkül, hogy mindent fellelhettem volna. Így hát, aki többet tud róla, köszönettel fogadom, ha megosztja velem ez irányú ismereteit. Nekem ugyanis – sajnos – már nem sikerült olyan élő embert találni, aki egykor a Vateában dolgozott. Hogy a gyár milyen jelentős volt a maga idejében, azt az 1993-as kiadású „Budapest lexikon” is bizonyítja: 12 sort szentel az ismertetésének.

Amikor én 1941-ben beleszerettem a rádiózásba, az akkori rádiósbiblia, a Rádió Compass első két kötete [1] és [2] még hozta a csőösszehasonlító táblázataiban a Tungstram és Philips mellett a Vatea gyártmányokat is, ámbar ekkor már nem készültek Vatea csövek. (Ebben az időben a rádióalkatrészeket árusító üzletek polcain már nem

sorakoztak a Vatea dobozai, de Hornyák Szilveszter Bethlen Gábor utcai rádióantikváriumában még lehetett használt Vatea csöveket kapni.) A háborús események során igen sok olyan rádió is megsemmisült, amelyben korábban Vatea eszközök működtek. A máig fennmaradt csövekből alig néhányat tudtam összeszedni a gyűjteményembe, ám javarészt működésképtelenek. Ezekből látható néhány a 1. ábrán.

A hazai híradástechnikai ipar történetével foglalkozó írások mindegyike említi a Vatea létét és korabeli fontosságát. Joggal merülhet fel a kérdés, hogy miért írok most én is a Vateáról, hiszen 30 évvel ezelőtt már megjelent egy kitűnő kiadvány vele kapcsolatban [3]. Ez a könyv főleg gazdasági oldalról tárgyalja a Vatea gyár és jogutódjának, a Philipsnek a történetét. Én azonban a Vateát elsősorban műszaki szempontból próbálom bemutatni, olyan kérdéseket taglalva, amelyeket az említett műben legfeljebb csak érintettek.

A Vatea történetét részletesen tanulmányozva megállapítható, hogy az szorosan összefügg Patai Imre, a gyár alapítója, majd igazgatója személyével; nélküle nem is tárgyalható. Patai 1894-ben született és a Budapesti Műszaki Egyetemen 1917-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet, amint azt a Műegyetem levéltárában a nyilvántartás is tanúsítja. Az ifjú gépészmérnök több munkahelyen is dolgozott a Vatea megalapítása előtt. A [4] irodalom által említett műegyetemi munkaviszonyának nincs nyoma a levéltárban, de tényként igazolható a telefongyári és az Egyesült Izzó-, azaz Tungstram-beli munkahely. A Telefongyárból való távozás [5] és a belépés az Egyesült Izzóba 1919 második felére tehető.

A Tungstram már az I. világháború alatt készített elektroncsöveket, melyeket a katonaság is alkalmazott. A háború befejezése után nem sokkal, a huszas évek elején kezdődött világszerte a polgári rádiózás fellendülési korszaka, s

ebből a Tungstram is már kezdettől fogva kivette a részét. Patai Imre a rádióban rejlő lehetőségeket meglátva távozott a Tungstramtól és alapította cégét 1923-ban, felhasználva az ott szerzett tapasztalatokat [6], [7].

A Vatea gyár 1923 és 1936 közötti mintegy 16 éves történetét, a megismertek alapján négy, egymástól élesen el nem választható korszakra tudtam osztani:

1. Az 1923-as alapítástól az 1926-27-ig terjedő időszak, amit a kezdés és a csőregenerálás korszakának nevezek.

2. 1926-27-től 1930-31-ig az „ős”, de saját, korai fejlesztésű csövek korszaka.

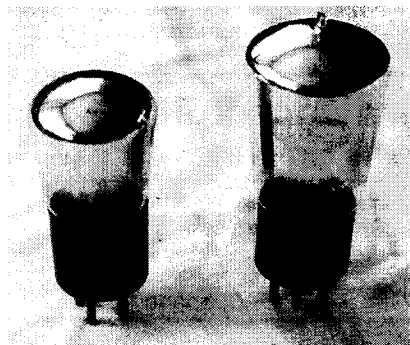
3. 1930-31-től 1935-36-ig a korszerű tömeggyártás megvalósítása.

4. 1935-36-tól 1939-ig, azaz, a gyár megszűntéig, az európai egységes típusokra való áttérés.

## 1. korszak

A Vatea cég első telephelye Budán, a máig is álló, Csaba utca 7. számú ház pinchelyiségében volt, ám a fellelhető források a 7/b és 7/c házszámot egyaránt megadják. A bizonytalanság talán abból is adódik, hogy a cég fokozatosan terjeszkedett és további épületrészeket vett bérbe. Tevékenységének elején főleg kiégett fűtőszálú adócsövek regenerálásával foglalkozott. Ebben az időben a külföldi eredetű adócsövek sugárzó hűtésűek és legfeljebb néhány száz watt anódvesztésűek voltak. A katódként szolgáló fűtőszáluk volfrámból készült. A regenerálás a kiégett, azaz szakadt fűtőszál pótlására, a ballon belsejének kitisztítására és a cső ismételt evakuálására vonatkozott. Ezáltal az adócső ismét működőképessé vált és nem kellett újat vásárolnia az üzemeltetőnek [8], [9], [10].

Ekkortájt a Magyar Királyi Posta volt a rádiózás gazdája és számára ez a regenerálás költségkímélést jelentett. Egy, a huszas évek végén megjelent közlemény szerint a csepeli és a szé-



1. ábra. Néhány Vatea elektroncső

Budapest 47797. sz. 1924. évi december hó 17-én, Patai Imre budapesti cég. budapesti vacuum technikai vállalata részére. Aru: I. vacuumkészülékek, különösen vacuumcsövek.

## VATEA

keszfehérvári adóállomás felújított adócsöveire 800...1000 égésórát garantáltak, de a tényleges üzemóra ennél lényegesen több volt. Mivel e tevékenységeket az adócsöveket gyártók nem nézték jó szemmel, a regenerálás kezdetben félig-meddig titokban, de mindenestre nem nagyobbra verve folyt [11]. Adatok vannak arról, hogy a Vatea külföldi rádiótársaságok részére is végzett ilyen műveleteket [12].

A gyár vezetősége kezdettől fogva nagy súlyt fektetett az iparjogvédelmi tevékenységre. A névként választott és később sikerre vitt *Vatea* mozaikszó nyilván a *vákuum* és a *technika* szavak rövidítéséből született. Védjegyként már 1924 decemberében a Magyar Királyi Szabadalmi Bíróságnál lajstro-

moztatták (2. ábra). A fekvő ellipszis alakú, jellegzetes írásmóddal tervezett emblémát (ld. a címben) azonban csak 1926 februárjában védjegyezték. Ez utóbbit a következő évek során több ízben, újból megerősítették és a hirdetésekben gyakran más ábrákkal kombinálva is alkalmazták; a legáltalánosabban egy rajta ülő kakadulával (3. ábra).

Ez időben már sok távbeszélő-állomás létezett. Az 1924. évi budapesti távbeszélőnévsorban még nem lehet megtalálni a céget, de az 1926. decemberében már így szerepelt: Vatea Rádiótechnikai és Villamossági Rt., Bp. I., Csaba utca 7/c. K 503-16, ami azt mutatja, hogy akkor még a Krisztina központ kézi kapcsolós volt. Ugyanekkor már Patai Imre lakásának telefonállomása is fellelhető benne.

A Vateát is elérte a kibontakozó gazdasági válság okozta tőkehiány. Ezért Patai a céget 1925-ben bank bevonásával részvénytársasággá alakította át. A Nagy Magyar Compass című almanach 1927-1928. évi kötete erre vonatkozólag a 4. ábra szerinti adatokat tartalmazza.

## 2. korszak

A Vatea első, önállóan fejlesztett és gyártott vevőcsövei 1925 végén, 1926 elején kerülhettek piacra. Az első két-három évben mintegy 20...25 típust terveztek, majd gyártottak (néhányukat csak egy-két éven át, mert azokat modernebb, jobb elektromos tulajdonságúakkal váltották fel). A csövek példányai még volfrámkatódúak voltak, de hamarosan kidolgozták a tóriumos volfrámkatódú típusokat, melyek már lényegesen kisebb fűtőárammal nyújtották ugyanazon szolgáltatásokat. Ezeket követték a még kedvezőbb tulajdonságú oxidkatódos típusok. A Va-

tea önálló fejlesztése volt a kolloid katód; az ilyen csövek kartondobozán ezt is feltüntették tájékoztatásként [13].

A csövek eleinte egyrácscsok voltak, de 1927-től már megjelentek a két-rácscs típusok is. Ez utóbbiak jellegzetes példája a viszonylag kis anódfeszültséggel működő DU 412 típus [14], illetve ennek ikercső változata, a DDU 412-es. Érdekes tanulmány a DDU 412 adatlapja, mely a cső karakterisztikája mellett egy, ezzel az elektroncsővel felépíthető készülék kapcsolási rajzát is tartalmazza (5. ábra).

A jó üzleti érzékkel is megáldott Patai Imre – mai szóhasználatnál elve – meglátta a marketingtevékenység szükségességét és hasznát; az akkortájt alapított rádióműsor-újságokban és technikai szaklapokban [15], valamint könyvekben [16] gyakran publikált és hirdetett. De számos ismertető füzetet, katalógust és készüléképítési útmutatót is közreadtak, melyek egy része máig is fennmaradt. A következőkben bemutatottak is jórészt ezekből származnak. Egy vonzó hirdetés látható a 6. ábrán.

A Vatea-termékek adatai nem csak a kiadványaikban és a szakfolyóiratok oldalain találhatóak meg, hanem gazdag tárháznak bizonyulnak az abban a korban létezett és rádióval foglalkozó kereskedők kiadványai is: katalógusok, árjegyzékek stb. Sajnos, ezekben is alig lehet a kiadás éveire vonatkozó adatokat találni, máskor pedig csak következtetésekkel lehet azokat egy-két év pontossággal meghatározni. Akkori ismertebb kereskedőcégek:

Márton Pál, Bp. IV. ker. (akkor Belváros), Városház u. 1.,

Barta és Társa, Bp. VII., Podmaniczky u. 39. és fiókjai,

Bányai István, Bp. VII. ker., Thököly út 22. és fiókjai,

„51-es” Rádióház, Bp. VIII., Rákóczi út 51.,

ifj. Bittner János, Bp. VIII., József krt. 60.,

Reich Miklós, Bp. VI., Vilmos császár út 45.,



The Perfect Radio Tube

# VATEA

rádiólámpa  
felülmulhatatlan  
tökéletes  
világárka



3. ábra. Jellegzetes kakadus hirdetés

2. ábra. A Vatea szövevény hivataltos bejegyzése

4. ábra. A Vatea cég adatai az 1927-28-as Compassban

4538. VATEA RÁDIÓTECHNIKAI ÉS VILLAMOSSÁGI RT. (1923-.) — I., Csaba-u. 7/c. — Táv.-c.: Vateag. — Alaptőke: 50.000 P — 2.500 drb 20 P-s részvényben. — (Alakult 5 m. K tőkével, 1925 márc. 24-én 200 m. K-ra emelve. 1926 ápr. 30-án a felértékelésnél (2:1) 50.000 P-ben megállapítva.) — Igazgatóság: Vecsey Jenő, Harsányi Jenő, Patai Imre (műszaki igazg.), Kovács Nándor. Felügyelő-bizottság: Királyfi Gyula (igazg.), Jausz Ernő, Patai László (cégvezető). — III. közgy.: 1927 ápr. 13.

Vagyon: 1926-ban: Pénztár P: 1.747. — Berendezés P: 18.211. — Adósok P: 81.126. — Szabadalom P: 4.000. — Leltár P: 24.845. — Összesen P: 129.929. — Teher: Részvételő P: 50.000. — Hitelezők P: 23.150. — Elfogadvány P: 49.186. — Kétes követelések P: 6.909. Nyereség P: 684. — Összesen P: 129.929.



# ELEKTRONCSÖVEK

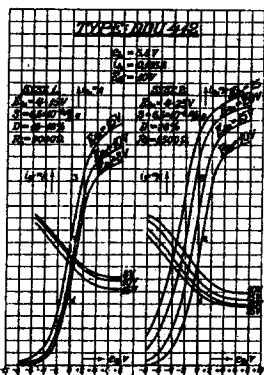
## Kétrácsos-ikercső DDU 412

A két rendszer közös adatai:

Fűtőfeszültség . . . . .	3-4 Volt
Fűtőáram . . . . .	0.12 Amp.
Segédrácsfeszültség . . . . .	4-15 Volt

A többi adatok:

	1. rendszer	2. rendszer
Anódfeszültség . . . . .	4-15 Volt	4-25 Volt
Telítési áram . . . . .	15-25 mA.	15-25 mA.
Méretezés . . . . .	$5 \cdot 10^{-4} \text{ A/V}$	$5 \cdot 10^{-4} \text{ A/V}$
Áthatás . . . . .	15-20%	20-30%
Erősítés . . . . .	5-6.5	3-5
Belső ellenállás kb. . . . .	8000 $\Omega$	6000 $\Omega$
Nyugalmi áram . . . . .	2 mA	4 mA



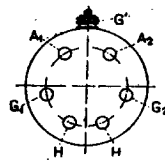
Az ikercsővek alkalmazása egyrészt ott indokolt, ahol a készülék méreteinek, súlyának csökkentésére van szükség (pl. hordozható készülékeknel), másrészt ott, ahol már meglevő készülékek teljesítőképességét akarjuk fokozni. Egy kétlámpos készülék kis átalakítással négylámposá építhető át, az ikercsővek alkalmazásával.

Ezen új Vatea típusnál mindezekhez az előnyös tulajdonságokhoz még a kétrácsos csövek minden, általánosan ismert előnye is járul: a kis anódfeszültség, nagy érzékenység, teljesítőképesség, stb. Ez a cső tehát par excellence a hordozható készülékek ideális csőtypusa.

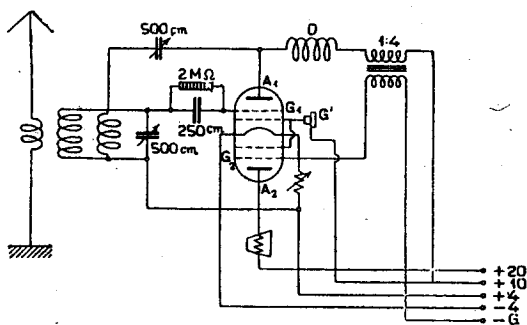
A DDU 412 ikercsővek közös burába épített, két egymás mellé szerelt elektródrendszer tartalmaznak. Az egyik rendszer elektromos adatai tökéletesen megfelelnek egy Vatea DGP 3 cső adatainak, míg a másik rendszer adatai ehhez teljesen hasonlóak, azzal a különbséggel, hogy ennek áthatása nagyobb. A fűtőszálak párhuzamosan kapcsolva közös kivezetéssel bírnak, valamint a két belső rácson is közös kivezetése van az oldalcsavarhóron.

A Vatea DDU 412 ikercső foglalatának rajzát az 1. ábra tünteti fel. (H-H a fűtőszálak kivezetéseit, A<sub>1</sub> A<sub>2</sub> az anódok, G<sub>1</sub> G<sub>2</sub> a rácson, G' pedig a segéd rácson kivezetéseit jelölik).

Az ikercsővek kapcsolásának számos hatásos és szellemes lehetősége van, melyek közül egy példaképpen kapcsolást a 2. ábra tüntet fel. Ezen ábra egy *egy ikercsővel* dolgozó vevőkészülék (detektor és alacsonyfrekvenciájú erősítőfokozat) kapcsolását mutatja.



1. ábra



2. ábra

5. ábra. A DDU 412 ikercső adatlapja és mintakapcsolása

**INGYEN MINDENKI HOZZÁJUTHAT**  
egy legmodernebb

**VATEA**  
RÁDIÓLÁMPÁHOZ

ha kereskedőjénél kizárólag

**VATEA-LÁMPÁT**

kér, mert minden tizedik dobozban egy utalványt talál, melynek ellenében

**díjtalanul kap**  
egy Vatea-lámpát

6. ábra. Egy ügyes és vonzó Vatea-hirdetés

Dénes Testvérek, Bp. VI., Teréz krt. 26. stb.

Jellemző képet nyerhetünk a Bányai cég katalógusából, mely ugyan dátumot nem visel, de vélhetőleg 1927-

ben került ki a nyomdából. E listában 14 Vatea-csőtípus szerepel, közülük 2 már kétrácsos. Speciális, a Vatea csövekre jellemző a ballonformájuk és az, hogy a légtelenítés kezdetben a ballon

»Vatea«				P	K
	fűtő feszülts.	anód feszülts.	fűtő áram		
TP3	2.6-3.5	40-100	0.05	5.04	63.000
TP4	1.8-2.1	40-100	0.17	5.04	63.000
DGP3	3-3.8	4-15	0.06	10.-	125.000
DGP4	1.6-2	4-15	0.15	10.-	125.000
H406	3-4	40-100	0.06	5.60	70.000
H306	2.6-3.5	40-100	0.06	5.60	70.000
N406	3-4	40-100	0.06	6.40	80.000
N306	2.6-3.5	40-100	0.06	6.40	80.000
R306	2.6-3.5	60-120	0.06	8.-	100.000
L312	3-3.8	40-120	0.12	12.40	160.000
U406	3-4	20-100	0.06	5.84	73.000

7. ábra. Laprészlet a Bittner-féle árjegyzékből

**VATEA**

KISADÓ CSÖVEKBEN IS A LEGJOBB!

**AZ AMATŐRIZMUS ÉL!**

Mindenki  
rövidhullámon kísérletezik.

**VATEA**  
felrással jó a cső

**JÓ CSŐVEL BIZTOS A SIKER!**

Uj romániai fiók:  
VATEA, Cluj, Calea Reg. Ferdinand 14

8. ábra. Vatea kisadócsövek hirdetése

teteje felől történt [17]. 9 cső típusmegjelöléséből némi következtést is lehet vonni a fűtési adatokra vonatkozólag, ugyanis a betű után következő számok a fűtőfeszültség és fűtőáram kódolásai. A DGP kezdőbetűk a kétrácscs (Doppelgitter) felépítésre utalnak.

Közvetett fűtésű és hálózati egyenirányító cső ekkor még nem szerepelt a programban.

A gazdaságos és virágzó ipari tevékenység egyik fontos feltétele a stabil, értékálló pénz. Az 1900 januárjától használt korona-fillér pénzrendszer

**VATEA**

**CSŐSZÓTÁR**

140  
KÉSZÜLÉKHEZ ÉS 30  
KAPCSOLÁSHOZ

TÖRLETTÉ  
VATEA  
RÁDIÓ

9. ábra. A Vatea csőszótár címlapja

## MODERN RÁDIÓKÉSZÜLÉKEK

Kapcsolások és szerelési vázlatok  
a VATEA hálózati  
és „Rekord” csövek alkalmazásával



Kiadja:

Vatea Rádiótechnikai és Villamossági R. T.  
Budapest, I., Csaba ucca 7/b—c

10. ábra. A Modern Rádiókészülékek címlapja

inflációja volt megfigyelhető az 1920-as évek során, bár ez már 1924-től csökkenő ütemű volt. Ezért vezették be 1927. január 1-jétől a pengő-fillér rendszert; a két pénz közötti átváltási arány 1 pengő = 12500 korona volt.

A pénzrendszerváltozás korából származó árjegyzékek a kínált csövek árát mindkét pénzben feltüntetik, hiszen egy új dolog megszokása csak hónapok alatt történhet meg. Ezért érdemes egy pillantást vetni a Bittner János rádiólaboratóriuma által kibocsátott, a kiadás évét nem tartalmazó, de feltehetően 1926 végéről vagy 1927 elejéről származó árjegyzék idevonatkozó részére (7. ábra). Itt 11 Vatea típus van felsorolva, köztük 2 kétrácscs.

Jelentős esemény volt a gyár életében, hogy 1928-ban a Philips Rádió és Villamossági Rt. több évi tárgyalás után megvásárolta a Vateát, bár ezt eleinte titkolni igyekeztek. A tulajdonváltás a következő évek során mélyreható változásokat okozott.

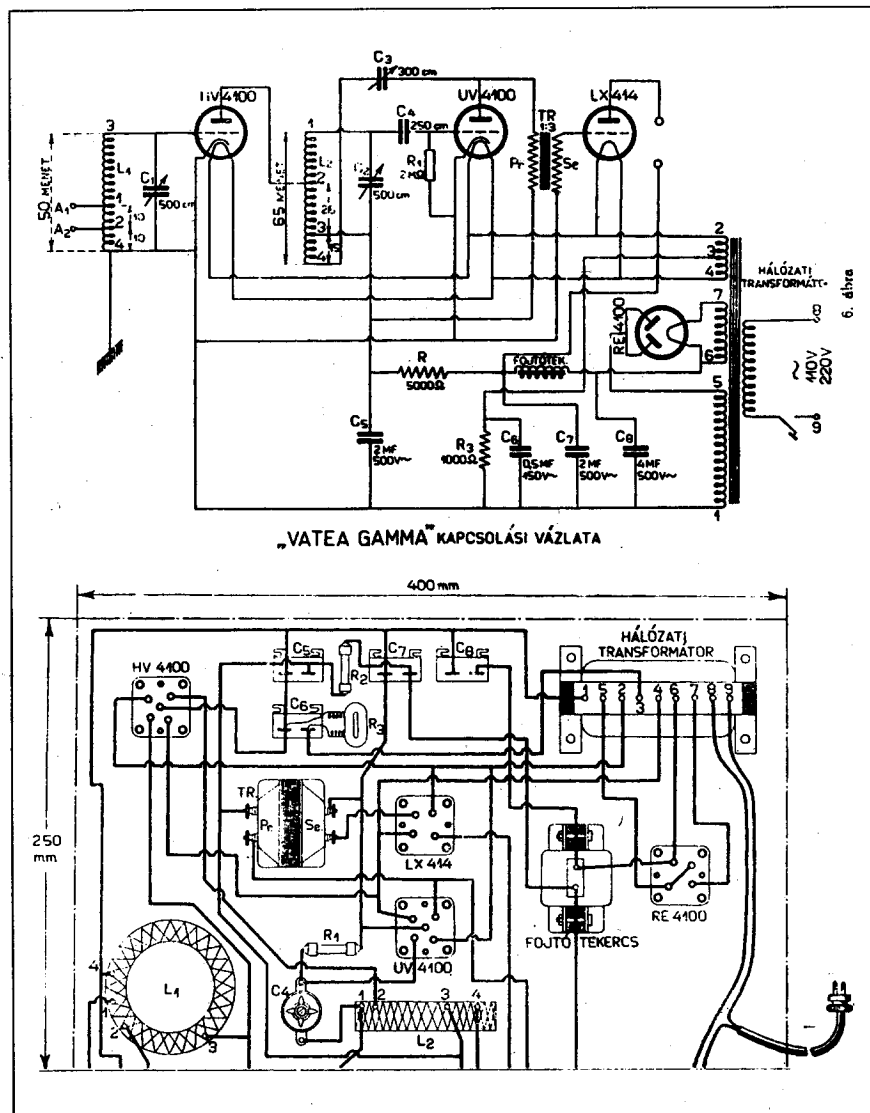
Patai Imrének a vákuumelektronikában elért eredményeit erkölcsi megbecsülés is bizonyítja: 1929-ben, az akkoriiban még ritkaságnak számító műszaki doktori címet szerzett. (Mérnök-doktori diplomájának dátuma 1929. június 13., a száma 1142/1929.) A doktori értekezés címe: A termikus elektronemisszió és az izzókathódok technikája. Az alapos ismereteket és felkészültséget tükröző munkának szerencsére fennmaradt az ábrákkal is kísért szövege, ugyanis a Matematikai és Fizikai Lapok 1929. XXXV. kötetében nyomtatásban is megjelent a 145–214. oldalakon, de különnyomat is készült belőle. A disszertáció jól mutatja, hogy Patai Imre a korának szinte valamennyi, e tárgykörben megjelent szakirodalmát jól ismerte, és ezek adataira támaszkodva maga is végzett kísérleteket és méréseket, amelyeket a külföldi szerzők adataival összevetve ad meg. A szerző nem fukarkodik elismerést nyilvánítni állandó munkatársainak: *Tomaschek Zoltánnak és Egri Imrének*, továbbá külső- és alkalmi munkatársainak: *Harsányi Jenőnek, dr. Schay Gézának és dr. Kalmár Lászlónak*. Mind-egyikük egy-egy fényes csillag lett a magyar tudomány és technika egén, a későbbi évek során.

Arra a kérdésre, hogy milyen mennyiségű elektroncső készült a Vatea gyárban, igencsak nehéz lenne pontos választ adni. Annyi azonban bizonyos, hogy a kezdeti szerény termelés jelentősen felfutott. Ezt, ábrával is bemutatva egész oldalon, ügyesen megrajzolva adták tudtul mindenkinek az 1929-ben megjelentetett hirdetésükben: 5 év alatt 20-szoros termelés. És mindez még a szerénynek mondható Csaba utcai gyártelepen történt! Ismeretek az akkori rádióelőfizetők számára, továbbá az is, hogy milyen arányban használtak kristálydetektoros és csöves készülékeket.

Közel állunk az igazsághoz, ha – figyelembe véve a telepes és egyenáramú hálózatról működő készülékek szinte egyeduralmát –, 2 csövet tételezünk fel készülékenként [18]. Így 1930 végén közel 320 000 rádiókészülék volt bejelentve; kb. 40% volt csöves, azaz, akkor mintegy 256 000 db elektroncső volt üzemben. Ezeknek természetesen csak egy része volt Vatea gyártmányú, hiszen ebben az időben már a Tungstam, Philips, Telefunken, Orion és több más cég csöveit is kiterjedten alkalmazták.



A Szobor utcai üzem. Előtérben, sötét ruhában Patai Imre [3]



11. ábra. Háromcsöves készülék kapcsolása és szerelési-bekötési vázlata



12. ábra. A Vatea Touring

A Vatea kiállítóként több alkalommal is részt vett a Budapesti Nemzetközi Vásáron. A szakirodalom megörökítette, hogy az 1928. évin már két-rácsos ikercső bemutatásával arattak sikert [19]. 1929-ben elektroncsövekkel, 1930-ban pedig rádiókészülékkel hívták fel magukra a figyelmet az akkor részben a Műcsarnokban megtartott bemutatón. A rádiókészülék nyilván a Touring nevet viselő, hordozható készülék volt. 1931-től kezdve a BNV-katalógusokban azonban hiába keressük a Vateát, feltehetően ekkor már a Philips keretében állított ki. Ismert azonban, hogy a Vatea az 1931-ben tartott rádiókiállítás is részt vett, ugyancsak a Műcsarnokban.

A huszas évek végére általánossá vált az igény, hogy a rádiókészülék ne csak a drága és kezelést igénylő akkumulátorokról és telepekről, hanem váltóáramú hálózatról is működtethető legyen. Így új típusokként megjelentek a közvetett fűtésű csövek és a hálózati egyenirányítók is. Azonkívül már



13. ábra. Telefonok bimetallos villám-védője

kezdték előretörni az árnyékolórácsú csövek és a pentódák is. A legmodernebb típusokat a REKORD jelzővel hirdették.

A Vatea-katalógusokban és árjegyzékekben feltűnik 3 adócső típus: EX 410, EX 412, EX 1050. A típusjelöléseikből leolvasható a fűtőfeszültség, illetve a 10, 12 és 50 W anódvesztesség. E típusok elsősorban amatőr adóberendezésekhez készültek, bár az 50 wattos hangerősítőkhöz is ajánlják. Az egyik szellemes hirdetésből az is kiviláglik, hogy a Vatea csövek a Kolozsvárott megnyitott fióküzletben is beszerezhetőek voltak (8. ábra). A választékban megtalálhatók az ún. amerikai típusok is, amelyek jelzése nem azonos az USA-ban gyártottakéval, hanem Vatea jelölésűek. Ezek a hazánkban akkortájt még működő, amerikai eredetű készülékekhez kellett vagy exportra készültek.

Valószínűleg 1930-ban adták ki azt a 184 x 116 mm méretű, fekvő formátumú, 28 oldalas füzetet, amely a Vatea csőszótár címet viseli; borítója a 9. ábrán látható. Ebben a gyár 32 csőtípusának egyisoros adata, és 6 hazai, illetve külföldi cég típusaival való összehasonlító táblázat is szerepel, továbbá a magyarországi rádiógyártók készülékeinek Vatea csővezése is. Érdemes e vállalatokat felsorolni, hiszen némelyikük viszonylag rövid életet élt meg, míg mások ma is ismert márkák. A gyártó neve utáni zárójeles szám azt jelzi, hogy hány készüléktípus felcsövezését adták meg: Astra (8), Audion (4), Barta és Társa (7), Belgráder Jenő (27), Dénes (3), Erzsébetkörúti Rádióház (5), His Masters Voice (2), Márton Pál (14), Orion (3), Nora (18), Philips (10), Rikert (11), Standard (4), Sziksz (4), Telefongyár (8), Telefunken (16). Szerepel benne továbbá a Vatea amatőrkapcsolások címszavakkal 8, illetve Philips amatőrkapcsolások címszavakkal 13 készüléktípus felcsövezése is. A készülékek megnevezéséből arra lehet következtetni, hogy a RIKERT rádiói tulajdonképpen a Süss gyár, későbbi nevén a Magyar Optikai Művek vevő-készülékei.

Fennmaradt egy 1930. áprilisi dátumú 40 oldalas füzet is (10. ábra). A Modern rádiókészülékek főcímet viseli és benne 7 vevőberendezés teljes leírása, kapcsolási rajza anyagjegyzékkel, részletes szerelési-bekötési vázlattal megtalálható, azaz minden, a rádióépítő amatőrnek szükséges adat. Közülük 6 hálózati táplálású, 1-től 5 csövesig,



14. ábra. Az új címerpajzsos védjegy

(plusz egyenirányító), – az ötcsöves már superkapcsolású. Az csak természetes, hogy valamennyi cső Vatea gyártmányú. Érdemes egy háromcsöves konstrukciót a kapcsolási rajzával és szerelési-bekötési vázlatával együtt szemügyre venni (11. ábra).

1930-ban a szaklapok hasábjain már nem csak a Vatea elektroncsövek, hanem egy Vatea gyártmányú rádiókészülék hirdetése is feltűnik [20], [21]. A Vatea Touring nevet kapta, a középhullámú sáv vételére alkalmas, telepes és hordozható volt, ami akkoriban még újdonságnak számított külföldön is (12. ábra). Ennek, a 2 db, DX 106 típusjelű, kétrácsos csővel épített vevő-

15. ábra. Egyes Vatea hirdetés elektroncső- és fotocella-dobozokkal



16. ábra. A jubileumi 10-es katalógus fedőlapja

nek a mérete  $240 \times 310 \times 75$  mm, a tömege telepekkel és fejhallgatóval együtt 2,5 kg. A telepei: 1 db 1,5 V-os a fűtéshez és 4 db 4,5 V-os laposteleg sorba kapcsolva anódfeszültségű; ezek a készülékek belsejében alul vannak, elkülönítve a fejhallgató helyétől. A doboz bal oldalán banánhüvelyek találhatóak a külső antenna és a földelés, jobb oldalán pedig a fejhallgató és a külső telepcsatlakozás részére. Az előlapon  $135 \times 90$  mm méretű, fekvő oválisban helyezkedik el a 2 db, 45 mm-es, számskálás forgatógomb, közöttük felül pedig a változtatható fűtőellenállás, kombinálva a kikapcsolóval. A fadóboz fekete bevonatán elől a jól ismert kakadus embléma, hátulján pedig a VATEA TOURING dombornyomású felirat látható. Érdekes, hogy a gyár a TOURING szót is védetté nyilvánította (1930. április 9.). Szerencsére a készülékekből néhány darab a csaknem 70 évet épségben átvészelt. Más Vatea-rádiókról hallomásból van hír, de leírás, illetve megmaradt példány nem került elő.

### 3. korszak

A Vatea gyár életének legnagyobb eseménye az új, – nagyobb és korszerűbb termelést is lehetővé tevő – épületbe költözés volt. A cég ugyanis megvette az akkor VI., ma XIII. kerületi, Váci út 169. számú saroktelket, és ott, annak Szobor utcai oldalán, a meglevők lebontása után, a kor igényeinek megfelelő egyemeletes épületet készített. A korabeli irodalom [22] büszkén emeli ki, hogy a munkák csak 50 napig tartottak, ami a bauxitcement gyors kötésének volt köszönhető, és mindezt König, Román és Stein mérnökök vállalata vitelezte ki, egyúttal megépítve az irodaépületet, a portáslakást,

az étkezdét és az orvosi szobát is. Az új épület elektromos berendezése Justus László cégétől került ki, amelynek már volt gyakorlata a gyárak elektromos felszerelésében.

Az újonnan működésbe lépő gyár ünnepélyes felavatására 1931. november végén vagy december elején került sor [23]; az időpontot illetően nem egyezők a fellelhető adatok. A megnyitón számos előkelőség között még József Ferenc főherceg is megjelent és Kenéz Béla kereskedelemügyi miniszter is mondott beszédet. Az eseményt a rádió is közvetítette, és a hallgatókat még németül is üdvözölte Schuk István igazgató. A jelentőségre az is utal, hogy a Magyar Filmhíradó is készített felvételt (amely máig is fennmaradt).

Az is kiderül a korabeli tudósításokból, hogy a belső szerelések október 15-én kezdődtek és a termelés november 6-án már meg is indulhatott. A gyár, teljes elkészülte után, 600 dolgozó munkába állítására adott lehetőséget. Az épület, elhanyagolt állapotban, még ma is áll.

Az új telephely beüzemelését a Philips-tulajdonból fakadó változások egész sora követte. A korábban egyedüli műszaki vezető mellett a holland anyavállalat által delegált ún. „tanácsadó” is működött. A vevőcsőgyártással párhuzamosan, fokozott fejlődésnek indult a Hollandiából származó dokumentációk alapján (a Philips igényei szerint) az adócsőgyártás is. Mivel ezeket az adócsöveket nálunk szinte kizárólag a Posta által működtetett adóállomások berendezéseiben használták [24], [25], katalógust feltehetően nem is adtak ki.

Nem árt szemügyre venni a csövek árait is: megállapítható, hogy az elektroncső sosem tartozott a kifejezetten olcsó termékek közé. A látszólag kis pengő-fillér áraknál figyelembe kell venni az akkori kereseti viszonyokat! A Vatea-csővek árait tekintve rendelkezésre áll egy 1931. novemberi és egy decemberi lista. Ma már kideríthetetlen

okokból az utóbbiban található árak 10...30%-kal magasabbak az előbbieknél, noha a két jegyzékben található típusok azonosak.

A Vatea egyik speciális terméke volt a – telefonvonalak és a hozzá tartozó készülékek, berendezések, no meg a telefonálókat védelmére szolgáló, – bimetalállal működő, gáztöltésű túlfeszültség-levezető (13. ábra). Ezt a távbeszélő-hálózat akkori gazdája, a Magyar Posta alkalmazta több évtizeden keresztül. Patai Imre az erre vonatkozó találmányát 1934. június 20-án jelentette be és a szabadalmat 1935. augusztus 1-jén, 112593 számon, meg is kapta.

1932 körül egy újabb embléma is feltűnik a Vatea műszaki kiadványain. Ez egy címerpajzs, melynek bal felső részén átlósan a VATEA, jobb alsó részén a RADIO szó olvasható, jobb felső részén egy rádiócső, bal alsó részén pedig egy fotocella körvonalai látszanak. A VATEA és RADIO szavak sötét háttérből tűnnek elő (14. ábra). Még egy iparjogvédelmi érdekesség: 1932 májusában a PÁNCÉL szó is bejegyzésre került (vajon mi okból?). Ilyen védjegyű termékkel sehol sem találkoztam.

A Vatea csövek üvegballonjára maratással felvitt rajzolat is jellegzetes, befelé ívelő oldalú nyolcszögben közepén van a VATEA szó, fölötte néhány, a csőre jellemző műszaki adat, alatta pedig a típusmegjelölés. Ezt később egy egyszerűbb, kétkörös változatra cserélték, amiben a két kör között a VATEA szó, alul néhány műszaki adat, belül pedig a típusjel olvasható. Ez utóbbi módon bélyegzett csövek oldalán még egy kétsoros szöveg is szerepel: MADE IN HUNGARY / IMPORTÉ DE HONGRIE.

1931-től kezdve találhatók meg a gyártási programban a vashidrogén-ellenállás-csővek, amik a hálózatból táplált univerzális vevőkészülékek előretörésével váltak szükségessé. Először a 0,1 A-es, majd a 0,18 A-es és végül kb.

HANGOLÁSJELZŐ-CÖVEK									
Típus	Kód-fény elosz-lósa	Gyújtó feszül-téség Volt	Bej. feszül-téség (többlet) Volt	Bej. áram mA	Segéd-ánód-áram mA	Teljes hossz mm	Leg-nagyobb átmérő mm	Foglalat beak-csés	Típus
VT 2	Égy-irányú Szim-metrikus	140	18	1.6	0.1–0.2	96	15	9	VT 2
VT 8	Égy-irányú Szim-metrikus	140	18	1.6	0.1–0.2	96	15	9	VT 8



17. ábra. Katalógusrészlet a VT 2 és VT 8 hangolájszelzők adataival



1935-től a C sorozathoz a 0,2 A-es típusok kerültek gyártásba [26].

A Vatea az elektroncsövek mellett fotocellákat és egyéb, mai szóhasználatlaltal optoelektronikáinak nevezhető eszközöket is gyártott. Egy ötletdús hirdetés is ezt támasztja alá, ebben egy speciális fotocelladoboz is látható az elektroncső-dobozok mellett (15. ábra). Az 1932-től használatba vett címerszerű embléma is fotocellák gyártására utal. Az ezek iránt megnyilvánuló igény nyilván a hangosfilm elterjedésével függ össze.

Ismert egy fekete, zöld és arany színű fedőlappal nyomott, zöldkorszorús arany 10-essel ékesített katalógus is, amelyen azonban nincs dátum. Joggal képzelhetnénk, hogy 1933-ban, a gyár fennállásának 10. évfordulójára készült. Ebben immár 52 vevő- és erősítőcső, 11 egyenirányító-, 5 ellenállás-, 1 hangolászjelző- és 3 adócső, összesen 72 típus szerepel, árakkal együtt. A csövek között már megtalálhatók az eddig használatos csapos aljzatúak mellett a körmös, azaz egységes európai aljzatú típusok is, de még nem az európai egységes típusjelöléssel. Ezek műszaki adatai alapján azonban azono-

síthatók a 0,2 A-es soros fűtésű C sorozat tagjaival. Az elmondottakból az a következtetés vonható le, hogy e katalógus mégsem 1933-ban, hanem valamikor 1935 folyamán látott napvilágot, azaz a vevőcsőgyártás kezdésének 10. évfordulójára. A katalógus fedőlappja a 16. ábrán látható.

A Vatea által kiadott műszaki propagandaanyagok között jelentős helyet foglalnak el az évenként megjelentetett összehasonlító táblázatok, amit az egyre élesedő konkurenciaharc is szükségessé tett.

Ismeretes, hogy a csöves rádiókészülékek, elvi működésük figyelembevételével, két csoportba sorolhatók, úgymint az egyenes és a szuperheterodin (röviden: szuper) készülékek családjába. A korszerűnek nevezhető szuperkészülékek kb. 1934–1935-re fejlődtek ki, és ettől kezdve alkalmazták a rádióállomások vételi frekvenciájának pontos beállítására a hangolászjelzőket. Ezek eleinte a KF-erősítő cső anódkörébe iktatott, a forgótekerces műszerek elvén működő elektromechanikai szerkezetek voltak, amiket néhány év után egy elektronikus eszköz váltott ki. A Vatea gyár speciális terméke volt az

erre a célra készített, kb. kisujnyi átmérőjű és arasznyi hosszúságú, neon-gázzal töltött üvegcső, amelynél a glimmfény hosszából lehetett a vett állomás beállítására következtetni. (17. ábra). Ezeket a hangolászjelzőket a hazai készülékgyárak közül a Standard és a Philips alkalmazta 1935-től 2 éven át. Három típus ismeretes: VT 1, VT 2 és VT 8. Ezeket váltották ki 1937-től a varázsszemek.

Érdekes, hogy e hangolászjelzők szabadalmaztatására viszonylag későn került sor. Patai Imre 1937. március 16-án bejelentett találmányát 1939. szeptember 15-ével fogadták el (121468 szám alatt), amikor a Vatea már nem is létezett. A szabadalmi leírás fejlődését mutatja a 18. ábra.

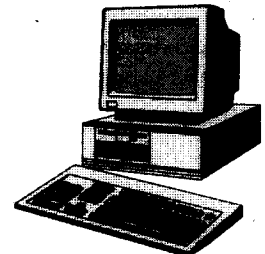
#### 4. korszak

Szerencsére a csőkatalógusok 1935-től általában már viselik a kiadásuk évszámát is. Mindkét 1935–36. évi kiadás még Vatea nevű, de az 1936–37., 1937–38. és 1938–39. évből már Philips és Vatea feliratúak és ezek már a két cég egyesített címerpajzsát (19. ábra) ábrázolják. A katalógusokból

## RT-BANKÁR programcsalád!

Az RT-BANKÁR programcsalád tagjai a szerkesztőségben megvásárolhatók vagy telefonon, levélben, illetve faxon megrendelhetők, az alábbiak alapján:

Programnév	Jellemző	Bruttó ár
RT-BANKÁR-P1	egyfelhasználós PÉNZTÁRKÖNYV.....	3.000 Ft
RT-BANKÁR-PT	többfelhasználós PÉNZTÁRKÖNYV.....	4.500 Ft
RT-BANKÁR-N1	egyfelhasználós NAPLÓFŐKÖNYV.....	6.000 Ft
RT-BANKÁR-NT	többfelhasználós NAPLÓFŐKÖNYV.....	9.000 Ft
RT-BANKÁR-F1	egyfelhasználós FŐKÖNYV.....	9.000 Ft
RT-BANKÁR-FT	többfelhasználós FŐKÖNYV.....	12.000 Ft
RT-BANKÁR-KN	kiegészítő nyilvántartások.....	2.250 Ft
RT-BANKÁR-RK	raktárkészlet-nyilvántartó és számlakészítő program.....	7.500 Ft



Ha személyesen óhajt befáradni hozzánk, kérjük, hogy az időpont egyeztetése céljából előzőleg hívjon fel minket telefonon!

Címünk: Budapest XIII., Dagály u. 11. I. emelet.

(9-14 óráig fogadjuk az érdeklődőket.)

Postacím: RT vagy HE szerkesztősége, 1374 Budapest, Pf. 603. Tel./fax: 239-4932, 239-4933

már erősen kiérezhető a Philips név előretörése és a Vatea név visszaszorítása. Jellegetes példa, hogy az 1936–37-re kiadott csókatalógus külön-külön adja meg a Philips és a Vatea csövek árait; ez utóbbi csövek valamivel olcsóbbak. Ugyancsak mindkét cég nevét viseli a csövek eladási árait tartalmazó, 1937. augusztusi lista, itt azonban már egységes az ár (20. ábra).

Az 1937–38. évi katalógus az A sorozatból 12 típust, a C-ből az áramstabilizátor vashidrogénekkal együtt 14, az E-ből 12, a K-ből 8 típust tartalmaz, és még 2 régi számozású is megtalálható benne a hangolászjelzőkön kívül. Az e korból származó és Vatea bélyegzésű csövek azonban szemmel láthatóan már nem ott készültek, azokon ugyanis a Tungstram gyártmányúak minden jellegzetessége megvan. Az európai egységes típusú csövek 1938-ig egy megkülönböztető V kezdőbetűt kaptak, mint ahogy a Tungstram is használta a T kezdőbetűt.

### A Vatea gyár utóélete és Patai Imre sorsa

A Magyar Philips Művek Rt. létrejöttével a Vatea részvényei ténylegesen is a Philips birtokába kerültek. Erről a Nagy Magyar Compass gazdasági almanach 1939–40. évi, 63. évfolyamában a 422. oldalán is írtak (21. ábra). A Vatea a világcég egyik gyáregysége lett, névhasználata is megszűnt, és a továbbiak során az itt gyártott csövek már Philips márkanévet viseltek.

1949-ben államosították a Magyar Philips Művek Rt.-t is. A gyár 1951 januárjától immár Magyar Adócsőgyár néven folytatta működését, 1966-ban pedig az Egyesült Izzólámpa és Villamosági Rt., azaz a Tungstram egyik gyártelepe lett. Itt mintegy visszaemlékezésül a Philipséhez hasonló emblémát és VATEG márkanévet is használtak [27]. A most már Tungstram Adócsőgyár – 4 mm vastagságú sárgaréz-ből készült, 94 mm átmérőjű, kb. 270 g tömegű – jubileumi emléklapette is büszkén hirdeti a számadataival: 1923–1973, 50 év, azaz elismeri az 1923-as alapítást.

És befejezésül néhány szó Patai Imre sorsáról is. A Vatea cég megszűnésének idején Patai Imre is megvált a Philips cégtől, erről tanúskodik a gyárnak írt levele (22. ábra). Nem sokkal azután ugyancsak vákuumtechnikai profilú új céget alapított. Ez azonban

Megjelent 1939. évi szeptember hó 15-én.

MAGYAR KIRÁLYI



SZABADALMI BÍRÓSÁG

# SZABADALMI LEÍRÁS

121468. SZÁM.

VII. d. (VII. j.) OSZTÁLY. — P. 8971. ALAPSZÁM.

Villamcs folyamatokat a negatív ködfény terjedelmével optikailag jelző kisütőcső.

Dr. Patai Imre ügyvezető igazgató, Budapest.

A bejelentés napja: 1937. évi március hó 16-ika.

A találmány villamos folyamatokat a negatív ködfény terjedelmével optikailag jelző kisütőcsőben alkalmazandó, ez a kisütési áram az ellenállás következtében igen kis értékű. Az (A)

### 18. ábra. Szabadalmi leírás a gáztöltésű hangolászjelzőkről

már nem tartozik a Vatea gyár történetéhez. Ismert, hogy Patai még 1946-ban kivándorolt Svédországba, majd 1947-ben az Amerikai Egyesült Államokban telepedett le, és ott is vákuumtechnikával kapcsolatos tevékenységet folytatott. Ott halt meg 1949. január 19-én igen fiatalon, 55 éves korában. Személyének a magyar tudomány és technika fejlődésére gyakorolt hatását csak mostanában kezdik felfedezni.

### Néhány szó a Vatea csövek utóéletéről

Vatea elektroncsövek ma már alig ha működnek üzemszerűen bármiféle rádiókészülékben, bár bizonyára létezhetnek még működőképes példányok.

Mivel Vatea csövek több mint 60 éve nem készülnek, így azok manapság a technikai gyűjtemények féltve őrzött értékes darabjai. A fennmaradt példányok is tanúsítják, hogy egykor volt hazánkban egy ilyen, igen jelentős és virágzó iparág.

\*

*Ézúton mondok köszönetet az itt felsorolt személyeknek és szervezeteknek az anyag összegyűjtéséhez nyújtott segítségért:*

*Bányász Zoltán, Bíró György, Borbás István, Csipkés Ernő, Érsek János, Faics Lajos, Kóger László, Mészáros Sándor, Molnár Tibor, id. Rózsa Sándor, Dr. Simoncsics László, Dr. Szuhay Péter, Turányi József, Tarr István;*

*Tungstram Gyártörténeti Gyűjtemény, Magyar Filmintézet, Budapesti Műszaki Egyetem Levéltára, Fővárosi Szabó Ervin Könyvtár, Magyar Elektrotechnikai Múzeum, Országos Műszaki Múzeum, Országos Széchényi Könyvtár, Rádiótechnika Szerk., ELTE Ált. Technikai Tanszék, Budapest Főváros Levéltára, Angyalföldi Helytörténeti Gyűjtemény.*

### Irodalom:

- [1] Horváth István: Rádió Compass, Útmutató az 1938–39. évre I. kötet. A szerző kiadása. Budapest 1938, 72–74. old.
- [2] Horváth István: Rádió Compass, Útmutató az 1940–41. évre II. kötet. Dr. Horváth Dezső kiadása. Budapest 1940, 51–53. old.
- [3] Koroknai Ákos: A Vatea és a Magyar Philips Művek szerepe az elektroncsőgyártásban. 1923–1951, Budapest, 1969.



19. ábra. A Vatea-Philips címerpajzs

# PHILIPS-VATEA RÁDIÓCSŐ-ÁRJEGYZÉK

ÁRAK INCL. FOGYASZTÁSI- ÉS FÁZISADÓ 1937. AUGUSZTUS 16-TÓL

Váltóáramú hálózati  
közvetett fűtésű csövek:

Philips	Vatea	Ár P
AB2	VAB2	7.-
ABC1	VABC1	15.-
ABL1	VABL1	20.-
A C2	VAC2	10.-
ACH1	VACH1	18.-
AF3	VAF3	14.-
AF7	VAF7	14.-
AK2	VAK2	15.-
AL4	VAL4	18.-
AL5	VAL5	35.-

Váltóáramú hálózati  
közvetlen fűtésű cső:

AD1	VAD1	20.-
-----	------	------

Egyen- és váltóáramú  
(univerzális)  
hálózati közvetett fűtésű  
csövek:

Philips	Vatea	Ár P
CB2	VCB2	7.-
CB1	VCB1	18.-
CBL1	VCBL1	24.-
CC2	VCC2	8.-
CF3	VCF3	18.-
CF7	VCF7	18.-
CK1	VCK1	18.-
CL2	VCL2	15.-
CL4	VCL4	20.-

Neoncsövek  
látható hangolásához:

—	VT2	5.-
—	VT8	5.-

1 voltos  
teleptítésű cső:

Philips	Vatea	Ár P
A141	DX106	6.-

Teleptítésű csövek  
2 voltos  
akkumulátorhoz:

Philips	Vatea	Ár P
KBC1	VKBC1	15.-
KC3	VKC3	8.-
KDD1	VKDD1	10.-
KF3	VKF3	12.-
KF4	VKF4	12.-
KK2	VKK2	14.-
KL2	VKL2	14.-
KL4	VKL4	12.-

Autórádiócsövek  
6 voltos  
akkumulátorhoz:

Philips	Vatea	Ár P
EB4	VEB4	8.-
EBC3	VEBC3	92.-
EBL1	VEBL1	26.-
EF5	VEF5	21.-
EF6	VEF6	21.-
FH2	VEH2	22.-
EK2	VEK2	24.-
EL2	VEL2	21.-
EL3	VEL3	24.-
EL5	VEL5	45.-

Ellenálláscsövek:

Philips	Vatea	Ár P
C1X	VC1X	5.10
C2Z	VC2Z	5.10
C12	VC12	5.90

1 anódos  
egyenirányító cső:

CY1	VCY1	10.-
-----	------	------

2 anódos  
egyenirányító cső:

Philips	Vatea	Ár P
1561	RE4200	12.-
AZ1	VAZ1	10.-
CY2	VCY2	12.-
EZ2	VEZ2	14.-
EZ4	VEZ4	16.-

## PHILIPS IPARI CSÖVEK:

Sáztűtésű  
egyenirányító csövek:

328	14.-
367	40.-
451	14.-
1002	14.-
1010	20.-
1018	14.-
1037	02.-
1039	152.-
1110	32.-
1119	34.-
1701	25.-
1725 A	88.-

Ellenálláscsövek:

329	5.-
340	20.-
452	5.-
1003	5.-
1011	7.50
1012	24.-
1102	7.50
1120	20.-

F. K.: Szász Sándor

Kellner Albert, Budapest.

Bérlige  
682

M. M. P. ILLÉTEKESZABÁSI HIVATAL  
10573  
PENZBEN

Vatea Rádiótechnikai és Villamossági r.t.  
tekintetes Igazgatóságának,

Budapest.

Alulírott Dr. Patai Imre bejelentem, hogy egyéb  
elfoglaltságom és különösen hosszabb ideig tartó külföldi  
tartózkodásom miatt a részvényszerűség igazgatósági tagságá-  
ról ezennel lemondok.

Kérem, hogy ezen bejelentésemet tudomásulvenni  
és igazgatósági tagsági minőségem megszűnését a cégbiróságnál  
bejelenteni sziveskedjenek.

Teljes tisztelettel

Eindhoven  
Budapest, 1939. évi február hó 24.

*Patai Imre*

Előttünk, mint tanúk előtt:

*O. M. r. ell*  
*J. Huber*

20. ábra. 1937. augusztusi Philips-Vatea csőárlap

22. ábra. Patai Imre lemondólevele

- [4] Makra Zsigmond cikke. Fizikai Szemle, 1991. november.
- [5] Mészáros Sándor: A hazai vákuumelektromikai ipar története. Rádiótechnika Évkönyve 1996, 4–22. old.
- [6] Bay Zoltán: Az elektroncső ipar fejlődése Magyarországon. (Cikk.) A magyar ipar. (Szerk.: Dr. Árvay József.) Halász Pál Kiadóvállalata, 1941.
- [7] Borbás István – dr. Fábián Tibor: Technikatörténet – évszámokban. Rádiótechnika Évkönyve 1999., 86–90. old.
- [8] Sugár Gusztáv: A magyar rádiózás története a felszabadulásig. A Posta Rádió és Televízióműszaki Igazgatóság kiadása. 1985.
- [9] Sugár Gusztáv: Megszólal a rádió. Ajtósi Dürer Kiadó, Budapest, 1993.
- [10] Dr. Vajda Endre: A Posta története. Közlekedési Dokumentációs Vállalat. Budapest 1967, 371. old.
- [11] A magyar híradástechnika évszázada. Híradástechnikai Tudományos Egyesület. Budapest, 1979.
- [12] Dósa György: Fél évszázados emlékek. (Cikk.) Hullámhossz, 1998. augusztus.
- [13] Új találmányok és újítások a magyar rádióiparban. Horváth László beszélgetése Patai Imrével. Rádió Amatőr, 1927. április, 247–250. old.
- [14] Rádióélet 1930. 38. szám.
- [15] Zakariás János: A rádió vezérfonala; benne Patai Imre cikke: A rádiókészülékek és az elektroncső. Dénes Testvérek kiadása. 1929.
- [16] Szepessy Árpád: Magyar Rádió Évkönyv; benne Patai Imre cikke: „Az elektroncső-technika jövő feladatai” és „Néhány szó a Vatea koloidcsövekről”.
- [17] Molnár János: A rádiótelefon elméleti és gyakorlati ismertetése. Rádió-amateur kézikönyv, 4. kiadás. Műszaki Könyvkiadó és Soksorozító Intézet. 1930.
- [18] Egyenáramú lámpák fejlődése. (Cikk.) Rádió és Fotóamatőr, 1931. január, 30–32. old.
- [19] Magyar Rádió Újság, 1929. 19. szám.
- [20] Rádióélet, 1930. 14. szám.
- [21] A rádiópiac újdonságai. Rádióélet, 1930. 38. szám.
- [22] D.E.: 50 nap alatt épült fel a Vatea gyár új épülete. Vállalkozók lapja. 1931. december 3.
- [23] Rádió újdonságok. A Vatea Rádiótechnikai és Villamossági Rt. új gyárának megnyitása. Rádió és Fotóamatőr, 1932. január, 67–70. old.
- [24] 50 évi posta mérnöki szolgálat, 1887–1937. Magyar Királyi Kereskedelem és Közlekedésügyi Minisztérium kiadása.
- [25] Patai Imre: Nagyteljesítményű vákuumcsövek gyártása Magyarországon. Műszaki Világ, 1938. április 2.
- [26] Paskay Bernát, Molnár János és Laszgnér Emő szerkesztésében: A Rádió kincsesztára. 1935. február. Benne Patai Imre cikke: Korszerű szemlélet a rádiócsövek felett.
- [27] Garai László: Az adócsőgyártásról. 1968. március 26-án keltű, 7 oldalas visszaemlékezés gépielt kéziratformában.
- [28] Selényi Pál: Dr. techn. Patai Imre. Rádió és Filmtechnika, 1949. május.

2486. VATEA RÁDIÓTECHNIKAI ÉS VILLAMOSSÁGI RT. (1923-.) VI., Váci-ut 169. 1939 ápr. 30-án beolvadt a Philips rádió és villamossági rt.-ba oly módon, hogy minden 50 drb Vatea rv. 1 drb Philips rv.-re cseréltetett ki. Az egyesülés után Philips művek rt cégét vette fel.

21. ábra. Az 1939-40. évi almanach adatai a Vatea megszűnéséről

# A kábeltelevíziózás új lehetőségei

Jutasi István okl. villamosmérnök, jutasi@system.hu

*Hazánkban a televíziózás az '50-es, '60-as években kezdett tömegessé válni. A televíziózás elsősorban földfelszíni műsorszórás formájában valósult meg. Majd jött a kábeltelevízió, most pedig a konvergencia időszakában a kábeltelevízió hálózata egyre nagyobb jelentőségre tesz szert; a konvergencia következtében rövidesen már, mint a távbeszélő-világhálózat konkurense kerül az üzleti élet érdeklődésének előterébe.*

## 1. A kábeltelevízió

### 1.1. Kábeles műsorelosztás

A televíziózás elterjedését követően a kábeles műsorelosztás igénye nem váratott sokáig. Ekkor ugyanis még közel ugyanannyi antenna kellett egy tv-készülékhez, mint ahány programot nézni akartak. A nagyvárosok háztetőit antennaerdők és az egyes készülékekhez külön-külön vezetett kábelek kötegei csúfították el. A központiantenna-rendszerek megszüntették az antennaerdőt. A központiantenna-rendszerek sorosak, azaz egy lépcsőházban egyetlen kábel megy végig, és erről ágaznak le az egyes fogyasztók. Egy lépcsőházon belül így valamennyi fogyasztó ugyanazt a műsorcsoportot kapja meg.

A központiantenna-rendszerek egymással is összekapcsolhatók, az egyes lépcsőházak kábeleinek összekötésével. Az összekötő kábelt gerincvezetéknek, míg a teljes rendszert nagyközösségi antennarendszernek hívják.

### 1.2. A kábeltelevíziózás induló korszaka

Új igényként vetődött fel, hogy a kifejezetten kábeles elosztásra szánt műsorokhoz is hozzá lehessen férni a rendszeren. E rendszerekre már nem használható a nagyközösségi antenna-rendszer fogalma, ezeket nagyközösségi kábelrendszereknek nevezzük. A '80-as évek második felében elterjedt nagyközösségi kábelrendszerek kialakulásával sajátos – ma is meglévő – szolgáltató-fogyasztó viszony jött létre, amelynek főbb jellemzői:

– Egy adott területen (pl. egy lakótelepen) egy szolgáltató működött. Az újonnan alakult szolgáltatók – amelyek ugyanazt a műsort, ugyanazon a műszaki színvonalon szolgáltatták – a még be nem kábelezett területeken nagyobb eséllyel remélhettek előfizetőket. A másik szolgáltató előfizetőinek elhódítására nem vállalkoztak, így verseny nem alakult ki.

– A szolgáltató az előzők következtében monopolhelyzetbe került. Ő határozza meg a szolgáltatás mennyiségét és minőségét, az előfizetési díjat, az előfizetési szerződés feltételeit stb.

– A fogyasztó, ha nem akar kommunikációs hátrányba kerülni, kényeszerül az adott szolgáltató feltételeinek elfogadására.

### 1.3. Jelenlegi helyzet

A hivatalos terminológia szerint a kábeltvé (röviden KTV) elnevezése: KMJR, közösségi kábeles műsor és jel-továbbító rendszer. [Nagyszámú tv- és rádió-műsorcsoportra átvitelén kívül helyi stúdiókban készült műsorokat, vagy külön bérelhető műsorcsoportokat, egyéb információkat szolgáltató csatornákat átvivő, valamint egyéb feladatokat is ellátó, például számítógépes hálózathoz csatlakozás; lokális vagy világháló (internet); távfűtés-szabályozás; belső elektromos levelezés; bérelt vonali szolgáltatások; riasztó-rendszerek átvitele, ún. interaktív rendszer.]

A kábeltelevíziós rendszer három részből tevődik össze: fejállomásból, kábelhálózatból és előfizetői végberendezésből.

#### Fejállomás

A fejállomás feladata a különböző jelforrásokból származó műsorok vétele (földi és műholdas adók vett jelei, helyi stúdióból származó vagy konzerv műsorok), feldolgozása, majd a feldolgozott jelek továbbítása a kábelhálózaton át az előfizetői végberendezés csatlakozásáig.

Az analóg vagy digitális (DVB: Digital Video Broadcasting) úton sugárzott, esetenként kódolt tv-műsorok

analóg formában, szükség esetén dekódolás után kerülnek a KTV hálózatra. Ez a megoldás teszi lehetővé, hogy a teljes átviteli láncban változatlan formában átvitt jeleket a végberendezés-ként szereplő analóg televíziós vevőkészülékek kiegészítő berendezések nélkül képesek feldolgozni.

#### Kábelhálózat

A kábelhálózatban a veszteségek csökkentése érdekében kis csillapítású (860 MHz-en, 100 m-re 4,7/5,7/7,0 dB), viszonylag nagy átmérőjű (külső köpenyátmérő 24,4/20,0/15,5 mm) koaxiális kábelek a leginkább használtak. Annak érdekében, hogy a kábelhálózatban alkalmazott erősítők nemlineáris torzítása lényegesen ne befolyásolja az átvitt jelek minőségét, a kaszkádba kapcsolódó erősítők száma korlátozott (pl. három-négy).

A hálózatot a kívülről behatoló zavarokkal szemben is védeni kell, amit megfelelő árnyékolású kábelek és eszközök alkalmazásával, valamint gondos szereléssel lehet elérni.

A kábelhálózat fontos része az úgynevezett „házhálózat”, amelynek két-féle változata van:

– A családi házak házhálózata az ingatlan közelében lévő leágazótól az előfizetői csatlakozóig tart és busz-architektúrájú. Ez a szakasz aktív eszközt általában nem tartalmaz.

– A többlakásos épületek házhálózata általában aktív elemeket (erősítők) is tartalmaz, csillagpontos kialakítással.

A kábelhálózatnak a fejállomásról kiinduló részét újabban fényvezető kábellel építik meg, majd koaxiális kábellel folytatják. Ezt a „vegyes” fényvezető kábeles és koaxiális kábeles megoldást HFC-nek (Hybrid Fibre Coaxial) nevezik.

#### Előfizetői végberendezés

Jelenleg az előfizetői végberendezés alatt az analóg tv-készüléket értjük. (Ideértendő a ma még igen drága és ezért csak ritkaság számba menő „set-top-box”, amely a fali csatlakozó és az analóg televízióvevő-készülék közé ik-

tatandó eszköz a digitális jeleknek analóggá és vissza alakítására.

#### 1.4. A kábeltévé-hálózatok átalakulása

A jelenlegi kábeltévé-hálózatok rendkívül heterogének mind a hálózat műszaki állapotát, mind a szervezeti hovatartozását illetően. A magyarországi háztartások mintegy felében – 1,5 millió háztartásban – van már kábeltélevízió, a szolgáltatást azonban sok kis cég nyújtja. (A HÍF-nél vezetett jegyzék 1999. április 7-i állapota szerint „vezeték nélküli műsorjelelosztó” szolgáltatási engedéllyel rendelkező cégek száma 155.)

A kábeltévé-hálózatok műszaki állapotára jellemző, hogy koaxiális kábelre épültek fel, nagyrészt egyirányú (fejállomás – előfizető) átvitelrel. Több területen megkezdődött azonban e hálózatok rekonstrukciója, ami csillagtopológiát és kétirányú átvitelre való alkalmasságot jelent. A rekonstrukció kapcsán lehetővé válik, hogy a szabványos kábeltévé-hálózatot át a helyi (LAN) hálózatnak megfelelő 10 Mbit/s sebességű adatátvitel jöjjön létre, természetesen anélkül, hogy ez zavarná a kábeltélevíziós műsorközlést. Az összeköttetés nem pont-pont, hanem buszarchitektúrának felel meg, tehát egyidejűleg több végponttal létesíthető kapcsolat.

Szervezeti hovatartozásukat illetően megkezdődött az apró, néhány tízezer előfizetőt számláló cégek összeolvadása, illetőleg a tőkeerős cégek által történő felvásárlásuk.

A kábeltévé-hálózatoknak már ma is rendkívül nagy szerep jut a társadalom életében, de még jelentősebb szerep vár a jövő társadalmában. A kábeltélevíziós hálózatok architektúrájának megújulása korszerű szolgáltatások nyújtására ad lehetőséget, így megindulnak a kábeltévé-hálózaton nyújtott interaktív szolgáltatások, mint pl. a „video on demand”, „teleshopping”, „teleshopping” stb.

A fentiek következtében egyre nagyobb lesz az igény a nagysebességű, szélessávú átviteli technika és az ezen alapuló adathálózatok iránt. Ezen igény kielégítésére a kábeltévé-hálózat alkalmassá tehető, így ez a hálózat egyaránt alkalmas lesz beszéd, adat, állókép és mozgókép átvitelére. A szélessávú kommunikációs hálózatok megjelenése és az interaktív kábelté-

víziós hálózatok továbbfejlődése fog elvezetni a multimédia-alkalmazásokhoz.

#### 1.5. Adatátvitel a kábeltévé-hálózatokon

A kábeltévé-hálózatok üzemeltetői kezdettől fogva arra vágytak, hogy a hálózatokon adatátviteli szolgáltatásokat is képesek legyenek nyújtani. E vágyuk kielégítéséhez azonban egyrészt a hálózat kétirányúsítását, másrészt a digitális átvitel lehetőségét kellett megoldaniuk. Ma már mindkét előfeltétel teljesült, vagyis a KTV hálózatok kétirányúsítása részben már megtörtént (a médiatörvény 2002-től kötelezővé is teszi), továbbá rendelkezésre állnak a nagy adatátviteli sebességre alkalmas szimmetrikus és aszimmetrikus „kábelmodem” berendezések.

A meglévő KTV hálózatok tervezésének időszakában az akkori tv-műsor-szóró-sávok frekvenciaspektrumának megfelelően alakították az átviteli rendszert, vagyis a fejállomástól „lefelé” irányuló (downstream) frekvenciasáv viszonylag széles (50 MHz – 860 MHz), ugyanakkor a „felfelé” irányuló (upstream) frekvenciasáv viszonylag keskeny (Európában: 5 MHz – 42 MHz).

A KTV hálózatok fejállomásai tartalmaznak mindazon berendezéseket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a földi vagy műholdas adásokból, vagy helyi stúdióból származó műsorjelek eljussanak az előfizetők vevőkészülékéhez. Adatátvitel esetén további berendezések elhelyezése szükséges a fejállomásokon, amelyek különbözőek egymástól attól függően, hogy szimmetrikus vagy aszimmetrikus adatszolgáltatás nyújtása a cél.

A fejállomáson a következő elemek szükségesek:

- szerverek (Web-szerver, mail-szerver, EDI-szerver, videoszerver stb.),
- routerek,
- hub-ok,
- gateway-ek,
- kábelmodemek fejállomási vezérlői,
- hálózat-felügyeleti egységek.

*Lefelé irányuló (downstream) adatátvitel*

Az aszimmetrikus adatátvitelnél az előfizető felé irányuló (downstream)

adattömeg sávszélessége sokkal nagyobb, mint az ellenkező irányban (upstream). Az internet adathálózati forgalmi szolgáltatás ebbe a kategóriába esik, mivel felfelé a kérések, lefelé pedig a letöltések mennek.

A legtöbb aszimmetrikus KTV-adatátviteli rendszer egyetlen 6 MHz-es csatornát használ az előfizetők irányában. Korszerű modulációs eljárásokkal, mint például a QPSK (Quaternary Phase Shift Keying) vagy 16QAM – 64QAM (Quadrature Amplitude Modulation) alkalmazásával 10 Mbit/s – 30 Mbit/s közötti sebességet lehet elérni, az alábbiak szerint:

QPSK esetén	10 Mbit/s
16QAM esetén	20 Mbit/s
64QAM esetén	30 Mbit/s

A forgalom nemcsak a felhasználók által letöltött adatokból származik, a modemeknek szóló vezérlőparancsok is ebben a sávban kapnak helyet. A fennmaradó adatsebességeken osztoznak azután az adott csatornához hozzáférő előfizetők. Egy-egy előfizető által igénybevehető adatsebesség függ a rendszerre egy adott időpontban egyidejűleg felkapcsolódott előfizetői számtól.

*A „felfelé” irányuló (upstream) adatátvitel*

Az előfizetőktől a fejállomás felé az aszimmetrikus rendszerek 2 MHz – 6 MHz csatorna-sávszélességet használnak, amivel 2,5 Mbit/s – 10 Mbit/s adatsebesség érhető el. A csatornát TDMA (Time Division Multiple Access) elv szerint használják az egyes modemek. Ez az irány is megoszlik az ugyanazon a „felfelé” irányuló csatornára csatlakozó előfizetők között.

#### 1.6. Szélessávú kommunikációs hálózat

A műszaki rekonstrukcióval modernizált és tőkeerős cégekké történő átalakulásukkal a kábeltévé-hálózatokból kialakulhatnak a szélessávú kommunikációs hálózatok. A jelenlegi kábeltévé-hálózatok rekonstrukciója és kiegészítése olyan eszközökkel történik, amelyek e hálózatokat szélessávú kommunikációs hálózatokká alakítják át. Az átalakítás következtében e hálózatok alkalmassá válnak a nagysebességű adatkommunikációra, a nagy adatállomány átvitelére és valós idejű multimédia-kapcsolatok létrehozására,

a hozzákapcsolódó szolgáltatásokkal együtt.

A jelenlegi KTV hálózatokon megvalósítható szimmetrikus átviteli rendszer egy kb. 2 MHz-es csatornát használ az előfizetők felé menő, illetve az előfizetőktől érkező adatfolyamok átvitelére. Ezen 2 MHz-es csatornában 1,5 Mbit/s – 2 Mbit/s adatátviteli sebesség biztosítható. Ez a sebesség viszont minden előfizető számára biztosított, meghatározott összeköttetés. Ezek a rendszerek bármely két előfizető közötti meghatározott, pont-pont közötti adathálózati hozzáférési szolgáltatást nyújtanak.

### 1.7. Internet a kábeltévén

Az aszimmetrikus adatátviteli összeköttetés tipikus példája az internet. Budapesten már 7 kerületben lehet kábeltévé-hálózaton keresztül internetezni, tömeges elterjedésről mégsem beszélhetünk. A sok kis szolgáltató cég számára az internet-szolgáltatáshoz szükséges korszerűsítés túl nagy beruházás, különösen mivel – szakmai vélemények szerint – Magyarországon még mindig úgymond rendkívül olcsó a kábeltévé-szolgáltatás. Mindezek ellenére a kábeltévé-üzemeltetők kitarthatóan készülnek az alternatív távközlési szerepre, a piacon folyik a koncentráció.

1998 júniusában egységes szolgáltatási felület kialakítására kötött megállapodást a három legnagyobb ügyfélkörrel és tapasztalattal rendelkező hazai kábeltévé-üzemeltető internet-szolgáltató. A budapesti TVNet Kft., a pécsi Drávanet Kft. és a nyíregyházi Szab-Internet Kft. egységesen a Terayon gyártmányú TeraPro kábelmodem használatát mellett döntött. E megállapodás azért nagy jelentőségű, mert a kábeltévé-üzemeltetők hazai elterjedésének másik nagy akadálya eddig az olcsón hozzáférhető, szabványos kábelmodem hiánya volt. (A TeraPro kábelmodem rendelkezik HÍF típusengedellyel.)

Az egységes szolgáltatás a másfél hónapos kísérleti szakasz után 1998. július 15-én indult. A napi 24 óras, 64 kbit/s és 8 Mbit/s közötti sáv szélességű internet-szolgáltatás havi díja 10000 Ft, s az egyszeri belépési költség 50000 Ft volt. A megállapodásról kiadott közlemény szerint a három szolgáltató olyan országos hálózat kialakítását kezdeményezi, amelyben a helyi kábeltévé-üzemeltetőket és

kábeltévé-üzemeltetőket nemzetközi kijárással és hazai adatkicserélő-központtal (BIX) is rendelkező közös gerinchálózat köti össze.

Néhány héttel később a Matáv Rt. hivatalosan is bejelentette kábeltévé-üzemeltetési szolgáltatását, egyelőre Budapest hat dél-pesti kerületében (X., XVI., XVII., XVIII., XX. és XXIII.). A távközlési társaság a kábeltévé-üzemeltetésre 50 millió Ft-os törzstőkével új társaságot alapított MATÁVKábelTV Kft. néven. A tervek szerint 2001-ig mintegy 7 milliárd Ft-ot fordítanak a hálózat kiépítésére és 7-9 év alatt remélik e befektetés megtérülését. A hálózat kiépítése során a telefonszolgáltatók kisebb működő kábelszolgáltatók felvásárlását is tervezi. A szolgáltatás a telefonhálózattól független, optikai szálal hálózaton működik, amelyen – kísérleti jelleggel – az internet-szolgáltatás beindítása is várható.

Az Antenna Hungária Rt. is jelezte érdeklődését a kábeltévé-üzemeltetési távközlés iránt: a távközlési szerepre készül műsorszolgáltató novemberben belépett a KHÜOSZ-ba.

A Déltáv Rt. koncessziós területéhez tartozó Szegeden októberben egy Matáv Rt. érdekeltségű társaság indít kábeltévé-üzemeltetési internet-szolgáltatást, miközben ugyanazon a hálózaton a helyi internet-szolgáltató Tiszánét Kft. is folytat tesztüzemet.

A fővárosban a piaci verseny 1998. november végén vett új fordulatot: hét kábeltévé-üzemeltető és a Helsinki Telefonszolgáltató megalapította a CATV Group Rt.-t. A vállalkozás Budapesten szeretné összefogni az érdekeltségébe tartozó kábeltévé-üzemeltetőket, mert az együttes fellépéssel könnyebben remélik elérni rendszereik korszerűsítését. Ezzel közel egy időben a Kábeltel Budapest Kft. fővárosi kábeltévé-üzemeltető bejelentette, hogy 1999. januártól tovább emeli szolgáltatásainak árát; – annak ellenére, hogy a céget néhány héttel korábban bírságotlalta meg a Gazdasági Versenyhivatal túlzott áremelés miatt. A Kábeltel Budapest Kft. 1999-ben kívánja elindítani hálózatán az internet-szolgáltatást és nagyarányú hálózatfejlesztést folytat több kerületben.

Az internet-szolgáltatást a kábeltévé-üzemeltetők azonban csak előjátéknak tekintik a nagy üzemeltető, a telefonszolgáltatóhoz. 1999 elején a United Pan-Europe Communications N.V. (UPC) képviselője bejelentette, hogy már az

év második felében Magyarországon is lehet kísérleti jelleggel kábeltévé-üzemeltetési hálózaton keresztül telefonálni. A cég szerint, ha a szolgáltatás szélesebb körben elterjed majd, akár 25%-kal is alacsonyabb lehet a telefonárifa – mint ahogyan ezt már Ausztriában be is vezették – ezeken a hálózatokon, mint a telefonszolgáltatókén. Az UPC Magyarország 1998 közepén jött létre a Kábelkom és a Kábeltel egyesülésével, így 450 ezer előfizető – a piac körülbelül egyharmada – került a kezébe. A társaság húsz magyarországi településen, köztük Budapesten nyújt kábeltévé-üzemeltetési, valamint helyenként internetes szolgáltatást; később pedig 40 millió dollárt tervez befektetni az országban.

## 2. Kábelmodem-rendszerek

A kábelmodem-rendszerek kifejlesztésével új korszak kezdődött a kábeltévé-üzemeltetési hálózatok történetében. A kábeltévé-üzemeltetési hálózatok adatátvitelre való alkalmassá tétele, a távközlési monopóliumok felszámolását követően világszerte fellendült. A beszédátviteli célra épült távbeszélő-hálózatok a műszaki fejlődés gátjaivá kezdenek válni a keskeny átviteli sáv szélesség miatt. A kábeltévé-üzemeltetési hálózatok szélessávú átvitelre való alkalmassá tételére a műszaki megoldások már kialakultak, jól lehet nincsenek elfogadott szabványok, de a különböző gyártó-cégek megoldásai mégis közelednek egymáshoz.

### 2.1. Digital-Lancity gyártmányú ChannelWorks Internet Router

A ChannelWorks Internet Router (továbbiakban: Router) volt az első kábelmodem-típus, amelyet egy budapesti kábeltévé-üzemeltetőben alkalmaztak.

A Router koaxiális „F” csatlakozókkal rendelkezik a kábeltévé-üzemeltetőhöz való kapcsolódáshoz.

A downstream és az upstream frekvenciasávok egymástól függetlenül, szoftveres úton állíthatók be a szabványos 6 MHz sáv szélességű kábeltévé-üzemeltetési csatornák frekvenciáinak bármelyikére, így a rendszer használható low-split, mid-split és high-split kábeltévé-üzemeltetőkben is.

A Router downstream és az upstream csatlakozói fizikailag külön vannak az egységből kivezetve, így az egység használható dupla kábelezésű ká-

Downstream (fejállomás → előfizető irány)	
Működési frekvenciasáv	54 MHz – 550 MHz
Csatorna-sávszélesség	6 MHz (250 kHz lépésközzel 82 darab 6 MHz-es csatorna lehet)
Moduláció	QPSK
Adatsebesség	10 Mbit/s
Működési mód	Full duplex
Upstream (előfizető → fejállomás irány)	
Működési frekvenciasáv	10 MHz – 174 MHz
Csatorna-sávszélesség	6 MHz
Moduláció	QPSK
Adatsebesség	1,536 Mbit/s

beltévé-hálózatnál is, ahol az upstream csatornák külön kábelben haladnak. A közös kábelű hálózatnál egy iránycsatoló (duplex-filter) egységen keresztül a két jel egy koaxiális csatlakozón kapcsolódik a kábeltevé-hálózatra.

A Brouter további jellemzői:

- MIPS R3000 RISC CPU áramkör,
- ASIC modulációs áramkör (Uni-LINK protokollhoz és QPSK modulációhoz),
- belső tárolású rendszerprogram Flash-ROM-ban, TFTP protokollal frissíthető,
- működési paraméterek NVRAM-ban tárolva,
- SNMP és MIB management vezérlés,
- Off-line RS-232 vezérlés és inband a hálózaton keresztül,
- PC MS-DOS/MS-Windows alapú management program,
- 220 V, 50 Hz tápellátás, 40 W-os belső tápegység,
- csatlakozások:
  - \* IEEE 802.3 Ethernet-AUI szabvány szerint,
  - \* IEEE 802.7 kábeltelevízió-szabvány szerint,
  - \* 9 tűs RS-232, off-line konfiguráláshoz, illetve egy SLIP kapcsolathoz.

#### Hálózati funkciók

A Brouter csak IP útválasztásra alkalmas az Ethernet és a kábeltevé-há-

lózatok között. Minden más csomagot (packet) transzparens módon bridge funkcióval továbbítja az IEEE 802.1 D spanning tree szabványnak megfelelően. Az egyes Ethernet eszközök helyeit – a hálózati forgalmat figyelve – automatikusan megtanulja és egy csomagot csak akkor ad tovább, ha az feltétlenül szükséges.

#### Internet-funkciók

A Brouter:

- felületet nyújt az Ethernet és a kábeltevé-hálózat között, továbbá a szükséges műveleteket, mint csomag be- és kicsomagolás, datagram elküldése és fogadása, IP cím-transzláció és hálózat-folyamatvezérlés, hibakezelés – automatikusan végzi;
  - megfelel a szükséges internet protokolloknak, mint internet protokoll (IP), internet vezérlő protokoll (ICMP) és a szükséges többi protokollnak is;
  - fogad és továbbítja IP csomagokat puffer management-tel, az ütközések kezelésével;
  - kiválasztja a next-hop címet minden IP datagram-hoz;
  - a RIP Interior Gateway protokollt és elérhetőségi algoritmusokat használja elosztott routoláshoz a többi útválasztóval;
  - a hálózat management (SNMP) funkciókat nyújt.
- Egy tipikus működés a következő:
- \* Egy felhasználó egy adatcsomagot küld ki egy távoli címre.
  - \* A helyileg csatolt Brouter továbbítja a csomagot a kábeltevé-hálózatra.
  - \* A Brouter a távoli hálózaton felismeri a címet, fogadja az adatokat és továbbítja a megfelelő hozzákapcsolt Ethernet szegmensben a végző címzetthez.

Mindezen felül az egység egy biztonsági-csoport tulajdonsággal is rendelkezik, ami megakadályozza, hogy a különböző csoporthoz tartozó felhasználók egymás adataihoz férjenek, annak ellenére, hogy közös RF-csatornát használnak.

#### A felhasználók internet-elérési lehetőségei

- Egyéni felhasználók (lakosság) az épületben elhelyezett XYPLEX HUB 3220-ra csatlakozhatnak,

amely 14 munkaállomás kiszolgálását (14 IP címet) tesz lehetővé. A HUB a Brouter-re csatlakozik, amely az iránycsatoló után jut el a kábeltevé koaxiális kábelére.

- Egyéni felhasználó munkaállomásával közvetlenül csatlakozhat a Brouter-re, amely az iránycsatolót követően kapcsolódik a kábeltevé-hálózatra.
- Intézményi, társasági LAN hálózat, amennyiben 14 munkaállomásnál többet nem kíván IP címmel ellátni, közvetlenül csatlakozhat a Brouter-re, majd az iránycsatolót követően a kábeltevé-hálózatra.
- Intézményi, társasági LAN hálózat, amennyiben 14-nél nagyobb számban kíván munkaállomást IP címmel ellátni a hálózatra csatlakoztatni; ezt megteheti egészen 254 munkaállomásig, amennyiben a Helyi router és a Brouter közé „Tűzfal”-at telepít.
- További felhasználó csoportok csatlakoztathatók a kábeltevé hálózathoz a „Fejállomás”-on át is, ahol egy XYPLEX Network 9000 router csatlakozik a Brouterhez. A XYPLEX router különböző interfészekkel látható el, amelyek lehetővé tehetik különböző, például FDDI hálózaton keresztül történő csatlakoztatást is.

A Brouterek alacsony, upstream frekvencián kiadott jeleit a frekvencia szerinti busztopológia létrehozása miatt a hálózatban, de legtöbbször a kábeltevé-fejállomáson egy „Trans Master” (frekvenciaáttevő és erősítő) egység átteszi a downstream frekvenciasávba és így juttatja el a hálózatban lévő többi Brouter felé.

Az „Internet szolgáltató központ”-hoz a kábeltevé hálózat ugyancsak Brouter-en keresztül csatlakozik.

#### 2.2. Datatrans kábelmodem-rendszer

A Datatrans Kft. Székesfehérvár területén működő internet-szolgáltató cég, amely készülékfejlesztéssel is foglalkozik. Az országban néhány helyen már üzemelő kábelmodem-rendszerek közül a székesfehérvárin kívül Datatrans típusú eszközökből épül egy-egy rendszer Gyöngyösön és Nagykanizsán is. A Datatrans az ország egyetlen internet-szolgáltatója, amely saját fejlesztésű modemeket alkalmaz a hálózatában.



A Datatrans által kifejlesztett kábelmodem-rendszer a kábeltelevízió-hálózat számítógépes hálózataként, nevezetesen Ethernet LAN-ként történő felhasználását teszi lehetővé. A hálózatok közötti kommunikáció az ún. átjárókon (gateway-eken) keresztül zajlik. Az átjárók olyan speciális vagy általános célú számítógépek, amelyek az általuk összekapcsolt mindkét hálózatnak részét képezik, és adatokat továbbítanak köztük oda-vissza. Az internet esetében egyébként ennek, és minden más kommunikációnak a formáját a TCP/IP protokoll határozza meg.

A számítógépek hálózatba kapcsolódásához szükséges egy-egy hálózati adapter. A PC-k esetében ezek az adapterek a számítógépbe helyezhető hálózati kártyák. Az első Ethernet hálózatok esetében a számítógépeket egy 50 ohmos koaxkábellel kötötték egymás után sorba, T-alakú (BNC) csatlakozókkal. Vannak olyan Ethernet hálózatok is, melyeknél a számítógépek adapterei úgynevezett HUB-okhoz csatlakoznak, csavart érpáros UTP kábelek segítségével. A Datatrans kábelmodem rendszere a számítógépek számára virtuálisan egy ilyen UTP kábeles, 10 Base T interfésszel ellátott Ethernet hálózatot hoz létre. A HUB-ok szerepét maguk a kábelmodemek töltik be.

Mivel a hálózatba kapcsolt gépek az adatokat nem csak veszik a hálózatról, hanem adnak is a hálózat felé, a kábelmodem-rendszer csak olyan lakásokban működőképes, ahol a kábeltelevíziós hálózat csomóponti erősítői nem csak a központtól a felhasználók felé viszik át a jeleket, hanem visszafelé is. A visszafelé történő adás lehetőségét nevezzük visszirányú (upstream) csatornának. A visszirányú csatornát Székesfehérvárott egyelőre csak lakótelepeken építették ki, mert itt a távhőszolgáltatató automatikus mérőóra-leolvasó berendezései és az egyes házakban levő kazánokat vezérlő eszközök is a kábel-tévé-rendszeren keresztül kommunikálnak. Mindazonáltal a székesfehérvári kábeltelevíziós hálózat olyan elemekből áll, amelyek könnyen lehetővé teszik a visszirányú csatorna létrehozását bárhol, igény szerint.

A Datatrans kábelmodem-rendszer kétféle eszközből épül fel. Egyrészt a felhasználók lakásában elhelyezendő kábelmodemekből, valamint a fejegységből (HDU, azaz HeadEnd Unit), amelyből a teljes hálózat működéséhez csak egy darab szükséges. A HDU fog-

ja össze rendszerré a hálózatokat, ez köti össze a külvilággal, de a kábelhálózatok tagjainak egymás közötti kommunikációja is áthalad rajta. A Datatrans kábelmodem-rendszere támogatja a 802.3 Ethernet LAN formátumot.

A Datatrans kábelmodem-rendszere két televíziós csatornát foglal el. Az egyik a HDU-ból a modemek felé irányuló (ún. downstream) adatátvitel zajlik 10 Mbit/s sebességgel, a másik csatornán pedig a visszirányú (ún. upstream), a modemek felől a HDU irányában történik az adatátvitel. Ez utóbbi, visszafelé adatot szállító csatorna nyolc alcsatornára bomlik, ezáltal nyolc modem egyidejű kommunikációját téve lehetővé. Ez nem jelenti azt, hogy nyolc felhasználónál több egyszerre nem használhatja a rendszert, ugyanis ennél nagyobb számú működő modem esetén a HDU ún. időosztásos multiplexeléssel, intelligens vezérléssel, meghatározott nagyságú időszeltekben fogadja tőlük az adatcsomagokat. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy minden modem a lehetőségek szerinti legnagyobb visszirányú adatátviteli sebességgel adhat.

A jelenlegi konfiguráció szerint egy rendszer legfeljebb 512 modemből (és egy HDU-ból) állhat, és a fentieknek megfelelően akár mindegyik, egy időben használhatja a hálózatot. A nyolc visszirányú csatorna mindegyike 256 kbit/s vagy 512 kbit/s adatátviteli sebességet tesz lehetővé, a teljes visszirányú sebesség tehát kb. 2 Mbit/s vagy 4 Mbit/s. Az indokolja a downstream és upstream sebességek közötti különbséget, hogy a kliens jellegű internet-felhasználók (pl. a kábelmodemek többsége, telefonos ügyfelek) sokkal nagyobb mennyiségű adatot töltenek le, mint fel. Ezen adatokat a Datatrans által használt közönséges modemek 33,6 kbit/s adatátviteli sebességével összevetve érezhető a kábelmodem rendszer előnye.

## Kábelmodem

Downstream:	
Működési frekvenciasáv	91 MHz – 750 MHz
Csatorna-sávszélesség	6 MHz
Moduláció	64QAM
Adatsebesség	30 Mbit/s
BER jellemzők	10 <sup>-12</sup> 30 dB C/N-nél
Működési mód	Full duplex
Upstream	
Működési frekvenciasáv	25 MHz – 42 MHz
Csatorna-sávszélesség	2 MHz
Moduláció	16QAM
Adatsebesség	1,536 Mbit/s

## 2.3. Terayon kábelmodem-rendszer

A Terayon Corporation (Santa Clara, Kalifornia, USA) gyártja a „Terayon Communication Systems”-t, amelyet a fejállomási „TeraLink 1000” és a „Tera Pro-Cable modem” típusú, berendezések alkotnak.

### Fejállomás

A TeraLink 1000 három változatban készül, a downstream frekvenciasávától függően, és mindegyik változat max. 2000 TeraPro cable modem kiszolgálására alkalmas:

- a THE1000-500 frekvenciasávja 400 MHz – 750 MHz,
- a THE1000-501 frekvenciasávja 88 MHz – 126 MHz és 264 MHz – 406 MHz,
- a THE1000-503 frekvenciasávja 120 MHz – 175 MHz és 264 MHz – 406 MHz.

### Figyelmebe ajánljuk:

*Valószínű, hogy minden alkatrészt nálunk nem tud beszerezni, de az biztos, hogy ellenállások, kondenzátorok és egyéb passzív alkatrészek széles választékát, rezgőkvarcokból pedig a legzöldebb választékot és a legjobb beszerzési lehetőségeket mi kínáljuk Önnek!*

**Több, mint 12000 különböző frekvenciájú rezgőkvarc raktáron**

**CFU 455 E2 kerámiaszűrő 455 kHz-re,**

**28 MLF 10,7-15 kristálysűrő 10,7 MHz-re, SAW rezonátorok 433,92 MHz-re**

Egyedi igényekre reális áron, elfogadható szállítási határidőn belül

**50 kHz – 210 MHz tartományban bármilyen frekvenciájú rezgőkvarcot**

**– mennyiségi korlátozás nélkül – beszerzünk vagy legyártatunk.**

*A tőlünk vásárolt rezgőkvarcok paramétereit garantáljuk, ellenőrző méréseket a helyszínen végzünk.*

*Forduljon hozzánk bizalommal!*

**ELECTRADE KFT.**

1067 Budapest, Eötvös u. 34.

Tel./fax: 332-4948 Nyitva: hétfőtől péntekig 9-16 óráig



## Kábelmodem

Downstream	
Működési frekvenciasáv	88 MHz – 750 MHz
Csatornatávolság	6 MHz
Moduláció	16QAM Direct Sequence Spread Spectrum
Elérési mód	Synchronous Code Division Multiplex
Adó-zavarsugárzás	30 dB $\mu$ V
Adó-kimenőszint	92 – 122 dB $\mu$ V
Vevő-impedanciák	75 $\Omega$ /A, B, C
Vevő-bemenő-érzékenység	40 – 75 dB $\mu$ V
Vevő-zavarérzékenység	30 dB $\mu$ V
Upstream	
Működési frekvenciasáv	5 – 42 MHz
Csatornatávolság	6 MHz
Moduláció	16QAM (Normal)/QPSK (fallback)
Többszörös elérési rendsz.	Synchronous Code Division (S-CDMA)
Adó-zavarsugárzás	50 dB $\mu$ V
Adó-kimenőszint	92 – 122 dB $\mu$ V
Vevőimpedanciák	75 $\Omega$ /A, B, C
Vevő-bemenő-érzékenység	40 – 75 dB $\mu$ V
Vevő-zavarérzékenység	50 dB $\mu$ V
Client Computer	10BaseT, RJ-45
Tápellátás	230 V, 50 Hz

### 2.4. Phasecom kábelmodem-rendszer

A PHASECOM Inc. gyártmányú SpeedDemon Cable Modem System (P2001)

## Rendszerjellemzők

Modulációs séma	
Downstream	QPSK, 16QAM, 64QAM
Upstream	QPSK
Downstream adatsebesség	30 Mbit/s – QPSK esetén 20 Mbit/s – 16QAM esetén 30 Mbit/s – 64QAM esetén
Upstream adatsebesség	2,56 Mbit/s
Működési frekvenciatartomány	
Downstream	6 MHz
Upstream	2 MHz
Frekvencia-stabilitás	$\pm 5$ kHz
Downstream BER	QPSK esetén $10^{-8}$ 12 dB C/N-nél 16QAM esetén $10^{-8}$ 18 dB C/N-nél 64QAM esetén $10^{-8}$ 24 dB C/N-nél
Upstream BER	$10^{-8}$ 13 dB C/N-nél
LAN interfész	IEEE 802.3/ Ethernet RJ45
RF interfész	„F” típusú csatlakozó
Helyi kontrol interfész	RS-232C

## Kábelmodem

Downstream	
Működési frekvenciasáv	50 MHz – 860 MHz
Csatorna-sáv szélesség	6 MHz
Moduláció	64QAM
Adatsebesség	30 Mbit/s
BER jellemzők	$10^{-12}$ 30 db C/N-nél
Működési mód	Full duplex
Upstream	
Működési frekvenciasáv	5 MHz – 42 MHz
Csatorna-sáv szélesség	2 MHz

Moduláció	QPSK
Adatsebesség	2,56 Mbit/s
BER jellemzők	$10^{-6}$ 20 dB C/N-nél
Frekvencia-stabilitás	$\pm 5$ kHz
RF interfész	„F” típusú csatlakozó
Helyi kontrol interfész	RS-232C

### 2.5. A MOTOROLA gyártmányú CyberSURFR kábelmodem-család

## Kábelmodem

Downstream	
Működési frekvenciasáv	65 MHz – 750 MHz
Csatorna-sáv szélesség	6 MHz
Moduláció	64QAM
Adatsebesség	30 Mbit/s
Működési mód	Full duplex
Upstream	
Működési frekvenciasáv	6 MHz – 42 MHz
Csatorna-sáv szélesség	600 kHz
Moduláció	DQPSK
Adatsebesség	768 kbit/s

# SERVINTERN

Műszerjavítás, kalibrálás, kisker forgalmazás, kívánság szerinti beszerzés, szaktanácsadás. Analóg – digitális – univerzális műszerek, regisztrálók, hőfokszabályozók meteorológiai műszerek stb.

**SERVINTERN Szövetkezet**  
Budapest VII., István u. 26.

Tel. 342-5922 (Központi iroda) Fax. 342-4186  
Tel. 321-4904 (Szerviz) Tel. fax. 322-2443

# Weller

**Angyalföldről  
az Angyalföldi útról**



# C+P Kft.

1134 Budapest,  
Angyalföldi út 38.

Tel/Fax: 340-8456 és 340-8476

# HALFA

*Erősáramú  
kéziszerszámok*

**Pressmaster Tool**  
*Saruzó fogók*

# SANDVIK

Belzer

*Kéziszerszámok*

**>ROGER<**  
*Műszerdobozok*

# Beszédtitkosító

Nagymáté Csaba villamosmérnök

A fenti címet olvasván több gondolat fogalmazódhat meg fiatalabb és idősebb olvasóink körében egyaránt. Talán a titok szóra mozdul meg legtöbbször fantáziája. Végül is az idejünk könyvünk egy új évezredbe vezet át bennünket a maga előre sejtethető és nem sejtethető titkaival. Mint ahogy titokzatos a nemsokára hátrahagyott XX. század is, ahol sajnos az igaz beszédet sokszor nem ártott „titkosítani”. Napjaink történetében a „titkoszolgálati módszerek” fogalomköre vált ismerté fejlődő demokráciánkban. (Pedig a dolog nem új keletű, csak úgy tűnik, a fogalom ismerete is rendszertől függő.) Ugyanakkor valamely információ titkosítása – nevezzük inkább egyfajta kódolásnak – mindenféle politikai felhang nélkül a bennfentesség jóleső érzésével tölti el a rendszer használóját. Gondoljunk csak a Morse-féle kódolásnak a legutóbbi időkig tartó diadalútjára, vagy a számítógépek földi halandó számára érthetetlen nyelvezetére. Míg az előbbi sajnos végnapjait éli, addig az informatika a kódolás (titkosítás) robbanásszerű újításaival a XXI. század meghatározó tényezője lesz. Ugyancsak a napjaink telekommunikációs sokat szidott és áldott terméke a rádiótelefon. Bármely rádiótelefon rendszer talán legkomolyabb problémája az a benne rejlő tulajdonsága, hogy a magánélet nem rejtőzhet el. Gondolunk itt a mindkét oldali (adó-vevő) lehallgathatóságára. Azon túl, hogy egy sor törvényi szabályozás próbál egyfajta biztosítékot adni (titkoszolgálati módszerek?), a gyártók is sorra jelennek meg a speciális beépített kódolókkal és dekódolókkal.

Az egyik relatíve egyszerű, ámde igen hatásos titkosító technika a sávfordítás néven vált ismertté. A frekvenciafordításkor egy rejtjelző fix frekvenciát (ez a vivő) keverjük a HF jellel, aminek következtében az eredeti HF jel spektruma átranzformálódik egy másik tartományba és az eredmény adáskor egy kacsa-hang-szerű hang lesz. Szakmai zsargonban így is hívják ezt a fajta beszédtorzulást (=Donald kacsa

kód). Még akkor is, ha a rejtjelzett kacsa-hangot visszafordítjuk az eredeti spektrum közelébe, de nem szükségképpen vissza az eredeti frekvenciákra, a hang még mindig érthetetlen marad.

Idősebb amatőrök biztosan emlékeznek a fentebb röviden vázolt elvnek rendőrségi alkalmazására, mikor is az ügyesebbek sok kényes tartalmú „kacsa-hangot” fejtettek meg.

Nos, a továbbiakban erről a ma már játékszernek tekinthető kódolási formáról „fűjük le a port”, s mutatunk be egy korszerű elektronikával működő házi beszédtitkosító berendezést, amit jól használhatunk pl. a telefoniában.

## Hogyan működik?

Berendezésünk segítségével rádióműsört, magnófelvételt, telefonbeszélést titkosíthatunk, speciális elektronikus levelet küldhetünk, ami a berendezéssel nem rendelkezők számára – már többször utaltunk rá – borzalmas hápogásnak hallatszik. Ezúttal már egy kicsit precízebben fogalmazva, a készülőké olyan hatást produkál, mint mikor egy SSB adó adását próbáljuk meg ellentett oldalsáv-állásban venni. Az

elv lelke az ún. balanszmodulátor alkalmazása (hívják még ring-, vagy gyűrűs modulátornak is, ld. később).

A balanszmodulátor a keverők egy speciális típusa, amelynek a kimenetén vivőfrekvenciával és moduláló jellel „tápláljuk” áramkörünket. Az ún. felső oldalsáv a vivő és moduláló frekvencia összegét tartalmazza, míg az alsó oldalsáv értelemszerűen e kettő különbségét. Ezt az alsó oldalsávot használjuk a továbbiakban a titkosításra.

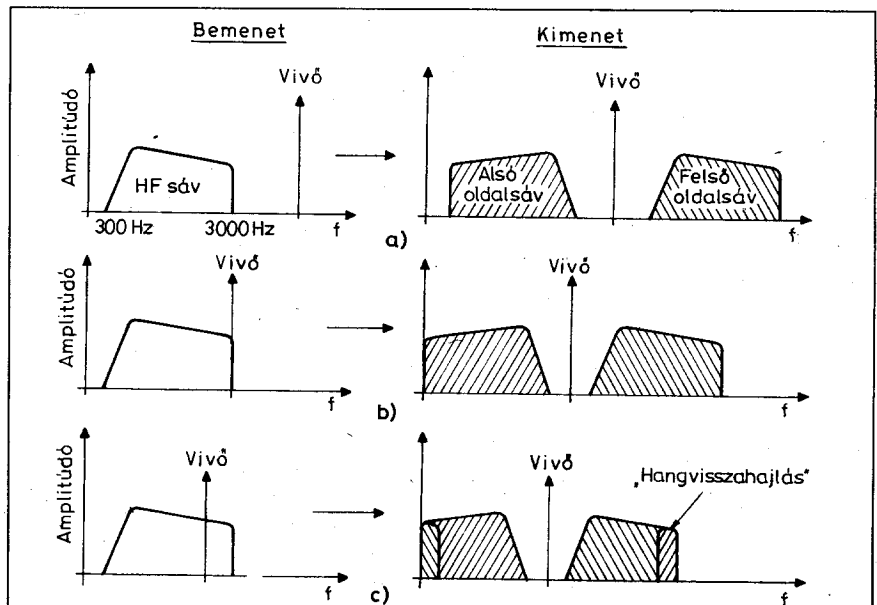
## A balanszmodulátor

A balanszmodulátor alapvetően megpróbálja eliminálni a két eredeti bemeneti frekvenciát és egy egészen új frekvenciakombinációt hoz létre a kimeneten. A vivő és moduláló frekvenciákat szinuszos lefolyásúnak tekintve az ismert összefüggést írhatjuk fel:

$$U = U_{cs} \cdot \sin(\omega t), \quad (1)$$

ahol  $U$  = a feszültség amplitúdó,  
 $\omega = 2\pi f$ ,  
 $f$  = frekvencia,  
 $t$  = idő.

Összeszorozva a két azonos matematikai



1. ábra

alakú összetevőt, a következő eredményre jutunk:

$$U_{ki} = U_v \cdot U_m \cdot \sin(\omega_v t) \cdot \sin(\omega_m t), \quad (2)$$

ahol  $m =$  moduláló frekvencia,  
 $v =$  vivőfrekvencia.

Alkalmazzuk a következő trigonometriai azonosságot:

$$\sin A \cdot \sin B = 1/2 [\cos(A-B) - \cos(A+B)]. \quad (3)$$

Behelyettesítve (3)-at a (2)-be a következő formulához jutunk, amely már jól mutatja az oldalsávok kialakulását:

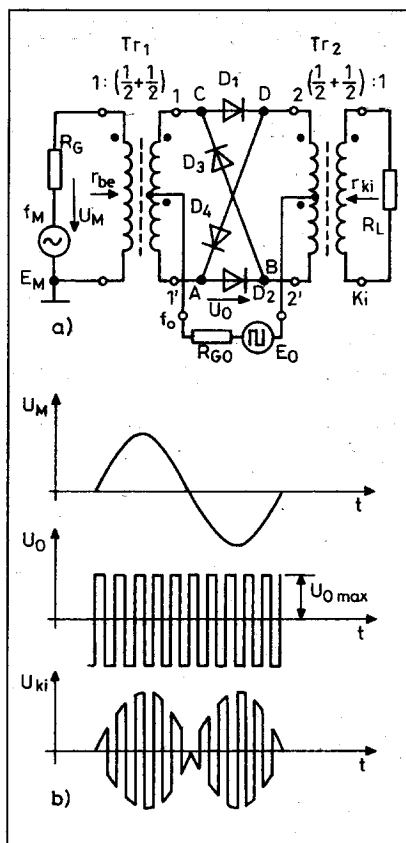
$$U_{ki} = U_v \cdot U_m / 2 \cdot [\cos 2\pi (f_v - f_m)t - \cos 2\pi (f_v + f_m)t],$$

ahol  $\cos 2\pi (f_v - f_m)t$  az alsó oldalsáv,  
 $\cos 2\pi (f_v + f_m)t$  a felső oldalsáv.

Az előbbi rövid matematikai okfejtés sokak számára közismert, de most azt vizsgáljuk meg, hogy hogyan alakul az oldalsávok helyzete a vivő és a moduláló frekvenciák arányait tekintve. Tekintsük az 1. ábrát! Az a részletrajz a klasszikus állapotot mutatja, amikor a vivő frekvenciája fölötté van a moduláló jelnek. Ahogyan a vivő frekvenciában közelít a moduláló jelhez, az oldalsávok spektruma a frekvenciategylen mentén lejjebb toódik (b részletrajz).

Egészen speciális esetet láthatunk a c ábrán. Ekkor már a vivő beleesik a HF tartományba. Ahogyan a kimenet ábráján láthatjuk, az oldalsávok jelentős torzulással jelennek meg. Az angol-szász terminológia ún. „aliasing” torzításnak említi, aminek természetesen magyar fordítása nem létezik. Ezen a ponton a cikk írója úttörőmunkát vállal és az ilyen típusú torzításra bevezeti a „hangvisszahajlás” fogalmát. Tudniillik a jelenség igen hasonlít a tv-javítók körében jól ismert „képviszahajlás” néven ismert hibára, csak itt hanggal történik ugyanez. Megjegyezzük, hogy a hangvisszahajlás, mint egy torz modulációs termék, már önmagában megfelelhet a titkosító elvárásainak, de igen nehéz áramkörileg kezelni. (A szerkesztő megjegyzése: a diszkrét Fourier-analízis céljából történő mintavételezéses adatgyűjtő rendszer egyik elengedhetetlen áramköri egysége az ún. antialiasing szűrő.)

Alapvetően két módja ismeretes a balanszmodulátor létrehozásának. Az egyik – az ismertebb módszer – az olyan alkatelem használata e célra, amely nemlineáris karakterisztikával



2. ábra

rendelkezik. Alkalmas a dióda, a nemlineáris áram-feszültség összefüggése miatt. Jellegzetes áramköri elrendezése a diódás ringmodulátor; elvi kapcsolási rajza a 2. ábrán szerepel. Amint látjuk, a négy dióda az A-B-C-D-A gyűrűbe (ring) van kötve. A diódák kapcsolóként működve egyszer szabaddá teszik 1-ből 2-be, illetve 1'-ből 2'-be vezető utat. Mászor felcserélik a vonatkoztatási pontokat, tehát a bemenő jelet 180°-os fázisfordítással adják a kimenetre, azaz 1-ből 2'-be, és 1'-ből 2-be. Bemenőjelként a moduláló jel szolgál, míg a jelutak átkapcsolásáról a vivő gondoskodik.

Fontos kikötés a vivőre nézve a négyzöghullám-alak, amit a hídkapcsolás átlójában táplálunk be. Feltételezve, hogy a kapcsolás ezen betáplálási pontokra nézve szimmetrikus, a vivő sem a bemeneti, sem a kimeneti oldalon nem jelenhet meg, mivel a mágneses fluxusok az osztott tekercselésben kölcsönösen semlegesítik egymást. Összegezzük: a vivő ily módon csak a diódák kapcsolófeszültségét biztosítja. A modulációs mód ebben az esetben tehát: kétoldalsávú AM, elnyomott vivővel. A téma iránt érdeklődők [1]-ben

tájékozódhatnak a diódás ringmodulátorok részletei felől.

Az előbb tökéletes szimmetriáról tettünk említést, ami egyben a kapcsolás gyenge pontja. Tudniillik a benne szereplő alkatelemeket gondosan össze kell válogatni, nem is szólva a szimmetrizáló transzformátorok elkészítésének keserveiről. De ha már jól működik ringmodulátorunk, akkor az a 2. b ábrán látható időfüggvények szerint történik. Moduláló jelként tisztán szinuszelet választunk, míg a vivőhullám ( $U_0$ ) az előzőknek megfelelően négyzög alakú. A harmadik részletrajzot a modulátorra igen jellemző jelalakokat figyelhetjük meg. Reményeink szerint hasonló ábrát látunk oszcilloszkópunkon az áramkörünk bemérésekor.

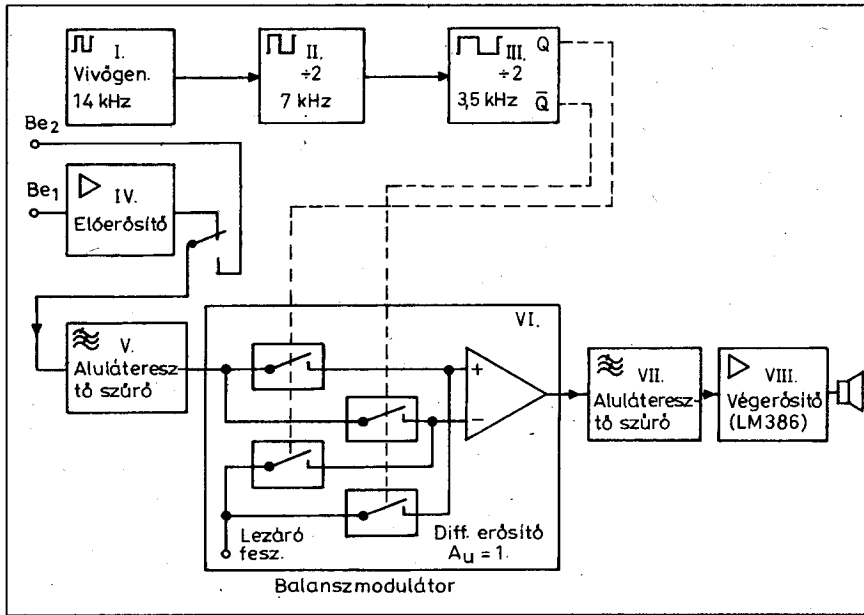
Az időfüggvény bemutatása után érdemes néhány gondolatot megemlíteni a balanszmodulátor spektrumképeiről. A négyzögjelet összekeverve a HF bemenő jellel, az eredmény a négyzögjel minden harmonikusa mellett két oldalra elhelyezkedő oldalsáv lesz. Ameddig a vivő kissé fölötté van a normál hang tartományban, a rejtjelzett hang még hallható lesz, de az alacsony frekvenciájú bemenő hangnál magas kimeneti hangok keletkeznek és fordítva. Végső soron így jön létre a torz és érthetetlen „titkosított”, azaz sávfordított kimeneti jel.

Azonos elvet alkalmazva a demoduláláskor, visszkapjuk az eredeti – és most már érthető – hanganyagot.

Az előző kissé száraznak tűnő eszmefuttatást egy számpéldán keresztül tesszük fogyaszthatóvá. Legyen a kapcsolójel (azaz a vivő) frekvenciája 3500 Hz! A pillanatnyi moduláló jelet 500 Hz-re választjuk.

Ahogy azt a legelején megállapítottuk, a modulációs termékeknel a felső oldalsávot e két frekvencia összege adja, azaz  $3500 + 500 = 4000$  Hz. Az alsó oldalsáv pedig e két frekvencia különbsége:  $3500 - 500 = 3000$  Hz. Azt is megállapítottuk, hogy rejtjelzőnek ezt az alsó oldalsávot választjuk ki, s megállapíthatjuk, hogy 500 Hz-es bemeneti frekvenciához 3000 Hz-es kimeneti jel tartozik. Teljesen hasonlóképpen a 3000 Hz-es bementi jelhez 500 Hz-es kimeneti jel járul. Alkalmazva az előbbi matematikai modellt, a teljes bemeneti hangspektrumra, könnyen érthetővé válik a sávfordítás folyamata.

Említettük a diódás ringmodulátorok gyenge pontjait, illetve egy másik



3. ábra

lehetséges megoldás gondolatát. Amennyiben az előző esetben a diódat mint kapcsolót használtuk, megtehetjük ugyanezt más elektronikus kétállapotú eszközzel is. A továbbiakban bemutatandó kapcsolásban analóg kapcsolókkal váltjuk ki a diódákat, miáltal többek között sikerül mellőzni az igen alacsonyfrekvenciás transzformátor használatát is. Az alapelv a következő: ha egy jel egy olyan szimmetrikus kapcsolópáron keresztül triggerelhető, amelyeknek kimenete úgy összegződik, hogy ezek egymást kiegyenlítik (azaz egyenlő amplitúdóval és ellentétes értelemmel jelennek meg), akkor az eredmény a bejövő jel és a kapcsolási arány szorzatával lesz egyenlő.

Ennek megvalósításához egy CD4066 típusú, 4 CMOS analóg kapcsolót tartalmazó tokot használtunk. A négy kapcsoló azonos szerkezeti felépítése és azonos technológiai lépésekben, azonos körülmények között történt elkészülte eleve biztosítja a diódaválogatással elérhetőnél sokkal pontosabb szimmetriát. A kiegyenlített összegzésről egy műveleti erősítő differenciaerősítő gondoskodik. Még az áramkör bemutatása előtt fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy ellentétben az „igazi” balanszmodulátorokkal, a mi titkosítónk esetében az eredeti vivő akkor is észlelhető, amikor nincs jelen moduláló jel, jól lehet alig hallhatóan. Ezt a csekély „vivőszivárgást” egyrészt az a tény okozza, hogy a vivő maga is a hangfrekvenciás sávba esik, másrészt

ez a balanszmodulátor sem tökéletesen kiegyenlített, az áramkör tudatosan föl-vállalt egyszerűsége miatt.

### A kapcsolás működése

A kapcsolás tömbvázlatát a 3. ábra mutatja. A részletek bemutatása előtt utalunk [2] és [3] irodalmak hasonló témájú közlésére, kiváltképp a hozzáférhető *Rádiótechnika* adekvát cikkére. A témát kiegészítendő hasznos lehet azok számára, akik most ismerkednek először a ringmodulátorral.

A tömbvázlaton jól megfigyelhetők az egyes áramköri tömbök és azok funkciói. A vivőgenerátor egy 14 kHz-es oszcillátor, amely 1:4 arányú frekvenciaosztás után szolgáltatja az ellenütemű kapcsolójelet a balanszmodulátor számára. A két bemenet közül az egyik közvetlenül, a másik egy előerősítő közbeiktatásával kerül egy aluláteresztő szűrő (V.) bemenetére. A szűrő meglehetősen nagy meredekséggel 3000 Hz-ben limitálja a bejövő jel frekvenciáját. Amennyiben ez nem így lenne, a moduláló jel elérné a vivőt és létrejönne a bevezetőben említett hangvisszahajlásos torzítás. Ez a sávkorlátozás a szokásos telefónia sávszélességének felel meg, ami az érthetőséget nem rontja.

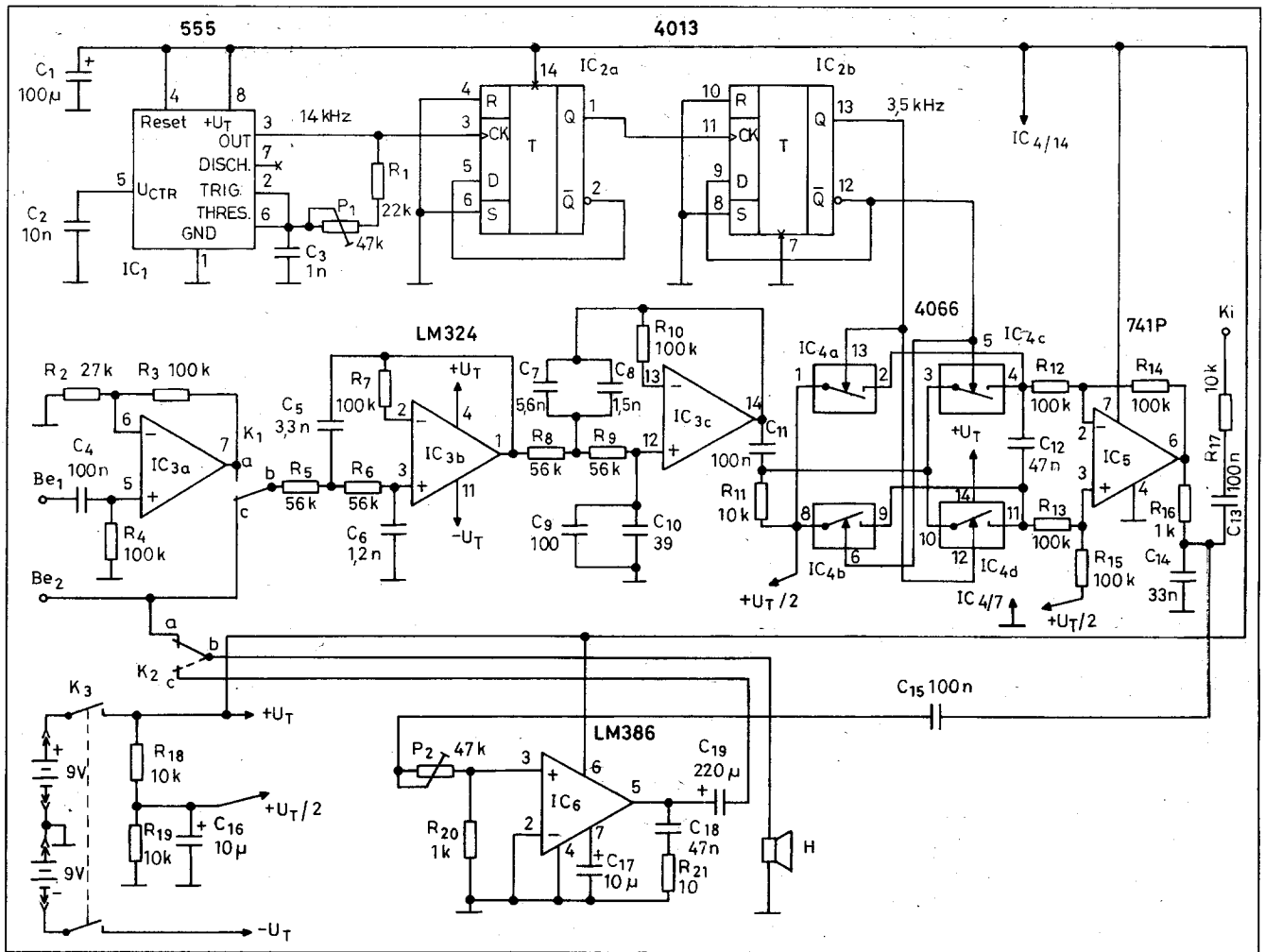
A kapcsolódás lelke maga a VI. balanszmodulátor. Feladata az előzőeknek megfelelően a meghatározott HF bemeneti jelet a kapcsolójelet függvényében váltakozva a differenciaerősítő

invertáló és neminvertáló bemenetére juttatni. A bemenő HF jel és a vivőgenerátor leosztott négyesűzele összekeverésének eredményeképpen egy összetett kimeneti jelet kapunk, amely számtalan oldalsávot és harmonikus frekvenciát tartalmaz.

Újabb aluláteresztő szűrővel (VII.) a legelső alsó oldalsávot kivéve, minden más komponens eltávolítunk. Ez a „megtisztított” kimenet maga a sávfordított HF jel, a titkosított jel.

Az elvi kapcsolási rajz a 4. ábrán látható. Mivel a tömbvázlattal kapcsolatban az elvi működést is eléggé részleteztük, itt csak az áramköri megoldások lényegére térünk ki. A vivőgenerátort az astabil beállításban üzemelő IC<sub>1</sub> RC oszcillátor alkotja. A keltett jel frekvenciája 14 kHz körülire állítható P<sub>1</sub> trimmerpotenciométer segítségével. Érdekessége a fokozatnak a szokásostól eltérő beállítás. C<sub>3</sub> töltőköre nem a +U<sub>T</sub>-re, hanem magára a kimenetre kapcsolódik (R<sub>1</sub>, P<sub>1</sub>). Ezzel már az oszcillátor is alapvetően 50% kitöltési tényezőjű négyesűzelet állít elő. IC<sub>2</sub> mint D tároló, ezt a frekvenciát negyedei. A 4013-as 13 és 12-es kimenetén most már rendelkezésre áll a 3,5 kHz-es, tökéletesen 50%-os kitöltési tényezőjű, ellenfázisú két kapcsolójelet. Ez képezi a balanszmodulátor vivőfrekvenciás bemenőjelét.

A másik bemeneti jel vagy közvetlenül, vagy egy ötszörös erősítésű neminvertáló erősítőn keresztül jut az aluláteresztő szűrő (IC<sub>3b</sub>, c) bemenetére. A Csebisev karakterisztikájú aktív szűrő töréspontját 3 kHz-re állítják be a visszacsatolóáncok RC-elemei. Az ezt követő balanszmodulátort IC<sub>4</sub> és IC<sub>5</sub>, valamint a hozzárendelt alkatelemek együttesen alkotják. Megfigyelhetjük, hogy bármely időpillanatban a négyesűzhullámú vivő vagy IC<sub>4a</sub> és IC<sub>4d</sub>, vagy IC<sub>4b</sub> és IC<sub>4c</sub> kapcsolókat zárja 3,5 kHz-es váltakozással. A HF moduláló jel útja így jól nyomom követhető hasonlóan a [2]-ben leírtak szerint. Mivel IC<sub>4</sub> csak pozitív feszültséget tud kapcsolni szinteltolás gyanánt 1 és 8-as bemeneteket +U<sub>T</sub>/2-re emeltük. Ennek megfelelően kellett IC<sub>5</sub> munkapontját beállítani. Ez utóbbi fokozatról már mindent elmondtunk. Egységnyi erősítését az R<sub>12</sub> és az R<sub>14</sub> elemek állítják be. A modulátor kimenetén egy újabb, elemi aluláteresztő tag (R<sub>16</sub>, C<sub>14</sub>) választja ki a modulációs termékek közül a szükséges alsó oldalsávot. Ezt követően a titkosított hang részben a kimenetre,



4. ábra

részen egy végerősítő fokozatra (IC<sub>6</sub>) jut. IC<sub>6</sub> kapcsolása az ajánlás szerinti, és hangerő-szabályozásra P<sub>2</sub> szolgál. A kételepes táplálásból R<sub>18</sub>, R<sub>19</sub> osztó hoz létre +U<sub>T</sub>/2 segéd feszültséget.

Azok számára, akik szeretnek kísérletezni megemlítjük, hogy a kapcsolás több ponton is módosítható. Egyrészt a balanszmodulátort követő aluláteresztő szűrő lehet a bemeneti szűrővel azonos típusú, másrészt a modulátort is megvalósíthatjuk pl. az XR2208-as típusú négynegyedes szorzó IC-vel. Természetesen ez jelentős többletkiadást jelent az előző változathoz képest.

### Elkészítés, bemérés, üzemeltetés

Az áramkört az 5. ábra nyák-terve alapján, egyoldalon fóliázott lemeze készíthetjük el. A beültetési rajzot a 6. ábra mutatja. A kapcsolás nem tartalmaz úgymond kényes alkatrészeket, de

az aktívszűrő RC elemeit célszerű 5% alatti tűrésűre választani. Beültetéskor a fokozatosság elvének betartását tanácsoljuk és ez érvényes lehet a bemérésre is. A bizonytalanabb kezűek az integrált áramkörök számára forrasszának be foglalatokat!

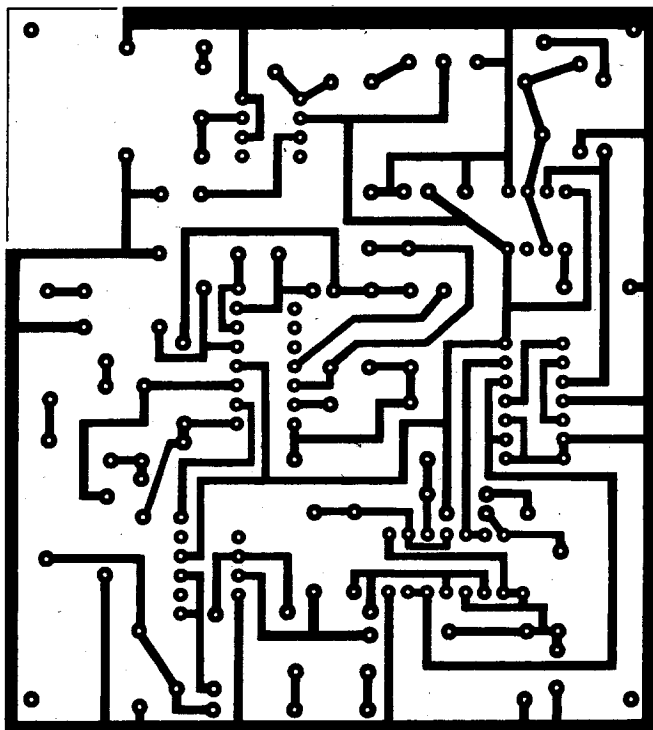
Kezdjük a munkát a vívőgenerátor elkészítésével! A kapcsolás minden fokozatára elmondható, de itt különösképpen igaz, hogy helyes beültetés esetén azonnal működőképes fokozatot kapunk. Oszcilloszkóppal ellenőrizzük a jelalakot, majd frekvenciamérővel állítsuk be P<sub>1</sub> segítségével a 14 kHz-es rezgési frekvenciát. A kettes osztóknak kötött D tárolók kimenetén ugyancsak szkóppal ellenőrizzük az osztás tényét. Így elkészült a vívőgenerátorunk. A bemenőerősítő elkészítése és bemérése, úgy gondoljuk, nem jelenthet problémát.

Ezután következik a kissé bonyolultnak tűnő aktívszűrő. Alkatrészeiről

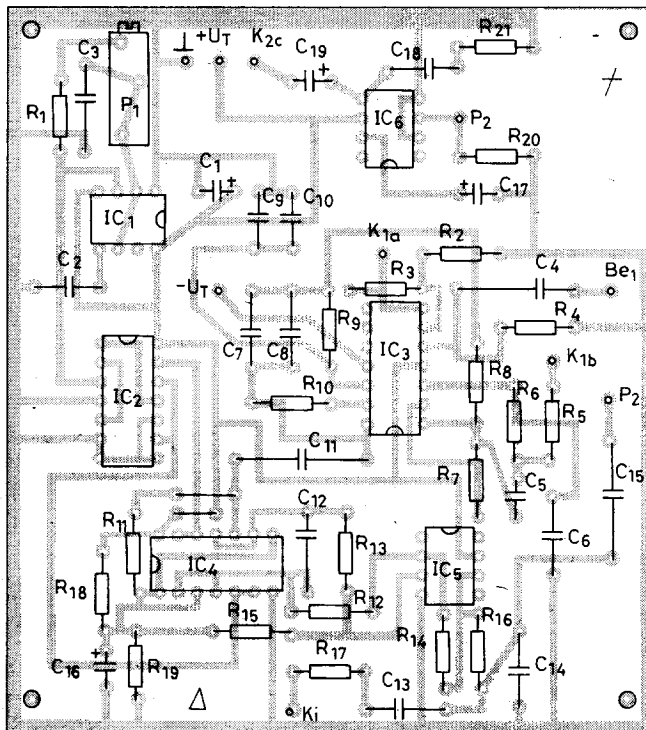
már szóltunk, beméréséhez pedig HF generátor és millivoltmérő, esetleg oszcilloszkóp szükséges. A fokozat műszeres ellenőrzésére a négyppólusok átviteli karakterisztikájának mérési módszerét alkalmazzuk, amely műszerezettségi helyzettől függően ad kisebb vagy nagyobb pontosságot. A lényeg, hogy kb. 0 dB-es bemenőjelet adva a bemenetre, a fokozat kimenetén 3 kHz felett meredek jelszintcsökkenést kell tapasztalni.

És ezek után kezdjük el egy kicsit izgulni. Helyezzük a foglalatba IC<sub>4</sub>-et és IC<sub>5</sub>-öt. Kapcsoljuk tápfeszültségre az eddig elkészült egységeket! Az U<sub>Ki</sub> pontra kössünk oszcilloszkópot és egy nagyimpedenciás fejhallgatót. HF generátorból adjunk Be<sub>2</sub> bemenetre kb. 500 Hz-es 0 dB szintű jelet (K<sub>1</sub> kapcsolót hidaljuk át, ha még nem kötöttük be)!

Jól végzett munka esetén a hallgatóban 3 kHz körüli hangot (sávfordí-



5. ábra



6. ábra

tás!) kell hallanunk, míg a szkópon a 2.b ábrának megfelelő időfüggvényt kell látnunk. A mintapéldány esetében ez utóbbi egy egyszerű TV-Miniszkóp típusú műszeren is jól beállítható volt. A végerősítő fokozat (IC<sub>6</sub>) beültetése után a jelenséget már hangszóróban is hallhatjuk. Végső ellenőrzésre a bemenetre kössünk pl. egy rádió-kimenetet és válasszunk egy beszélgetős műsort. Azonnal tapasztaljuk, nem írtunk valótlan a bevezetőben többször emlegetett „kacsahárogásról”.

Végezetül használatára, alkalmazására adunk néhány ötletet. A dobozt és a rajta elhelyezkedő kezelőszerveket (csatlakozók, K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> stb.) mindenki lehetősége szerint alakíthatja ki. Ha megfigyeljük, a K<sub>2</sub> „a” állásban Be<sub>2</sub> bemenet közvetlenül a hangszóróra kapcsolódik, azaz megkerüli a titkosítót, ezáltal a normál bejövő-jélet tudjuk monitorozni. És itt kell egy kicsit jobban figyelni! Tünniillik nem tanácsos bármely jelforrás nagyimpedenciás vonal vagy AUX. kimenetét ebben az

esetben a bemenetre kötni, mert a kisohmos hangszóró terhelése tönkretelheti azt. Ha ez a hibázási lehetőség valakit zavar, K<sub>2</sub> el is hagyható (a nyák-terv rugalmas e tekintetben).

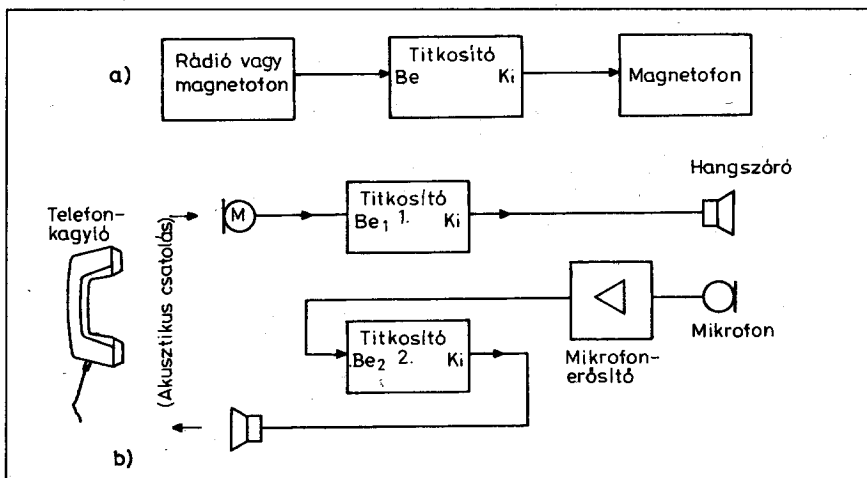
Két lehetséges felhasználási javaslatot mutat a 7. ábra. A 7.a esetben titkosított magnófelvételt készíthetünk rádióról vagy egy másik magnetofonról. Természetesen az ily módon készült felvételt, mint jelforrást használva ugyancsak a titkosítón keresztül tehetjük fogyaszthatóvá. Így lehet pl. elektronikus titkos levelezést folytatni.

Érdekes felhasználási módot látunk a 7.b ábrán. Két titkosító segítségével duplex telefonbeszélgetést folytathatunk az olyan ellenállomással, akinek hasonló a felszereltsége. Igencsak elcsodálkozok, aki le akarja hallgatni az ilyen telefonforgalmat!

Mindezen kísérletekhez és a további kitalálendő alkalmazásokhoz sok sikert kívánunk!

**Irodalomjegyzék:**

1. D. Lechner: Rövidhullámú vevőkészülékek (MK, 1979.)
2. Rádiótechnika 1998/5.
3. Radio Electronics 1988/1.



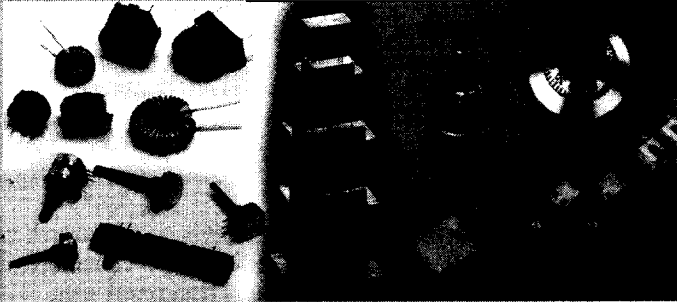
7. ábra



# 2000-ben is

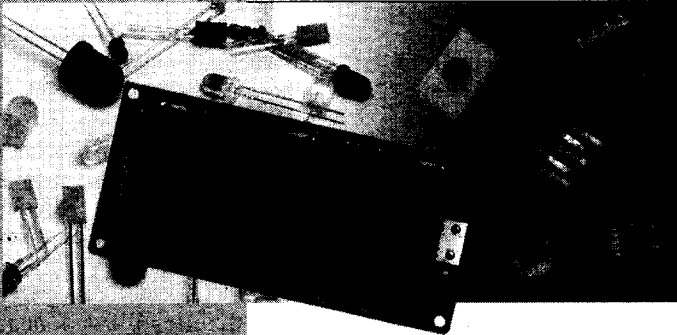
TÖBB MINT **10.000** FÉLE TERMÉKET KÍNÁLUNK RAKTÁRRÓL

## Passzív alkatrészek



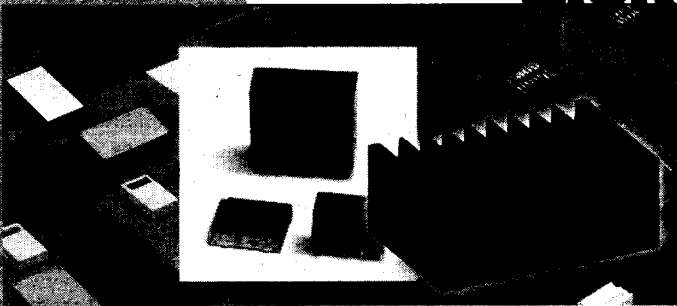
Ellenállások, potencióméterek, varisztorok, kondenzátorok, transzformátorok, induktivitások, zavarcsűrők, ferritmagok, kvarcok, oszcillátorok, szűrők.

## Aktív alkatrészek



Diódák és diódahidak, tranzisztorok, tirisztorok, triakok, optoelektronikai alkatrészek, kijelzők, analóg áramkörök, digitális áramkörök, szenzorok és érzékelők.

## Elektro-mechanikai alkatrészek



Kapcsolók, relék, csatlakozók, foglalatok, hűtők és ventilátorok, biztosítékok, kábelek, NYÁK-ok, műszerdobozok, stb.

Kínálunk **tájékozdjon 300 oldalas képes katalógusunkból**

Töltse le aktualis **árlista-katalógusunkat** honlapunkról! <http://www.ret.hu>  
Vegye igénybe **postai csomagküldő szolgáltatunkat!**

**Ma megrendeli,  
holnap átvetheti!**

### Robtron Elektronik Trade Kft

**Központ:** 6721 SZEGED, Szent Miklós u. 9/a. Tel.: 62/422-500, Fax: 62/422-596  
**Iroda:** 1122 BUDAPEST, Városmajor u. 50/a. I/3. Tel.: 1/214-9036, Fax: 1/355-2262  
**Postacím:** 6701 SZEGED, Pf.:1160 **e-mail:** ret-kft@tiszanet.hu [www.ret.hu](http://www.ret.hu)

# Tirisztoros ívhegesztőgép

Konsanszky Róbert okl. villamosmérnök

Az alábbiakban a Rádiótechnika 1998/6. és 9. számában a hegesztőtranszformátorokról megjelent cikkekhez [1, 2] kapcsolódóan ismertetem egy általam tervezett, megépített és jól működő tirisztoros ívhegesztőgép leírását. A hegesztőgép az említett irodalomban szereplőhöz hasonlóan fázis-hasításos szabályozású, az alábbi eltérésekkel:

- A gép az ívhossz és a hálózati feszültség változásai ellenére állandó értéken tartja a beállított hegesztőáramot.
- Védve van az elektródaleragadás ellen. Szabályozatlan gépek esetén a zárlati áramot az elektródafogó nyitásával kell megszakítani, miközben a rövidzárlati áram miatt összeégetjük azt.
- Indulóáram-korlátozással rendelkezik. Az alkalmazott PI szabályozó nyitott áramkörnél a tirisztorokat teljes vezetésre kapcsolná, amely a vékony lemezek átégését, kisebb terhelhetőségű hálózatnál a kismegszakító indokolatlan leoldását okozná és megnövelné a gép által keltett zavar szintet is.
- PTK termisztoros túlmelegedés elleni védelmet alkalmaztam.
- A gépben áramhiba-kijelzés van. Ha a berendezés nem képes a beállított hegesztőáramot szolgáltatni túl nagy beállított áram, túl kis hálózati feszültség, túl hosszú ív, ... stb. miatt.
- Az árambeállító potencióméter a hálózattól és a tirisztoráramkörrel

galvanikusan el van választva, ezért az érintésvédelem nem kíván szigetelt szerelést.

- A szabályozást végző tirisztorok a kisebb feszültségű oldalon vannak, így olcsóbb típusok használhatók és a vezérlő gyári vagy saját készítésű trafóhoz is illeszthető, mint elektronikus áramszabályozó.

## Szabályozástechnikai magyarázat

A hegesztőgép ismertetése előtt célszerű áttekinteni néhány irányítás-technikai fogalmat. Az irányítás felosztható két fő csoportra: vezérlés és szabályozás. A vezérlés során a bemenőjel végigfut a hatáslánc elemein és létrehozza a vezérelt berendezés kimenőjelét, azonban a jelterjedés egyirányú. Ennek következtében a kimenőjel kialakulását a rendszerre ható egyéb jelek, zavarójelek is befolyásolják.

A hegesztőgépeknél bemenőjelnek tekinthető az árambeállító szerv helyzete, kimenőjel a hegesztőáram. A hegesztőáramot a beállítószerv helyzetén kívül meghatározza a hegesztőív hossza, a hálózati feszültség nagysága, a hegesztőáramkör impedanciájának változása a varratképzés alatt. A vezérlés hatáslánca tehát nyílt.

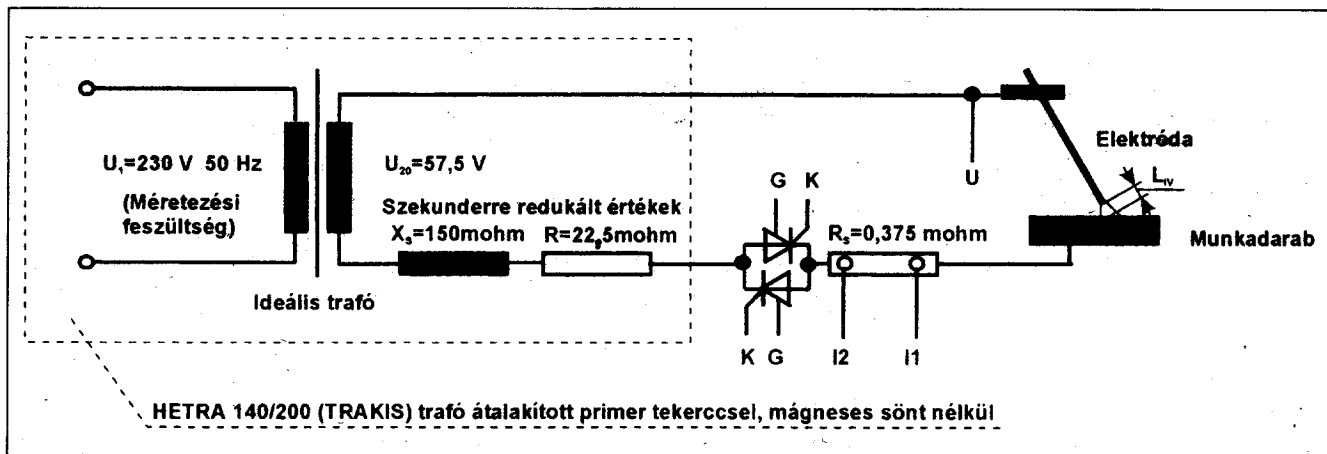
A szabályozás során a bemenőjel – alapjel – és a szabályozott jellemzőből előállított ellenőrzőjel különbsége hat a szabályozott berendezés többi elemére. Elektronikusan szabályozott hegesztőgép esetén ez a következő: az

árambeállító potenciómétról levett alapjel és a hegesztőáramból képzett ellenőrzőjel különbségét megfelelő jel-formálás után úgy vezetjük a beavatkozószervre, amely mágneses erősítő, előmágnesezett mágneses sönt vagy nagyteljesítményű félvezető is lehet, hogy a különbségi jel megszűnjen igyekezzen. A szabályozás hatáslánca tehát zárt.

A szabályozási rendszerek viselkedését a hatáslánc elemeinek átviteli függvényei határozzák meg.

Az egyes elemek átviteli függvényeik szerint a következőképpen csoportosíthatók:

- **Arányos tag;** ellenálláshálózattal visszacsatolt műveleti erősítő, amely alacsony frekvencián működik. A jelátvitel időfüggetlen, jele: *P*.
- **Integráló tag;** ellenállás bemenetű, kondenzátorral negatívan visszacsatolt műveleti erősítő. Kimenőjele a bemenőjel időintegráljával arányos, jele: *I*.
- **Differenciáló tag;** kondenzátor bemenetű, ellenállással negatívan visszacsatolt műveleti erősítő. Kimenőjele a bemenőjel időbeli meredekségével arányos, jele: *D*.
- **Holtidős tag;** kimenőjele időkéséssel követi a bemenőjelet, jele: *H*.
- **Tárolós tag;** állandósult állapotban kimenőjele azonos a bemenőjellel, de beállása időfüggő, jele: *T1, T2*. Ha kettőnél több a tárolós tagok száma, akkor azok felbonthatók egy- és kéttárolós tagok soros eredőjére.



1. ábra. A hegesztőgép erőáramú áramköre



A szabályozási rendszerekben szereplő tagok tényleges átviteli függvénye a fentebb felsorolt függvényekből állítható elő. Egy szabályozási rendszer stabilitását és követési tulajdonságait a felnyitott kör eredő átviteli függvénye határozza meg (hurokátviteli függvény). Ha a hurokátviteli függvény nem tartalmaz integráló tagot, akkor arányos szabályozásunk van, amely állandósult állapotban a hurokerősítéstől függő maradék hibával követi a bemenőjelet. A hurokerősítés azonban stabilitási okok miatt gyakran nem lehet akkora, amely a hibát az előírt értékre csökkentené. Ha a hurokátviteli függvény egy integráló tagot tartalmaz, akkor az állandósult hiba nulla.

### A hegesztőgép működése

A hegesztőgép erősáramú áramköre az 1. ábrán látható. A valóságos transzformátorok az áramkörszámítás szempontjából felépíthetők ideális transzformátorból, amelynek egyetlen paramétere az áttétel és olyan impedanciákból, amelyeknek hatása megfelel a valóságos transzformátorban fellépő jelenségeknek. Ezek: a tekercselés ohmos ellenállása, a tekercsek közötti csatolás, amely a szórt mágneses mező kialakulása miatt kisebb  $l$ -nél, a transzformátor mágnesező árama és vasvesztése, a tekercsek ön- és kölcsönös kapacitása, stb. Az eredeti hegesztőtranszformátor – amelyhez a vezérlőáramkört készítettem – főbb műszaki adatait az 1. táblázat tartalmazza.

A terhelés számára a transzformátor egy üresjárási feszültséggel és belső impedanciával jellemezhető generátorként fogható fel. A hegesztőtranszformátorok üresjárási árama elhanyagolható a terhel állapotához képest, ezért itt csak a soros ellenállások és a szórási induktivitások hatását vettem figyelembe. Redukáltam a paramétereket, amely azt jelenti, hogy a primer oldalhoz tartozó értékeket a menetszámáttétellel figyelembevételével számítottam át a szekunder oldalra. A leírásban szereplő trafó szekunder menetszáma a primernek egynegyed része, ezért a szekunder oldalra redukálva a primer tekercshez tartozó impedanciák egytizenhated részre érvényesül, amelyek összegezve a szekunder oldali megfelelő mennyiségekkel adják az 1. ábrán szereplő értékeket. Egy kész trafó rövidzárási méréséből közvetlenül csak az illető oldalra érvényes eredő redu-

1. táblázat. Műszaki adatok

Jellemző	Érték	Egység
Névleges hálózati feszültség	230	[V]
Névleges hálózati frekvencia	50	[Hz]
Beállítható hegesztőáram-tartomány	10...250	[A]
Indulóáram	100	[A]
Beállási idő	<100	[ms]
Gyújtófeszültség	57	[V]
Tömeg	50	[kg]

kált értékeket kaphatjuk meg, ebben az esetben a mágnesezőáram és a vasvesztés hatása elhanyagolható.

### A tirisztorvezérlő felépítése

A tirisztorvezérlő áramkör tömbvázlatát a 2. ábrán szemléltetem. A gyújtásszögvezérléshez szükséges szinkronjeleket és az áramjel-feldolgozáshoz, valamint az áramhibajelző működéséhez szükséges vezérlőjeleket az impulzusgenerátor állítja elő. Az a impulzus a hálózati feszültség nullaátmenetei körül kb. 0,7 ms időtartamú, gyakorlatilag ez képezi az áramkör szinkronjelét. A kb. 0,3 ms időtartamú  $b$  impulzus reszeteli a kapcsolóüzemű integrátort. A bevezetőben említettem, hogy a hegesztőgép a szabályozatlan gépekhez képest többlétszolgáltatásokkal is rendelkezik, ezeket a következő áramköri egységek valósítják meg:

- Ablakkomparátorok, amelyek feladata vezérlőjelek előállítás, ha az elektródafogón megjelenő feszültség kívül esik a szokásos ívfeszültség-tartományon pl. zárlat, illetve nyitott hegesztőáramkör esetén. Az ablakkomparátor nyitott hegesztőáramkör esetén a  $d$  vezérlőjellel korlátozza az indulóáramot, illetve a rövidzárlatos cseppátmenetek alatt a  $c$  vezérlőjellel értéktartó üzemmódba kapcsolja a PI szabályzó-erősítőt.
- Komparátor, amely a gyújtásszögvezérlő bemenőjelet figyeli.
- A kb. 10 ms idejű késleltetés a szabályozás letiltását odázza el a cseppátmeneti rövidzár alatt.
- A kb. 4 s idejű késleltetés a kimenőáramot kapcsolja le az elektróda le ragadása vagy egyéb ok miatti rövidzárlat esetén.
- Komparátor a trafóban elhelyezett PTK termisztor ellenállásának érzékelésére.

A vezérlőáramkör fontos részegysége a gyújtóimpulzus-generátor és az utána következő illesztő áramkör. Az induktív terhelésű tirisztorokat széles vezérlőjellel kell gyújtani, valamint a szabályozás PI jellege miatt szükséges, hogy a vezérlőimpulzus a félperiódus végéig tartson. Ennek a legegyszerűbb megvalósítása, ha egy hálózathoz szinkronizált fűrészelet összehasonlítunk a szabályozóerősítő kimenőjével. A kapott jelet el kell juttatni a tirisztorok vezérlőelektródáira. Erre a célra a [10]-ban megjelenő hasonló áramköri megoldást választottam, ahol szintén segédtriak szolgáltatja a nagyáramú antiparalel tirisztorpár gyújtójelet.

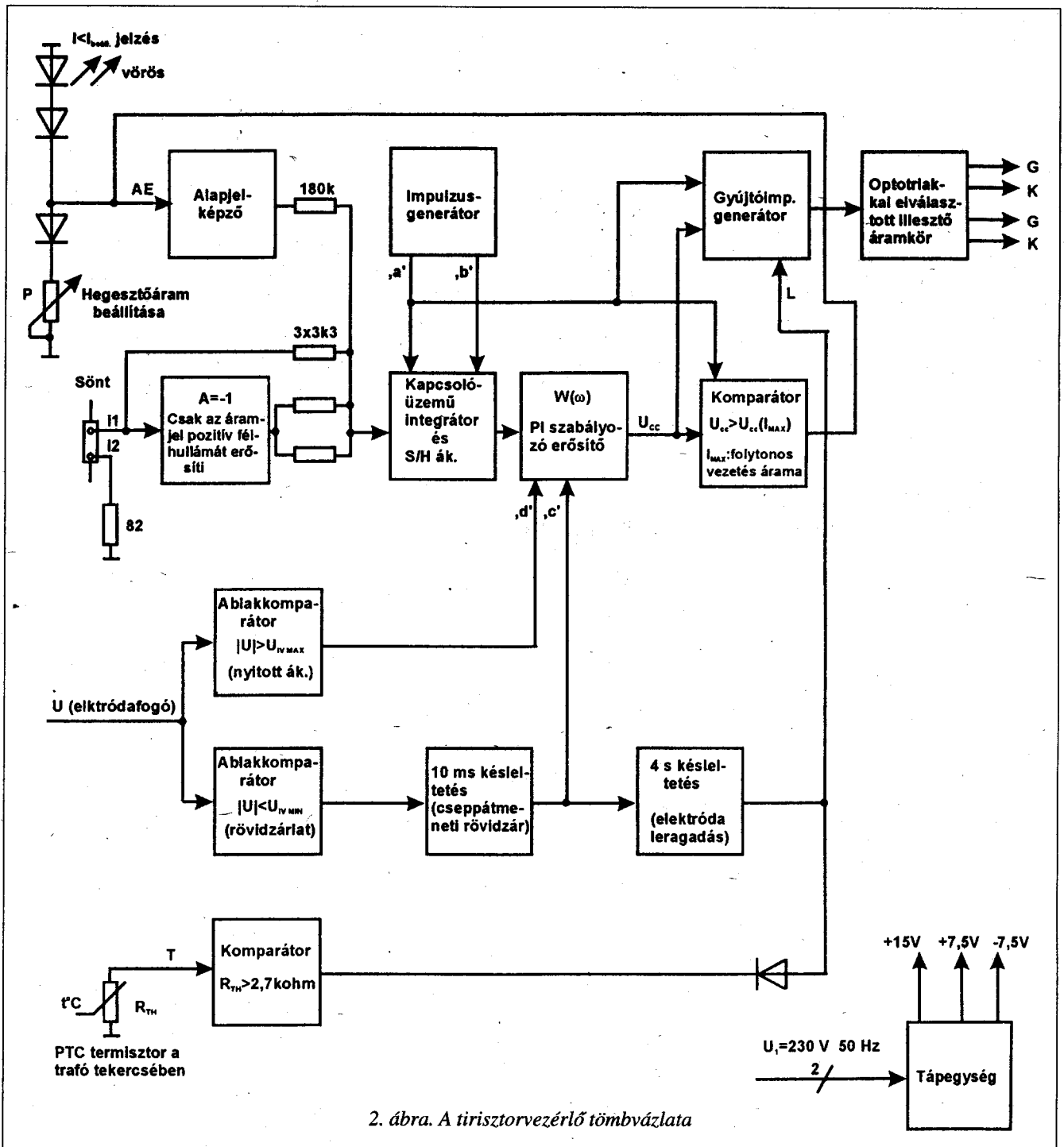
Az erősáramú oldal galvanikus elválasztása érdekében ez a segédtriak egy triakos kimenetű optocsatoló kimeneti oldala. Az alkalmazott integrált áramkör nem teszi lehetővé a hálózati oldalon elhelyezett tirisztorpár vezérlését. Az illesztőáramkörben fontos szerepe van a tirisztorpárral párhuzamosan kapcsolt soros RC tagnak: a komutációs zavarvédelem mellett gondoskodik a hegesztőgép feléledéséről is, ha a kimeneti tartós rövidzár megszüntetjük.

A tirisztorvezérlő tápellátását transzformátoros tápegységgel oldottam meg, ez egyrészt a hálózattól való galvanikus elválasztás miatt szükséges, másrészt nem tartalmaz jelentős teljesítményt disszipáló ellenállásokat sem, ami a szűk doboz miatt szintén fontos szempont.

### A tirisztorvezérlő működése

Az áramkör részletes működését a 3. ábra kapcsolási rajzán követhetjük nyomon. Az áramjel-erősítő és különbségképző feladatokat az IC<sub>6</sub>, egy kettős műveleti erősítő látja el. A kapcsolás a teljeshullámú átlagérték-egyenirányítóhoz hasonlóan képezi a hibajelet, ami megjelenik a C<sub>35</sub> kondenzátoron. Az IC<sub>7a</sub> elválasztó erősítőt az IC<sub>7b</sub> szabályzóerősítő követi, amely a gyújtásszögvezérlő U<sub>cc</sub> bemenőjelet adja. A C<sub>33</sub> integrálókondenzátor kisütését az IC<sub>8c</sub>, az „eredmény” betöltését a C<sub>35</sub> tárolókondenzátorba az IC<sub>8d</sub> analóg kapcsoló végzi.

Az ívhegesztés során előforduló rövidzárlatos cseppátmenetek alatt IC<sub>8a</sub> a szabályzóerősítő bemenetét leválasztja a tárolókondenzátorról, így az a cseppátmenet alatt állandó értéken tartja a gyújtásszögvezérlő bemenőjelet,



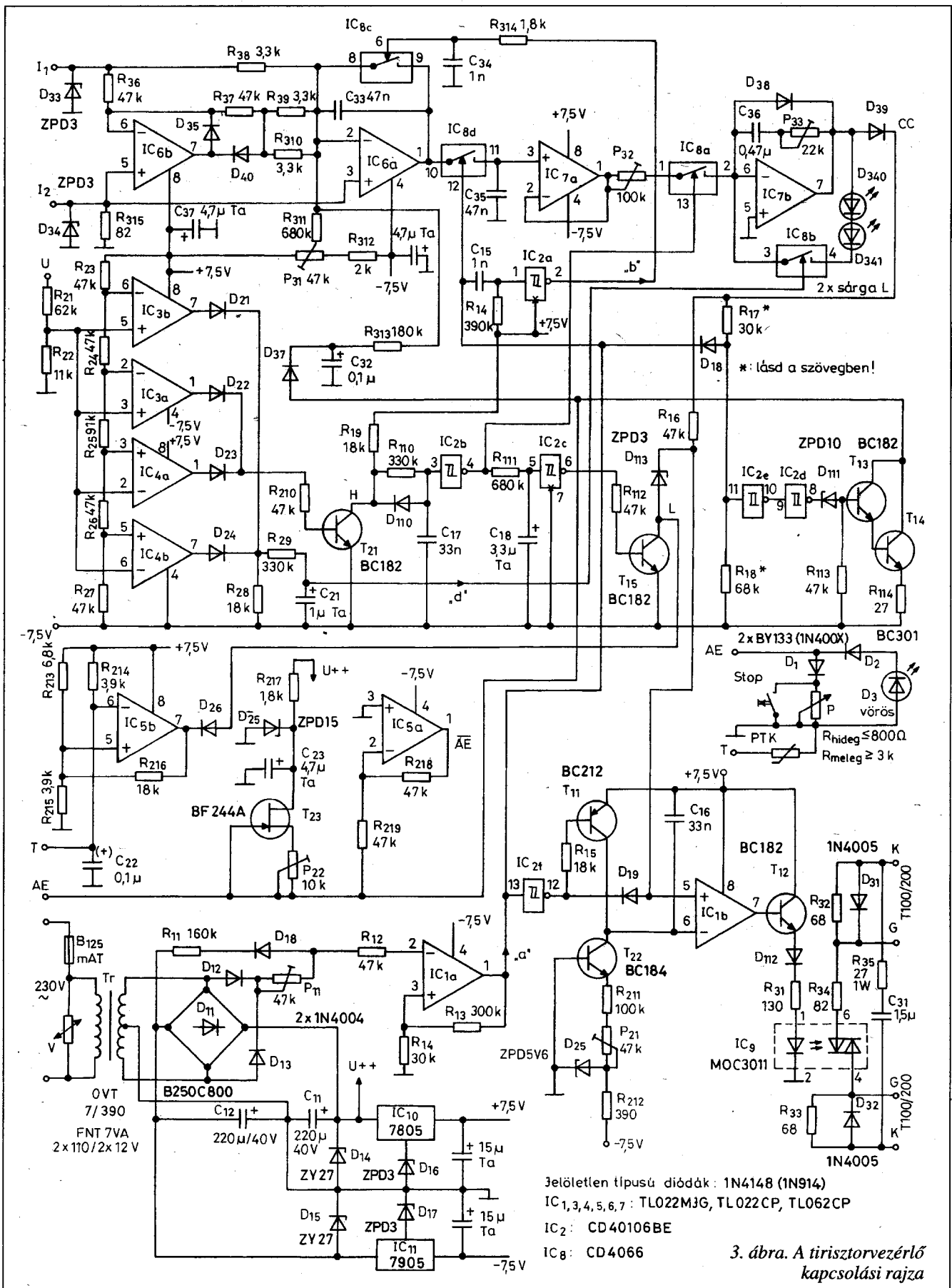
2. ábra. A tirisztorvezérlő tömbvázlata

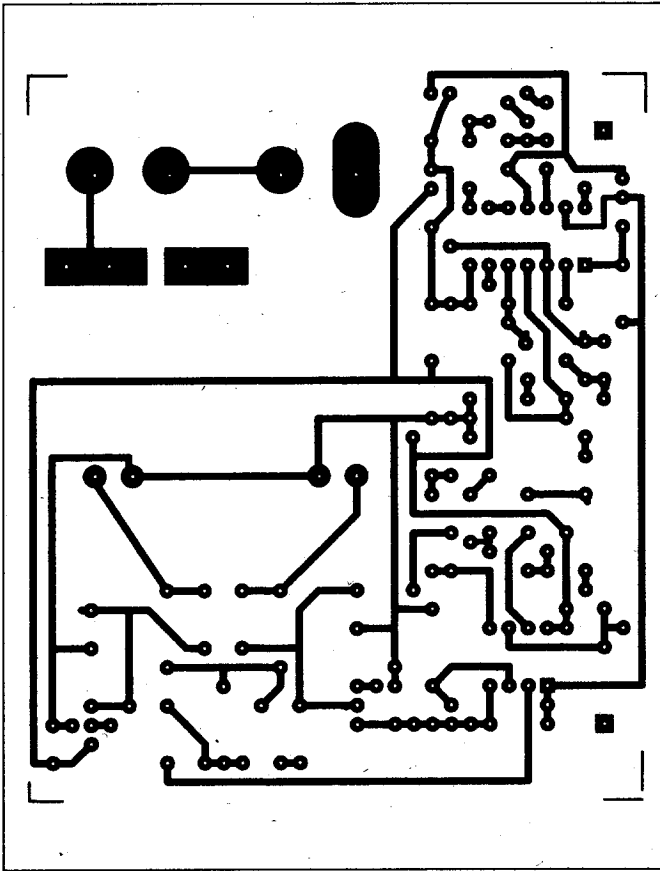
nem próbálja kiszabályozni a zárlati áramimpulzust. Ha a zárlati áramnövekedés sebessége túl kicsi, leragad az elektróda, mert a zárlat alatt megszűnik az ív hevítő hatása. Ha túl nagy a zárlati áramnövekedés, akkor felrobban a csepp, ez erős fröcskölésben jelentkezik.

Az IC<sub>8b</sub> bekapcsolja az áramkörbe D<sub>340</sub>-et és D<sub>341</sub>-et, amelyek IC<sub>7b</sub> kimenőfeszültségét korlátozzák. Az IC<sub>8a</sub> és

IC<sub>8b</sub> vezérlőjelét két ablakkomparátor képezi az elektródafogón megjelenő feszültségből. Az IC<sub>2b</sub> kapu rövid időre késlelteti az IC<sub>8a</sub> kapcsoló vezérlőjelét. Ha tartós zárlat keletkezik, kb. 4 s múlva IC<sub>2c</sub> kapu a T<sub>15</sub> tranzisztor nyitásával letiltja a kimenőáramot. Az IC<sub>8c</sub> kapcsoló b vezérlőjelét az IC<sub>2a</sub> kapu állítja elő IC<sub>1a</sub> a kimenőjeléből, amely a gyűjtőszögvezérlő szinkronjele és az áramhibajelző áramkört is vezéri.

Az IC<sub>1a</sub> komparátorként működik, a hálózati feszültség nullaátmenetei körül kb. 0,7 ms idejű pozitív impulzusokat képez. Ha a szabályozóerősítő kimenőjele túl nagy, az a impulzusok átbillentik az IC<sub>2e</sub> és IC<sub>2d</sub> kaput. Utóbbi nyitja a T<sub>13</sub>-T<sub>14</sub> Darlington-párt, amely negatív áramimpulzusokat küld az AE pontra a D<sub>2</sub> elválasztó diódán át csatlakozó vörös LED számára. Szintén az AE pontra csatlakozik a T<sub>23</sub> áramgene-





4. ábra. A W21-es nyák rajza

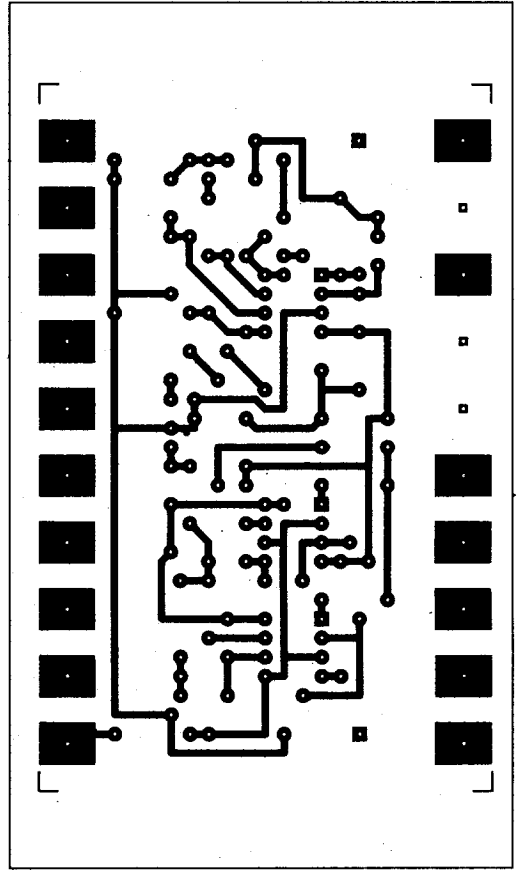
rátor is, amelynek árama a  $D_1$  diódán és a P árambeállító potencióméteren át záródik. A P potencióméteren megjelenő feszültség az áramalapjel, amely a  $D_{37}$  diódán és az  $R_{313}$  ellenálláson át jut el az  $IC_{6a}$  különbségképző integrátor invertáló bemenetére. A P potencióméter teljesen lecsavart helyzetében kialakuló minimális áram a  $P_{31}$  trimmerrel, a P végállásához tartozó maximális áram a  $P_{22}$ -vel állítható be. A szabályzó-erősítőt a  $P_{32}$  és  $P_{33}$  trimmerpotenciometerekkel állítjuk be.

A szinkronimpulzus időtartamának beállítóeleme a  $P_{11}$  potencióméter. A gyűjtőimpulzusokat a komparátorként működő  $IC_{1b}$  képezi a szabályozóerősítő kimenőjelének és a  $C_{16}$  kondenzátor fűrészfeszültségének összehasonlításával. A  $C_{16}$  kisütését a  $T_{11}$  tranzistor végzi, amelyet az  $IC_{2f}$  kapuval invertált szinkronimpulzus vezérel. A fűrészfeszültséget a  $C_{16}$ -on a  $T_{22}$  tranzistorral működő áramgenerátor hozza létre, a meredeksége a  $P_{21}$  trimmerrel állítható be úgy, hogy a legkésőbbi gyűjtőimpulzus kb.  $170^\circ$ -nál keletkezzen. Az  $IC_{5a}$  erősítő invertálja az alapjelet. A működés szempontjából nincs

szükség rá, de az áramkör tervezésénél még nem tudtam, hogy milyen polaritású alapjel fogja vezérelni a további fokozatokat és ezt a nyák-lemezt előbb készítettem el mint a többit, az esetleges átépítést pedig mindenképpen el akartam kerülni.

A tápegységben azért alkalmaztam az 5 V-os stabilizátor IC-k földelőkivezetésével sorbakötött  $D_{16}$ ,  $D_{17}$  Z-diódákat, mert nem volt 8 V-os stabilizátorom. A  $D_{14}$  és  $D_{15}$  Z-diódák, valamint a V varisztor szerepe a vezérlőáramkör védelme a hálózatról érkező zavarokkal szemben. Zavarvédelmi megfontolások alapján célszerűbbnek tűnik a stabilizátor IC-k helyett soros ellenállás és ZY7V5 típusú diódák alkalmazása, ez kevesebb alkatrészből áll és az áramfelvétel kicsi, ezért az ellenállások melegezése sem okoz gondot. A Z-diódák hatásosan elnyelik a tápfeszültségre szuperonáló zavarimpulzusokat is.

A megépített készülékben 0,375 mΩ-os árammérő söntöt alkalmaztam, így az alapjel 1 V-os változása kb. 50 A kimeneti áramváltozást okoz. A pontos érték a következő képlettel számítható ki:



5. ábra. A W22-es nyák rajza

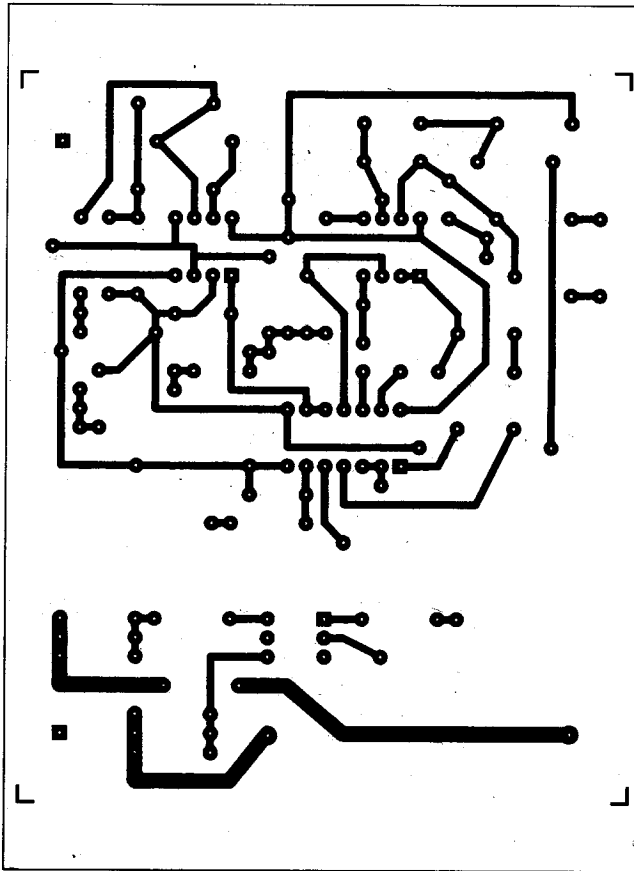
$$Y_{ki} = \frac{G_s \cdot R_{38}}{R_{313}} [S].$$

A képletben  $G_s$  az árammérő sönt vezetőképessége, esetünkben:

$$G_s = \frac{200 \text{ A}}{75 \text{ mV}}$$

Az  $R_{38}$ ,  $R_{39}$  és  $R_{310}$  ellenállásoknak, valamint az  $R_{36}$  és  $R_{37}$  ellenállásoknak azonosoknak kell lenniük. A szabályozás pontosságát kissé rontja, hogy a fáziseltolódás miatt az áramfelhullámok jelentős amplitúdójú szakasza esik a feszültség-nullaátmenet közelébe – ez a b impulzus ideje – amikor árammérés nincs, és ez a kieső szakasz a vezérléstől függően a feszültséggörbe mentén nem mindig azonos helyen jelentkezik.

A tapasztalatok alapján az eltérés nem zavaró. Csökkentéséhez az integrátort nem a hálózati feszültség nullaátmeneteihez, hanem az áramfelhullámokéhoz kellene szinkronizálni, ami lényegesen bonyolultabb vezérlőáramkört jelentene, vagy FET-bemenetű műveleti erősítőt alkalmazva az integráló és a tárolókondenzátor kapacitását



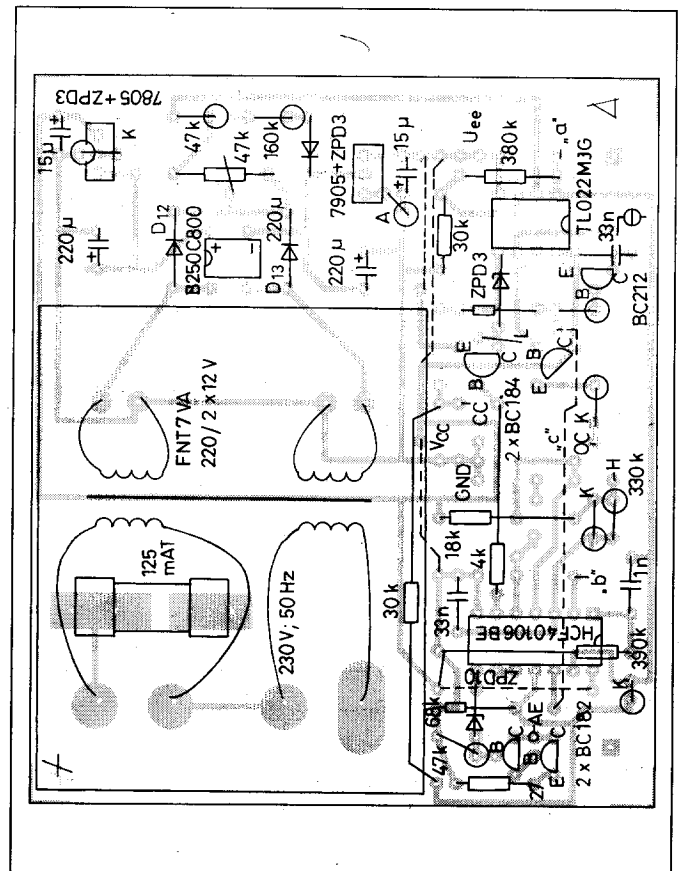
6. ábra. A W23-as nyák rajza

csökkentve az a és b impulzusok ideje is csökkenthető lenne. A műveleti erősítők bemenőárama miatt nem lehet túl kis értékű kondenzátorokat alkalmazni, a kimenőáramuk pedig megszabja a kondenzátorok feszültségváltozási sebességét, ami viszont az impulzusidők minimális értékét korlátozza.

A trafóba épített 120 °C-os PTK termisztor látja el a termikus védelmet. Az ellenállás növekedése esetén IC<sub>5b</sub> letiltja a kimenőáramot.

### Megépítés

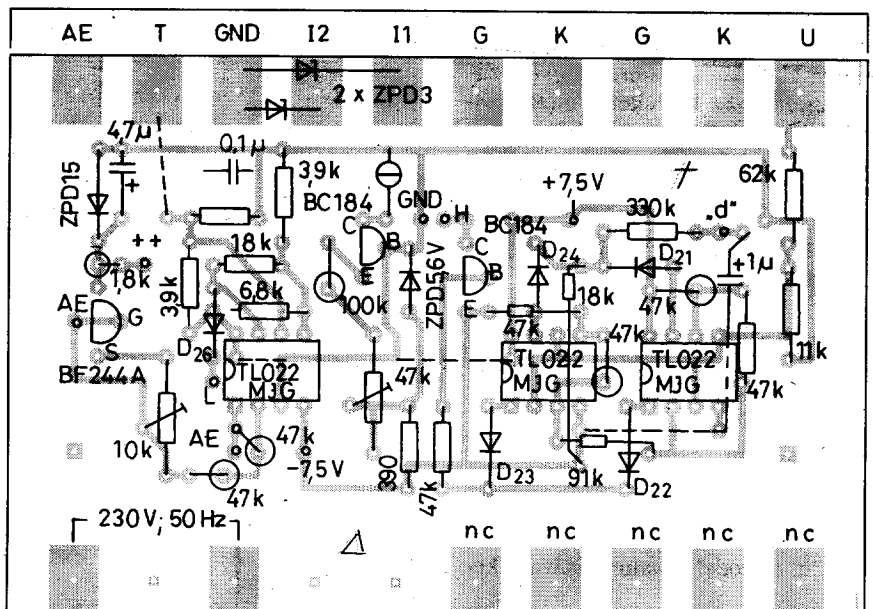
A vezérlőáramkört három önálló nyák-lemezre terveztem (4., 5., 6. ábrák). Az áramkör megépítését célszerű a tápegységgel kezdeni és a többi részt csak ennek megfelelő működése esetén a 7., 8., és a 9. ábrák szerint beültetni, majd a feliratoknak megfelelően az azonos pontokat összekötni. A vezérlőt egy műanyagdobozba építettem. A nyák-lemezek méretei is ehhez alkalmazkodnak. A panelek elhelyezéséről a dobozban a 10. ábra nyújt tájékoztatást. A biztosító, a varisztor, a D<sub>14</sub>, D<sub>15</sub> Z-diódák, az R<sub>14</sub> ellenállás, a T<sub>14</sub>



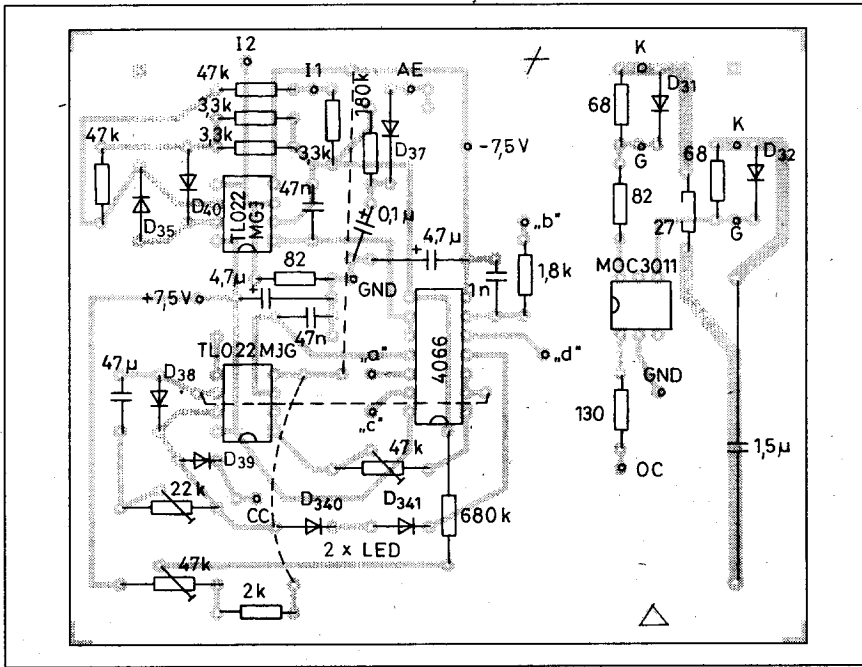
7. ábra. A W21-es nyák beültetési rajza

transzisztor valamint a C<sub>21</sub> kondenzátor a fóliaoldalon lett beforrasztva. A nem polarizált kondenzátorok C233X, vagy hasonló méretű, műanyag dielektrikumúak lehetnek, a C<sub>22</sub> lehet tantál is. Az

R<sub>36</sub>...R<sub>39</sub> ellenállások maximum 2% tűrésű, 0,25 W-os típusok. Az R<sub>16</sub> és az R<sub>112</sub> ellenállás a mintakészülékben 46,4 kΩ-os. Az alkatrészek beültetése, a panelek összekötése után először el-



8. ábra. A W22-es nyák beültetési rajza



9. ábra. A W23-as nyák beültetési rajza

rülhető a beállítások közben fellépő tűzveszély, az UV-ártalom, hiszen a hegesztőpajzs mögül nem tudjuk a műszereket leolvasni és a kezelőszerveket állítani, a környezet pedig visszatükrözi az ív sugárzását, a hálózatot sem szennyezzük nagy transziens áramlökésekkel, elkerülhetjük a drága félvezetők pusztulását.

A modelláramkör feszültségárainyai megfelelnek a modellezett áramkör feszültségárainyainak. A valódi hegesztőáramkörben előforduló feszültségek nem jelentenek komoly veszélyt a megfelelő védőfelszerelések használata esetén, de hozzájuk képest elhanyagolhatóak a nyitott félvezetők feszültségesei, ezért az áramköri modell feszültségléptékét egységnyire választottam. A számítógépes szimulációt

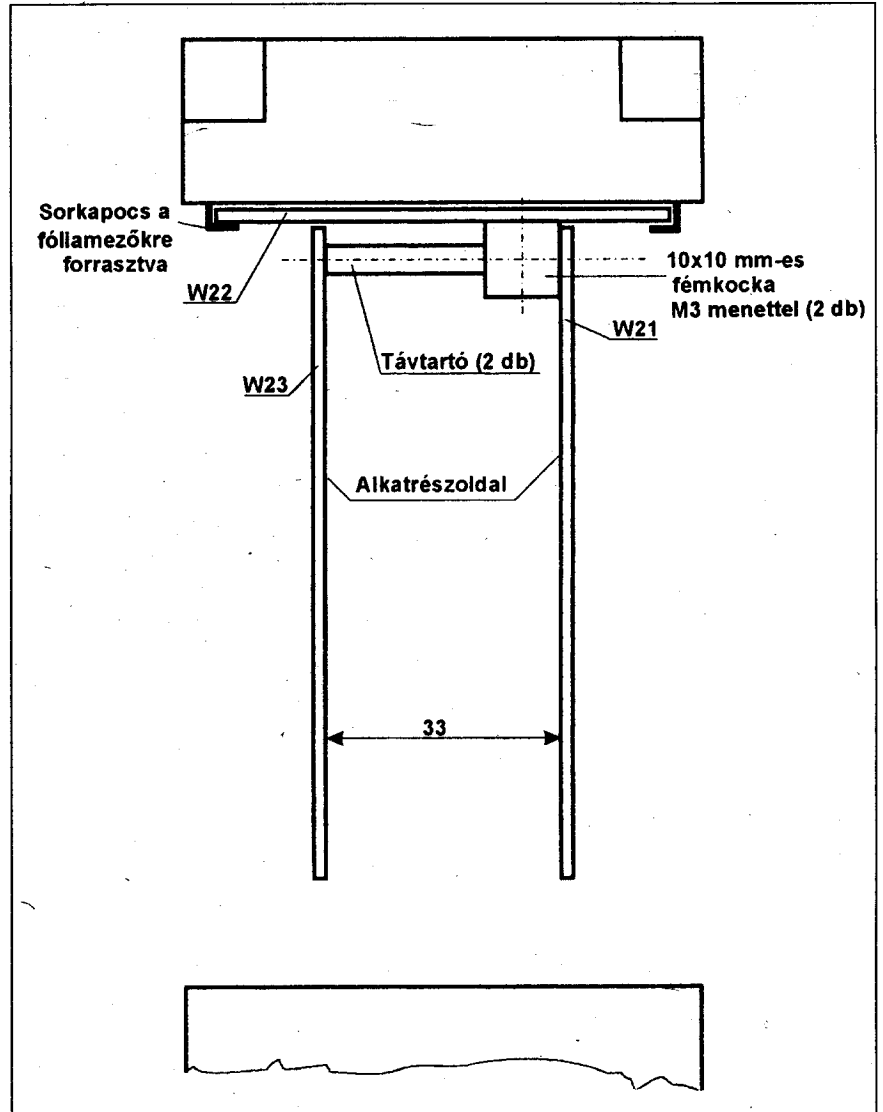
lenőrizzük a tápfeszültségeket, majd oszcilloszkópot kapcsolva az IC<sub>1a</sub> kimenetére P<sub>11</sub>-gyel állítsuk be az a jelet kb. 0,7 ms-ra és ellenőrizzük a b jelet is. Az oszcilloszkópot célszerű a hálózati feszültséghez szinkronozni. A P külső árambeállító potenciométer lecsavart helyzetében P<sub>31</sub>-gyel állítsunk be IC<sub>6a</sub> kimenetén 0 V-ot. P<sub>32</sub> és P<sub>33</sub> legyen kb. középállásban. Állítsuk be a C<sub>16</sub>-on megjelenő főrészelet úgy, hogy kb. 170°-nál érje el a 0-vonalat. Az R<sub>17</sub>, R<sub>18</sub> ellenállásokat úgy kell beállítani, hogy az IC<sub>2e</sub> átváltson az a impulzus alatt, ha IC<sub>7b</sub> kimenőjele nagyobb, mint a folyamatos vezetéshez szükséges érték.

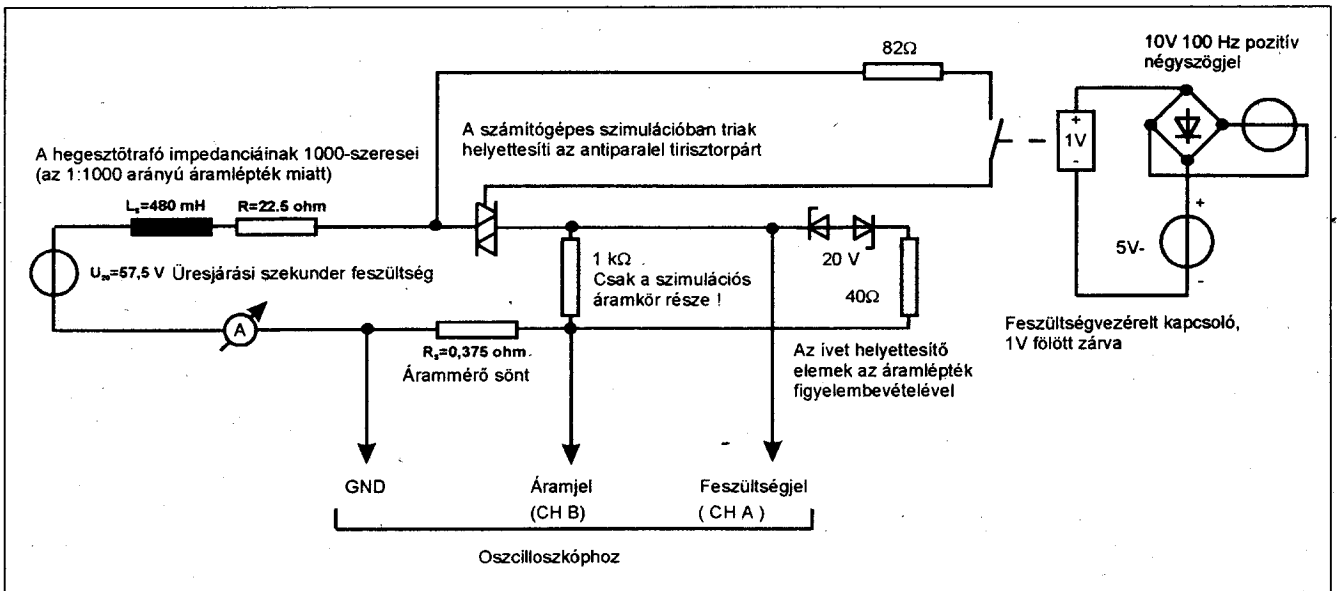
Az ablakkomparátorok és a hozzájuk csatlakozó késleltető áramkörök helyes működését az U bemenetre adott változtatható feszültséggel ellenőrizzük.

### Áramköri modell, szoftveres szimuláció

Fentiek elvégzése után a tirisztorvezérlő beállításához célszerű elkészíteni egy áramköri modellt, amelynek az *Electronics Workbench 4.0*-ás szoftverrel készült szimulációját a 11. ábrán láthatjuk. A szimuláció 90°-os gyújtáskésleltetés és maximális kimenőáram-terhelés figyelembevételével készült. A modell alkalmazásával elke-

10. ábra. A tirisztorvezérlő összeállítása





11. ábra. A szimulált áramkör kapcsolási rajza

óban ezért az erősáramú részt tápláló generátor feszültsége azonos a hegesztőtrafó szekunder üresjárási feszültségével, illetve az áramköri modellben elhelyezett trafó szekunder feszültségével. Az ívkarakterisztikát a hegesztőgépek vizsgálatánál a következő egyenlettel veszik figyelembe:

$$U [V] = 20 V + 0,04 \Omega \cdot I [A]$$

Ennek megfelelően az ívet helyettesítő áramköri részletben 20 V-os Z-diódák szerepelnek, lehetnek pl. a ZX sorozat tagjai, természetesen a megfelelő hűtőbordára szerelve. A választott áramlépték 1:1000 arányú kicsinyítés. Ennek alapján a modell impedanciái a valóságos értékek 1000-szeresei. A generátorimpedancia összetevői ezért az 1. ábrán látható szekunder oldalra redukált értékekből 1000-rel való szorzással kaphatók meg. A teljes áramkörben szerepel még az árammérő sönt és az ívkarakterisztika helyettesítésében előforduló 40 mΩ-os tag is, ezeket szintén 1000-rel kell szorozni.

Az áramkörben látható 1 kΩ-os ellenállás nem része a modelláramkörnek és természetesen a valódi hegesztőgépben sem fordul elő ennek megfelelő alkatrész, ugyanis az ívet számottevően söntölő ellenállás kifejezetten rontja az ívstabilitást. Szerepe a lezárt tirisztor(pár) szivárgóáramának „eltüntetése”, így az oszcilloszkóp feszültségjele megfelel a valódi hegesztőgép esetén látható alaknak (12. ábra). Az ívben ugyanis az áram-nullaát-

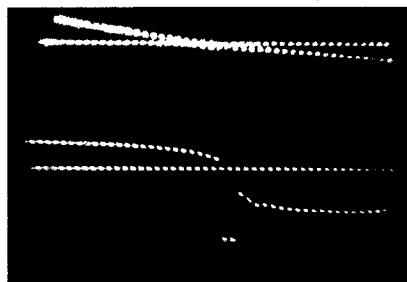
menet után magas hőmérséklete és vegyi összetétele miatt jól vezető ionizált gáz marad vissza, amelyen a tirisztorok szivárgóáramánál lényegesen nagyobb RC védőtag árama sem képes számottevő feszültséget ejteni. Itt jegyzem meg, hogy az elektróda-bevonatból fejlődő gázok teszik lehetővé, hogy az újragyújtás az ívfeszültség kb. kétszeresének megfelelő gyújtófeszültség esetén biztonságosan megtörténjen. Bevonat nélküli rézelektrodák esetén 350 V fölötti gyújtófeszültségre volna szükség a szokásos kézi ívhegesztés áramtartományában! Ugyancsak a bevonat összetétele magyarázza, hogy a régebbi bázikus bevonatú elektródák nem használhatók váltakozó áramon.

Az alkalmazott szoftver lehetőségei miatt a segédtriakot egy feszültségvezérelt kapcsoló helyettesíti az ábrán, amelynek vezérlőjele egy 10 V-os kétoldalasan egyenirányított négy- szögfeszültség és egy 5 V-os egyenfeszültség soros eredője. Amikor a négy-

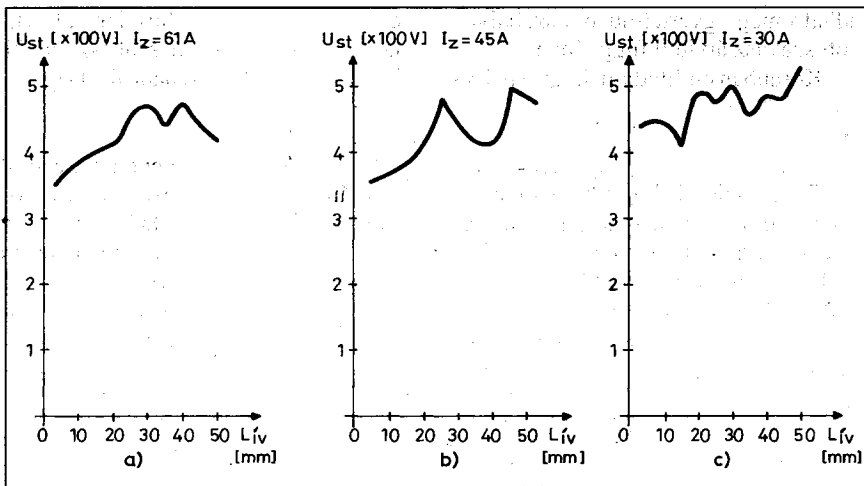
szögjel pillanatértéke 0, az eredőjük 5 V, így az 1 V-os érzékenységtű kapcsoló vezet.

Amikor a négy- szögjel pillanatértéke 10 V, a soros eredőjük -5 V, ilyenkor a vezérelt kapcsoló nyitott. A négy- szögjel szinkronban van az erősáramú rész tápfeszültségével, kitöltési tényezője változtatható. Ennek megfelelően a vezérelt kapcsoló a periódusidő egy részében vezet. Pl. 25 %-os kitöltési tényező esetén a nullaátmenet után 2,5 ms-tól a félperiódus végéig a kapcsoló vezet, ami megfelel a valódi áramkörben 45°-nál bekövetkező gyújtóimpulzusnak.

A 12. ábra a 8 mm átmérőjű rézelektrodák között levegőben égő ív áram-nullaátmeneteit mutatja. A feszültség 200 V/osztás, az idő 100 ms/osztás léptékű, az áramléptéket sajnos nem tudom megadni. Az ábra 61 A-es effektív rövidzárási áramnál és 50 mm-es ívhossznál készült. A vizsgálóáramkör az alkatrészek ellenállásán kívül egyéb ellenállást nem tartalmazott, tehát a rövidzárási áram fázisszöge gyakorlatilag 90° volt. Az ív egy belül 12 mm átmérőjű lyukkal ellátott, 2 mm vastag, kb. 40 mm külső átmérőjű rézkorongokból 2 mm térközökkel felépített oszlop belsejében égett a nagyobb ívhossz esetén elkerülhetetlen lobogás megakadályozása miatt (falstabilizálás). Az áramkörben gyakorlatilag folyamatos volt az áramvezetés. A táptranzformátor üresjárási feszültsége a 61 A-es mérések alatt kb.



12. ábra



13. ábra. Az újragyújtó-feszültség maximuma az ívhossz függvényében

440 V, a 30 A-es méréseknél kb. 660 V volt. A felvételen jól látható, hogy az áram-nullaátmenet után a következő félperiódus elején az ívfeszültség 350 V fölötti értékre ugrik, és csak kb. 100...200 ms múlva esik le a félhullám további részében már viszonylag keveset változó értékre. A 13. ábra diagramjai az újragyújtási feszültséget ábrázolják az ívhossz függvényében. Látható, hogy az újragyújtási feszültség az ívhossz növelésével csak mérsékelten emelkedik, tehát nagy része nem az ívoszlopra, hanem a polaritásváltás utáni katódvezetetre esik. A görbékét a kézi ívhegesztés 2...4 mm-es elktrodátávolságára extrapolálva kb. 350 V-ot kapunk. Ilyen nagyságrendű gyújtófeszültséget a kézi ívhegesztésnél alkalmazott trafók nem adnak, ez magyarázza a csupasz elektródák használhatatlanságát váltakozóáramon. Összehasonlításképpen: a leírásban szereplő hegesztőgéppel kb. 64 A-es ívben szénelektrodák esetén egyáltalán nem volt újragyújtási feszültségcsúcs, a feszültséggörbe jellege megegyezett a Z-diódás áramkör illetve ennek számítógépi szimulációjánál kapottal. 2 mm átmérőjű ER21-es elektródával hegesztve az újragyújtási feszültségimpulzus kb. 50 V amplitúdójú és a félperiódus idejéhez képest elhanyagolhatóan rövid volt. A rézelektrodás méréseknél az áramjel sajnos „kiszórósódott” a nagyfrekvenciás áramkomponensek miatt. A méréshez ugyanis tekercselt tollellenállással beállított söntöt kellett használnom. Az ábrákon így nem látható a nullaátmenet utáni kritikus időszak árama, amikor eldől, hogy a kö-

vetkező félperiódusban kialszik vagy kigyullad az ív.

Az áramkörmodell inaktív összevetőjét a trafó rövidzárási méréseivel meghatározható szórási reaktanciájából – a szekunderre redukált érték – kell az áramlépték alapján kiszámítani. Megvalósításához olyan trafótekerccset használjunk, amely legalább az üresjárási feszültség kétszeresének megfelelő menetszámú, huzalátmérője a modell áramának megfelelő, a szükséges induktivitást pedig a légrés beállításával érjük el. A kétszeres feszültséghez tartozó menetszám a vas mágneses nemlinearitását csökkenti le. A hegesztőtrafókban a szórási mező jelentős légrést tartalmaz, illetve teljesen a levegőben alakul ki. Természetesen a modelláramkörben a fojtó ohmos ellenállását és a Z-diódák differenciális ellenállását is figyelembe kell venni.

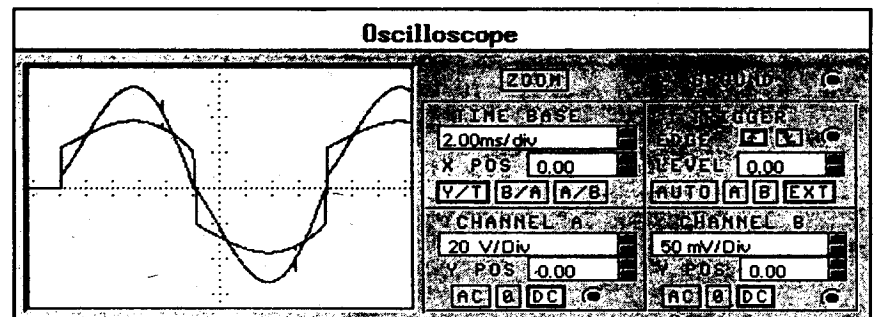
### Élesztés

Kapcsoljuk össze a vezérlőt az áramköri modellel, a termisztoros védelem T kapcsát zárjuk rövidre a föld-

lőponthoz. Helyezzünk el az áramkörben egy kapcsolót sorosan úgy, hogy nyitott állapotban az U bemeneti jelenjen meg az üresjárási feszültség, egy másikat pedig úgy, hogy rövidre zárhassuk a 2 db Z-diódát és a – valóságban 40 mΩ-nak megfelelő – 40 Ω-os ellenállást.

Kapcsoljunk oszcilloszkópot az árammérő söntre. Ha kétsugaras szkópunk van, a másik sugarat kapcsoljuk az U bemenetre. A tápfeszültségek bekapcsolása után a kimeneti áramnak P-vel szabályozhatónak kell lennie megugrás, felakadás nélkül. Előzőleg ellenőrizzük P csúszkájának érintkezési folytonosságát! Megszakadása esetén az áramjelerősítő túlvezérlődik és az áramkör maximális kimeneti áramra kapcsol. Az oszcilloszkópon látható ábrák értékelésénél vegyük figyelembe, hogy a tirisztorok kikapcsolt állapotában is kapunk feszültséget a tirisztorvédő RC tag miatt (14. ábra). A szabályozókör tranzienis viselkedésének beállításához ideiglenesen zárjuk rövidre az árammérő sönt egy részét, vagy kapcsoljunk párhuzamosan vele olyan ellenállást, hogy az új eredő kb. 20...40 %-kal kisebb legyen. Ha hirtelen csökkentjük a söntöt, a szabályozó az új söntön is a korábbi beállításnak megfelelő feszültséget hozza létre, ez megfelel a kimeneti áram növekedésének. Az oszcilloszkópon az áramjel burkológörbéje hirtelen csökken, majd a tranzienis folyamatok lejátszódása után visszaáll kb. a korábbi értékre. Azért nem pontosan, mert az új vezérlési állapotban megváltozik az áramgörbe alakja is, a szabályozó pedig a középértéket igyekszik stabilizálni, nem a csúcserteket, de ennek most nincs túl nagy jelentősége.

A P<sub>32</sub> és P<sub>33</sub> potenciométerekkel állítsuk be a lehető leggyorsabb, de túllövésmentes állapotot. A szabályozási rendszerekkel kapcsolatban korábban



14. ábra



említettem a szabályozás típusának kiválasztási szempontjait. A hurokátviteli függvény kialakítását a PI szabályozó megfelelő beállításával érhetjük el. A szabályozókör pontos matematikai tárgyalását a következő okok nehezítik: az AC szaggató, a trafó és az áramjel-feldolgozás eredő átviteli függvénye, bonyolult többváltozós függvény. Ha a terhelés tisztán induktív, az AC szaggató gyújtásszög-kimenőáram függvénye a következő:

$$I/I_0 = \sin \alpha + (\pi - \alpha) \cos \alpha,$$

szemben a tisztán ohmos terhelésre vonatkozó

$$I/I_0 = (1 + \cos \alpha)/2$$

kifejezéssel. Itt  $I_0$  a teljes vezetés esetén kialakuló áramot jelenti. Mindkét esetben a függvény a  $90^\circ$ -os értéknél a legmeredekebb, azonban a meredekség a tiszta induktív esetben  $\pi$ -szerese az ohmos terhelésre érvényes értéknél. A terhelőáramkör tényleges fázisszöge a két határ közötti tartományban üzem közben változik. A teljes vezetéshez tartozó áram szintén a terhelés nagyságától és fázisszögétől függ, ezért nem

adható meg egyértelműen a szabályozott szakasz átviteli függvénye.

Korábban említettem, hogy a tirisztorvezérlés és áramjelfeldolgozás folyamatát sem lehet pontosan szétválasztani holtidős és időfüggetlen tagokra. Ez azt jelenti, hogy ha a gyújtásszögvezérlő bemeneti jele hirtelen új értékre ugrik, ennek hatása csak a következő tirisztorgyújtás után érvényesülhet. Az időkésés értéke az éppen vezető tirisztor kialakásától a lehetséges legkésőbbi gyújtási időpontig változhat. Az új vezérlési állapotban sem kapjuk meg azonnal az áramjel új értékét, mert a hálózati feszültség félperiódusának első részében a régi, a második részében az új gyújtásszögnek megfelelően alakul ki az áramjel. Az új áramjel tehát egy változó késéssel követi a vezérlés változásait, szemben az ideális holtidős taggal.

Az említett okok miatt a szabályozóerősítő paramétereit kísérleti úton célszerű beállítani az alábbiak szerint: a  $P_{32}$  potencióméter egyaránt befolyásolja az integráló szakasz időállandóját és az arányos szakasz erősítését. Ha utóbbi túl nagy, az áramjel burkológörbéje jelentős túllendüléssel áll vissza az

eredeti értékre a sönt hirtelen változtatásánál. Az integráló szakasz túl kis időállandója hasonló hatású. Ha a beállási folyamat túllövésmentes, de lassú,  $P_{32}$  csökkentésével gyorsítani kell a szabályozást. A  $P_{33}$  potencióméter csak az arányos szakasz erősítését és a felső törésponti frekvencia helyét befolyásolja. A túllövési hajlam csökkentésére  $P_{33}$  értékét csökkentjük, majd próbálkozunk  $P_{32}$  csökkentésével is. Az átviteli függvények korábban említett tulajdonságai miatt a működést ellenőrizni kell a teljes vezérlési tartományban. A mintakészületben  $P_{32}$  értékének  $63,7 \text{ k}\Omega$ ,  $P_{33}$ -nak  $10,2 \text{ k}\Omega$  adódott.

A sönt egy részének ki-be kapcsolása hasonló hatású, mint a valódi áramkörben az ívfeszültség változása, de ennek utánzásához a modelláramkörben a Z-diódákat kellene két vagy több csoportra osztani, ami nehezebben valósítható meg. Utánozzuk a cseppátmeneti zárlatot a Z-diódák rövidre zárásával, az ívgyújtást a soros kapcsoló ki-be kapcsolásával. Ha kb.  $38 \text{ mV}$  söntfeszültségnél nagyobb áramot állítunk be, megfigyelhető az indulóáram-korlátozó működése: az első néhány áramfélhullám amplitúdója

## NEDIS ON-LINE

The image shows a collection of CD-ROMs and screenshots from the NEDIS Online website. The website interface includes a search bar, navigation menus, and product listings. One prominent screenshot shows a table of prices for different CD-ROMs:

Ár	Leírás
2.000 Ft	1 CD-ROM
2.000-10.000 Ft	2-3 CD-ROM
10.000-20.000 Ft	4-5 CD-ROM

Other screenshots show sections for 'Újdonságok' (New arrivals) and 'ISDN telefonok' (ISDN phones).

A NEDIS Kft bevezette a 24 órás rendszert, amely lehetővé teszi a CD-katalógus megtekintését és megrendelését az aktuális CD katalógusunk adatbázisaink alapján összeállított megrendelési lapunk segítségével. A megrendelési lapunk költségkímélő és időtakarékos feladására alkalmas. A NEDIS irodájában lévő szerverrel létesített direkt kapcsolatunkon keresztül, vagy az INTERNET-en keresztül a <http://www.hqnedis.hu> címen található ON-LINE alkatrészboltunkon keresztül a hét minden napján 24 órájában juttathatja el hozzánk megrendelését. A megrendelés feltételeit és részletes ismertetőit a honlapunkon vagyunkat kérésére megtekintheti.

**HQ & NEDIS KFT**  
**AZ ÖN PARTNERE 2000-BEN**

**HQ & NEDIS Kft**

**Budapest 1191 Corvin Krt 7-11**

**Tel : 282-9880,81,82,83 • Fax : 282-9880**

**INTERNET : [http:// WWW.HQNEDES.HU](http://WWW.HQNEDES.HU)**

**Rendelés E-MAIL : [nedis01@mail.datanet.hu](mailto:nedis01@mail.datanet.hu)**

2. táblázat. Áramalapjel-kimenőáram függvények, szénelektrodák között égb ívvel

U <sub>A</sub> [V]	I <sub>AV</sub> [A]	I <sub>RMS</sub> [A]	k <sub>F</sub>	Y <sub>ki</sub> [S]
1,0	36	60	1,66	49,6
1,5	60,8	95	1,56	51,8
2,0	86,7	120	1,38	46,6
2,5	110	140	1,27	54,0
3,0	137	160	1,17	

az állandósult érték alatt marad, majd növekedés után stabilizálódik. Ha ennél kisebb áramot állítottunk be, a stabil állapot felülről áll be, a PI szabályozókor korábban említett hatása miatt. A megfelelő tranziens viselkedés elérése után a minimális áramnak megfelelő söntfeszültséget – mikor P minimumon van – P<sub>31</sub>-gyel, a maximális áramnak megfelelőt – P maximumon van – P<sub>22</sub>-vel állítjuk be. Ezután a vezérlőt összekapcsolhatjuk a hegesztőtrafóval.

Ha nincs megfelelő termisztorunk, a T kapcsolót zárjuk rövidre a földponthoz. Ebben az esetben is célszerű megépíteni ezt az áramköri részletet, mert a szükséges termisztor később is beszerezhetjük, alkalmazása viszont jelentősen növeli gépünk biztonságát.

Ha rövidrezárt kimenettel szeretnénk mérni, akkor az U bemenetre kapcsoljunk kb. 24 V-ot pl. pákatrafóról, ellenkező esetben a leragadás elleni védelem letiltja a kimenőáramot. A modelláramkör helyes megépítése esetén semmilyen további beállításra nincs szükség.

Amennyiben a leírtól jelentősen eltérő transzformátort vagy söntöt használunk, az áramjel-erősítőt az alábbiak szerint kell módosítani:

$$\frac{U_s}{R_{38} \cdot C_{33}} \cdot 10 \text{ ms} = 4 \dots 5,5 \text{ V.}$$

A képletben U<sub>s</sub> a söntön megjelenő feszültség középértéke a legnagyobb hegesztőáramnál. R<sub>38</sub> = R<sub>39</sub> = R<sub>310</sub>. Az R<sub>313</sub> kiszámítása a már korábban ismertetett összefüggés alapján:

$$R_{313} = \frac{G_s \cdot R_{38}}{Y_{ki}},$$

ahol Y<sub>ki</sub> az 1 V-os alapjelváltozáshoz tartozó kimenőáram-változás.

3. táblázat. Áramalapjel-kimenőáram függvények, rövidrezárt kimenettel

U <sub>A</sub> [V]	I <sub>AV</sub> [A]	Y <sub>ki</sub> [S]
0,0	9,33	54,9
0,5	36,8	51,7
1,0	62,7	52,9
1,5	89,1	57,0
2,0	117,6	55,0
2,5	145,1	52,2
3,0	171,2	51,2
3,5	196,8	50,2
4,0	221,9	49,0
4,5	246,4	

A minimális áramot célszerű az alkalmazott legvékonyabb elektroda alsó áramhatára alá állítani, mert így lehetőségünk van a hegesztőáram gyors megszakítására. A PI szabályozó ugyanis az ív nyújtása ellenére igyekszik fenntartani a beállított áramot és a végkráter feltöltése miatt sem célszerű az ív lobogása kialakulás előtt. Ha a gépünket 230 V-ról és 400 V-ról is szeretnénk üzemeltetni, akkor a primer tekercset úgy célszerű kialakítani, hogy a szekunder üresjárás feszültség és az erre az oldalra redukált rövidzárási impedancia közel azonos legyen mindkét primer feszültségre kapcsolás esetén, így a szabályozókörben nincs szükség átkapcsolásra. A vezérlőáramkör tápfeszültségének a primer feszültséggel azonos fázishelyzetűnek kell lennie, ezért nem célszerű azt a primer tekercs megcsapolásáról venni, hanem átkapcsolható primer tekercsű transzformátort kell használni. A primer tekercs különböző részei ugyanis eltérő mágneses csatlásban vannak a szekunder tekercssel, ezért a szekunder oldali terhelőáram hatására a 230 V-os tekercsrészre eső feszültség fázishelyzete eltolódik a 400 V-os teljes primer feszültséghez képest. A primer tekercs átkapcsolását természetesen úgy kell kialakítani, hogy a nem használt csatlakozó minden üzemi áramot szállító pólusa feszültségmentes legyen.

## Mérési eredmények

A mért áramalapjel-kimenőáram függvények a 2. és a 3. táblázatban láthatók. A táblázatokban a következő rövidítéseket alkalmaztam: U<sub>A</sub>; alapfeszültség, I<sub>AV</sub>; a szekunderáram abszolút értéke, I<sub>RMS</sub>; a szekunderáram effektív értéke, k<sub>F</sub>; formatényező, a szekunderáram effektív értékének és abszolút értékének hányadosa, Y<sub>ki</sub>; a kimenetiáram-változás és az alapjelváltozás hányadosa. A szénelektrodás mérések értékelésekor tapasztalható a kimenőáram formatényezőjének jelentős növekedése a kisebb áramú beállításokban, ami a növekvő gyújtáskésleltetés következménye. A hegesztőgép teljesítménytényezője javítható a primer tekercsel párhuzamosan kapcsolt fázisjavító kondenzátorral, amely egyben csökkenti az impulzusszerű áramtranziensek hálózatra gyakorolt hatását. A mérési eredményekből látható, hogy az áramalapjel-kimenőáram függvény nem állandó a teljes szabályozási tartományban. A gyakorlati tapasztalatok alapján ez a nemlinearitás elfogadható. A rövidrezárt kimenethez tartozó mérések a minimális kimenőáram beállítása után történtek, ezért különböznek az azonos U<sub>A</sub> alapjelhez tartozó áramértékek. Az ívstabilitás – elsősorban kis hegesztőáramoknál – elvárható, ha az antiparalel tirisztorpárral párhuzamosan kapcsolunk egy fojtótekercset, amelyen rövidrezárt kimenet esetén kb. 10...15 A áram képes átfolyani, ez ugyanis segít fenntartani az ívcsatornában az ionizációt a tirisztorok kikapcsolt állapotában. A tirisztorpárral párhuzamos RC tagra a feszültségérzékelő komparátorok helyes működése miatt akkor is szükség van, ha nélküle nem következne be nemkívánatos gyújtások az áram-nullaátmenetek után. A megépítéshez és a használatához sok sikert kívánok!

## Irodalom

1. Mednyánszky L.: A hegesztőtranszformátor titkai. Rádiótechnika 1998/6.
2. Mednyánszky L.: Ismét a hegesztőtranszformátorok titkairól. Rádiótechnika 1998/9.
3. Dr. Csáki F. – Dr. Ganszky K. – Ipsits I. – Marti S.: Teljesítményelektronika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976.
4. Dr. Csáki F. – Bars R.: Automatika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.
5. Dr. Tuschák R.: Folyamatszabályozás, BME jegyzet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1977.
6. Dr. Gremsperger G. – Marti S. – Dr. Rejtő F.: Ivhegesztő áramforrások, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.
7. Dr. Baránszky-Jób I. szerk.: Hegesztési-kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985.
8. Vízkelety K.: Ivhegesztés, MK, Budapest, 1983.
9. Kristóf Cs.: Barkácshegesztés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.
10. Lóska P.: Tirisztoros kapcsolástechnika, RT évkönyvek.

# A memóriaáramkörök fejlődése, új típusai 2.

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök, GAMF

*A memóriaáramkörök fejlődését bemutató cikk első részét az 1999-es Évkönyvben tanulmányozhatták a Kedves Olvasók. Az első rész egy rövid általános bevezető után az írható/olvasható memóriák (RAM-ok) fő típusait, új megoldásait tekintette át. Ez a második rész az első folytatásaként a PC-k RAM-igényét elemzi, majd a csak olvasható (ROM) változatok bemutatása következik. A ROM-típusok mindegyikére érvényes, hogy nemillanó memóriák, azaz tartalmukat tápfeszültség nélkül is megőrzik. Sajnos azonban a számítógép, a CPU normál működése során csak olvasni képes ezeket.*

## 5. A PC RAM-igénye

A RAM-ok legnagyobb felhasználói közé tartoznak a számítógép-gyártók: a RAM IC-k többsége a munkálomásokba és PC-kbe kerül. Mivel az SRAM, DRAM változatok áttekintése során sokszor utaltunk a PC memóriaigényére, a következőkben erről a témakörrel adunk egy kis összefoglalót.

A PC alaplapon ma már meglehetősen összetett struktúrájú áramköri rendszer. A különféle egységek működési sebessége, szóhosszúsága eltérő lehet még ugyanabban a számítógépben is. Többnyire a következő buszrendszerket lehet megtalálni egy PC-ben:

- **Processzorbusz, CPU busz.** A legnagyobb sebességű busz a PC-ben, ezen valósul meg a mikroprocesszor és közvetlen környezete (pl. chip-set) közötti információforgalom.
- **Cache-busz.** A gyorsítótárat kezelő busz, nagy adatsebességre tervezik. A régebbi alaplapon a Cache memóriát a fő memóriát is kezelő memóriabuszhoz csatlakoztatták, de a korszerűbb megoldás az elkülönített buszrendszer.
- **Memóriabusz.** Gyakran elkülönítve építik ki, csak a fő memóriát, a mikroprocesszort és a chip-set elemeit kapcsolja össze – sok alaplapon a processzorbusz és a memóriabusz azonos kialakítású, esetleg közös buszrendszer.
- **Lokális bemeneti/kimeneti busz.** A számítógépben használt nagyse-

bességű kiegészítő elemeket köti össze a chip-set áramköreivel, a memóriával és a processzorral – erre a buszra szokás telepíteni pl. a videokártyát, a mágneslemez-meghajtókat, a nagysebességű hálózati csatlókat. A lokális buszra több szabványos kialakítás is használatos (pl. VESA, PCI).

- **Standard bemeneti/kimeneti busz.** A standard bemeneti/kimeneti busz a lassúbb perifériákat szolgálja ki. Ide csatlakozik pl. az egér, a modem illesztő, a hangkártya, a lassú hálózati csatlókártya. A mai PC-kben ez többnyire ISA szabványú.

A buszok különféle adatsebességgel, eltérő adathosszúsággal működhetnek. Az adatsebességet (amint ezt már említettük is), az angol nyelvű szakirodalom a legnagyobb adatmozgatási frekvenciával jellemzi, s a sebesség mértékegységeként ilyenkor a MHz szerepel. Az adat hosszúságát is figyelembe vevő adatátviteli sebességet pedig általában sáv szélességnek nevezik (bandwith) és MByte/s vagy Mbit/s egységben adják meg. Ugyanezek a szövegek a memóriáknál is sebességről beszélnek, és gyakran e sebesség mértékéül az elérési időt adják meg, így a mértékegység ebben az esetben ns szokott lenni.

Jelenleg a memóriabusz és a memóriarendszer a számítógép hatékonyságának legfőbb visszafogó tényezője, a szűk keresztmetszet. Tíz-tizenöt éve a számítógépekben a processzor ugyanazzal a sebességgel futott, mint a buszrendszer, rajta a memóriákkal. Mára a mikroprocesszor általában jóval gyorsabb, mint a memória áramkörök, ezért jelenik meg a CPU busznál kisebb sebességű memóriabusz az alaplapon. Minél gyorsabb a processzor a memóriákhoz képest, annál sűrűbben kell a processzornak várakoznia arra, hogy a memória egy működési lépést befejezen – ekkor kerülnek beiktatásra a várakozási ciklusok (Wait States, Wait Cycles).

A gyorsító (Cache) memória éppen azt teszi lehetővé, hogy a processzornak ne kelljen várakoznia a memóriaműveletek során. A Cache a CPU és a fő memória közötti átmeneti, puffer tá-

roló terület. A Cache vezérlő a fő memóriából nagyobb, összefüggő területek tartalmát tölti ide, illetve ilyen nagyobb blokkokat másol vissza a fő memóriába. A CPU a működése során többnyire nem a fő memóriával, hanem a Cache területtel kommunikál.

A PC fő memóriája nagy kapacitású, olcsó, de viszonylag lassú DRAM IC-kből áll, a Cache viszont nagy sebességű, emiatt drágább, kisebb kapacitású tokokból (többnyire SRAM IC-kből).

A fő memóriában levő DRAM áramkörök működési sebességét a behelyezett áramkörök paraméterei és a setup beállítás együtt határozza meg. A setup programban a memória sebességét mindig úgy kell megválasztani, hogy azt a beültetett DRAM áramkörök teljesíteni tudják. Ha egy alaplapon a DRAM-okat kicseréljük gyorsabb áramkörökre, az esetek többségében ettől a számítógép sebessége még nem változik meg, csak ha a setup beállításokat is módosítjuk. Csak néhány cég gyárt olyan alaplapon, melyek meg tudják állapítani a beültetett DRAM sebességét s ennek megfelelően állítják be a memóriabusz sebességét.

Az alaplapon a fő memóriaterületet több memórialap (Bank) formájában kezeli. Általában egy lapot egyféle memória IC-ből kell felépíteni. Ha az alaplapon különféle sebességű DRAM IC-k is vannak és az alaplapon automatikus DRAM-sebesség felismerésre képes, akkor az első lapba a legkisebb sebességű memóriaelemeket kell behelyezni, mert a sebességvizsgálatot az alaplapon ezen a lapon végzi csak el. Ha itt a gyorsabb memóriaelemek vannak, s ahhoz állítja be a rendszer a memória sebességét, akkor a lassúbb áramkörökkel épített lapokon rendszeres memóriahibák lépnek majd fel. Olyan alaplapról egyelőre nem tudunk, amelyiken a fő memória egyes lapjain eltérő sebességtérteket lehetne beállítani.

A setup programban a memória időzítését számsorral lehet beállítani. Ezek a számok azt mutatják meg, hogy hány óraciklusra van szükség a memória-olvasás -vagy írás megvalósításához. Általában a memóriához fordulás, az első működtetés időigényesebb,

4. táblázat

Processzor generáció	Processzorok	Memóriabusz sebessége [MHz]	A használatos DRAM változatok	DRAM elérési idő [ns]
első, második	8086, 8088, 80286	4,77 ... 20	hagyományos	100 ... 120
harmadik, negyedik	80386, 80486, 5x86	16 ... 40	hagyományos, FPM, EDO	70 ... 100
ötödik, hatodik	Pentium, Pentium II, Pentium Pro	50 ... 75	FPM, EDO, BEDO, SDRAM	50 ... 70
hetedik stb.	a jövő processzorai	75 ... 200	EDO, SDRAM, RDRAM	50 alatt

mint a sorozatos olvasás vagy írás, ezért több számjegyet is megjelenít a setup program. Mivel ma általános a burst jellegű memóriák használata, s ezek többségénél a burst 4 címet kezel, a setup is négy számmal jellemzi a működést. A memória-időzítést, ahogyan egyes memória típusok leírásánál már láttuk, x-y-y-y alakú számsorokkal szokták leírni (pl. 5-3-3-3), ahol x az első, általában hosszabb működés időigénye (CPU ciklusokban kifejezve), az y a további működések időigénye, szintén ciklusszámmal megadva. A beállítás függ a DRAM paramétereitől, felépítésétől, a csipszettől.

Ha a memória IC-k a CPU-hoz képest lassúak (aszinkron DRAM áramkörök esetén), akkor sokszor még megoldható a kezelésük, a megfelelő számú várakozási ciklus beiktatásával. A latens ciklusok is várakozási ciklusok, de míg a várakozási ciklusok minden olvasási illetve írási művelet során szükségesek, a latens ciklusok csak az első memóriához forduláskor kerülnek beépítésre, a továbbiakban már nem jelentkeznek.

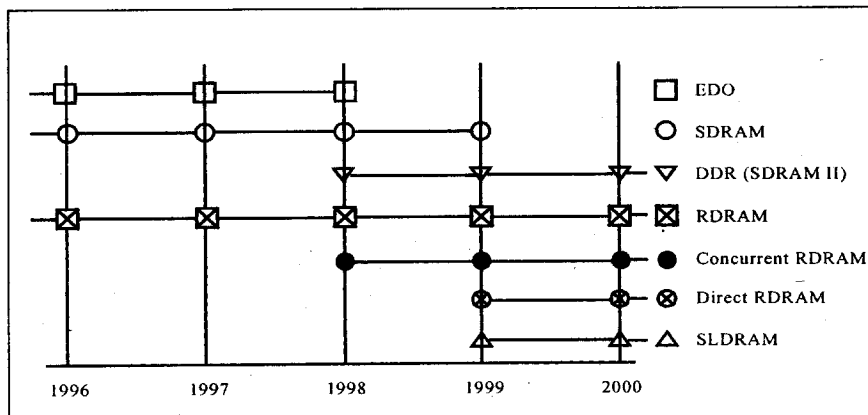
A 4. táblázatban látható, hogyan alakult a processzor-generációk során a

memóriabusz sebessége, s a CPU memóriai igénye a fő memóriában. A 29. ábrán az látható, hogy a fontosabb DRAM változatok mikor jelennek meg a PC fő memóriájában, illetve mikor tűnnek el onnan. Az 5. táblázatból azt lehet kiolvasni, hogy az egyes fontosabb DRAM-típusok milyen memóriabusz-sebességnél, milyen óraciklus-kiosztással tudnak optimálisan működni (a megadott számsorok olvasási működésre vonatkoznak), s hogy e működés teljesítéséhez milyen elérési időket kell a memória IC-knek produkálniuk.

A mai PC már elsődleges, a processzoron belül kialakított (L1) és másodlagos, a processzorcsipen kívül létrehozott (L2) Cache memóriaterületet

5. táblázat

DRAM típus	Memóriabusz sebessége [MHz]	Olvadás ciklusigénye	DRAM elérési idő [ns]
Hagyományos	4,77 ... 40	5-5-5-5	80 ... 150
FPM	16 ... 66	5-3-3-3	60 ... 80
EDO	33 ... 75	5-2-2-2	50 ... 60
BEDO	60 ... 100	5-1-1-1	20 ... 40
SDRAM	60 ... 100 feletti	5-1-1-1	7 ... 15



29. ábra

is használ. (A Pentium család esetén az L2 külön csip, de a processzorral közös tokban helyezkedik el!) A legnagyobb sebességű memória az L1, valamivel lassúbb, de nagyobb kapacitású az L2, s még ez is jóval gyorsabb, mint a fő memória. A processzor, mint említettük, többnyire a Cache memóriákkal dolgozik, és memóriai igényei alig 5...10%-ában kezeli közvetlenül a fő memóriát. Ez azt jelenti, hogy a fő memóriaterületen alkalmazott, pl. 50%-kal gyorsabb DRAM áramkörök a teljes működésben alig 2,5...5%-nyi sebességnövekedést eredményeznek.

A különféle memóriák elérésének időbeli megoszlása jellegzetes értékei a következők:

- L1 és L2 működésekor:
  - L1 Cache: 80%
  - L2 Cache: 15%
  - fő memória: 4%.
- L1 működésekor (L2 kikapcsolva):
  - L1 Cache: 80%
  - L2 Cache: -
  - fő memória: 20%.

A Cache memóriák tehát rendkívül fontosak a PC hatékonysága szempontjából. Közismert az a kijelentés, hogy egy 100 MHz-es Pentium, ha megfosztják az L2 használatától, egy 8 MHz-es órajelű processzor működési

eredményeit tudja csak produkálni. A Cache memória és a fő memória között minden esetben blokkos átvitelt valósítanak meg, de a processzor is általában egymást követő címeket aktivizál a Cache-ben. Ezért célszerű a fő memóriát is és a Cache területet is Burst-átkezelésű memóriákkal kiépíteni, amelyek belső címzéssel állítják elő a megadott címet követő címértékeket. A Burstkezelés az első eléréskor többlet időt igényel, de a további adatmozgáskor már igen nagy lehet az adatátvitel sebessége.

Egy Burst-működésű memória esetén pl. az 5-2-2-2 számsor arra utal,

Buszsebesség [MHz]	33	50	60	66	75	83	100	125
SRAM	2-1-1-1	3-2-2-2	3-2-2-2	3-2-2-2	3-2-2-2	3-2-2-2	3-2-2-2	3-2-2-2
Szinkron Burst SRAM	2-1-1-1	2-1-1-1	2-1-1-1	2-1-1-1	3-2-2-2	3-2-2-2	3-2-2-2	3-2-2-2
Pipelined Burst SRAM	3-1-1-1	3-1-1-1	3-1-1-1	3-1-1-1	3-1-1-1	3-1-1-1	3-1-1-1	3-1-1-1

hogy az első hozzáfordulás után 5 óraciklussal valósul meg a működés (pl. a megcímezett tartalom kilépése a memóriából), de ezután már 2-2 óraciklus elegendő a további olvasások elvégzéséhez. Sok memóriánál a burst-olvasáshoz egyetlen CPU óraciklus elegendő, s a kezdő működés időigénye is lerövidült már 3 vagy 2 ciklusra.

Azt is megbeszéltük már, hogy a burst-működéshez hasonlóan a memóriaelérés más technikákkal is gyorsítható: a korábbi fejezetekben megismertük a Pipelined, az Interleaved megoldásokat is.

A 6. táblázatban az látható, hogy a Cache memóriabusz sebessége függvényében hogyan alakul néhány SRAM típus óraciklus-beállítása az optimális működés érdekében. A beállítások olvasási működésre vonatkoznak. Érdeemes megfigyelni, hogy egy memóriatípus általában egy bizonyos buszfrekvencia-tartományban használható csak optimálisan. A PB SRAM pl. 33 MHz buszfrekvencia mellett az első négy olvasást 6 óraciklus alatt valósítja meg, míg a régebbi SRAM és szinkron burst SRAM áramkörök 5 ciklus alatt. A magasabb buszfrekvenciáknál azonban a PB SRAM továbbra is 6 óraciklust igényel, míg a másik két típus ciklusszám-igénye megnő.

A működési sebesség a PC egyik legfontosabb paramétere, de egy másik is nagy jelentőségű, a méret. Egyre kisebb számítógépeket gyártanak, egyre nagyobb teljesítőképesség mellett. A kisebb méret elérésének egyik útja az, ha a memóriáknál sikerül helyet megtakarítani. Elterjedő megoldás ennek érdekében a tokozott memóriáramkörök egymás tetejére helyezése (Stacked Memory). A Samsung több áramkört is ajánlja ilyen szereléssel. A KM48F1683A pl. 16 M × 8 kapacitású EDO DRAM, mely két 8 M × 8 IC egymásra helyezésével és lábaik összekapcsolásával készül (a logikai rajz a 30. ábrán látható). Valódi helymegtakarítást azok a próbálkozások ígérnek ebben az irányban, melyek már a tokozatlan csipeket helyezik egymásra,

s csak azok összekötése után tokozzák be a megnövekedett kapacitású áramköröket. Jelenleg ennek a megoldásnak a hűtési problémák szabnak gátat.

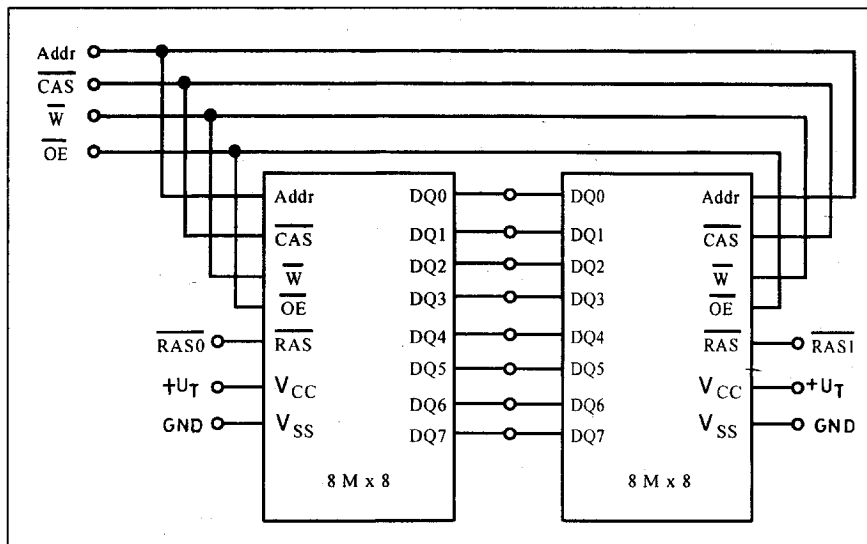
A felületre szerelhető (SM) elemek elterjedésével a memóriák területén ismét feltűnt a modulus építkezés lehetősége. A jó minőségű, kisméretű paneleken komplett memóriaegységeket állítanak össze, s ezeket az alaplap csatlakozóiba kell bedugaszolni. A modulokat elsősorban a fő memória kialakítására használják, de pl. az ISSI cég Cache modulokat is ajánl. A Pentium-hoz készített 256 kbájt kapacitású Cache modul négy darab 32 K × 8 szervezésű aszinkron SRAM-ból és egy 8 K × 8 TAG memóriából áll, az 512 kbájt méretű Cache modul négy darab 32 K × 32 kialakítású Pipelined Burst szinkron SRAM-ot és a 8 K × 8 TAG elemet tartalmazza. Mindkét áramkör 100 MHz buszfrekvenciáig működőképes.

A PC alaplap jellegzetes elemei ma a fő memória moduljait befogadó csatlakozók. A modulok téglalap alakúak. Az egyik hosszanti oldalukon helyezik el a kivezetéseket, s a kis panel a foglalatban az alaplapra közel merőlegesen áll. Ez a memóriáramkörök számára kedvezőbb hűtést jelent, s az alaplap mérete is csökkenthető.

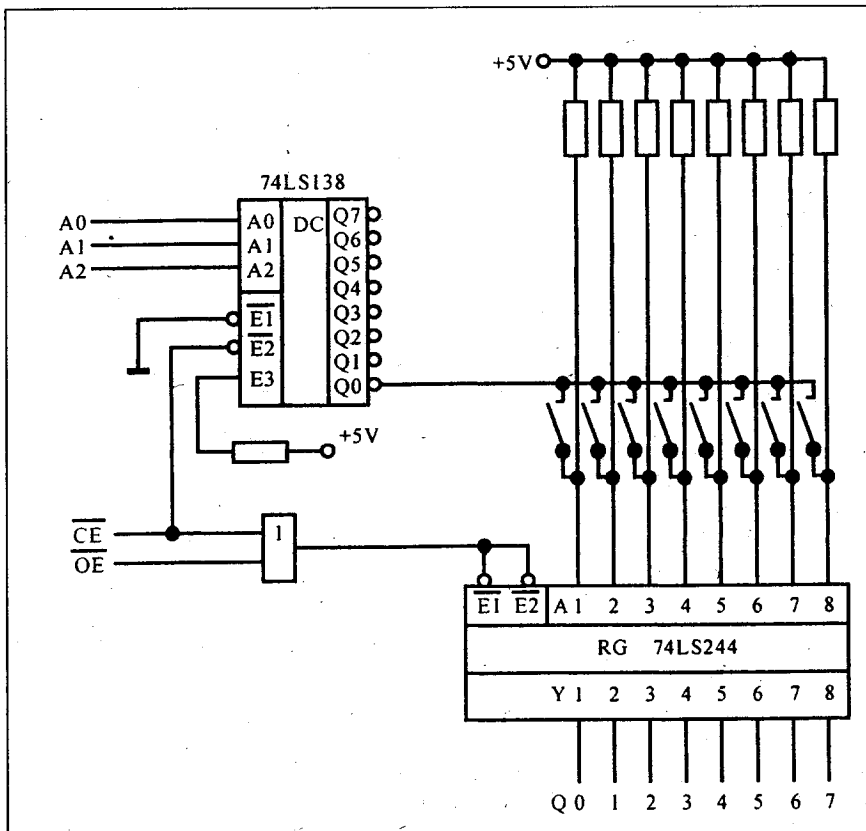
A SIMM (Single In-line Memory Modul) esetén egy sor, túszerű érintkező sorakozik a modul széle mentén. A 8 bites DRAM-ból épített SIMM 30 kivezetéses, a 32 bites IC-kből állónál a kivezetések száma 72 (a paritásbites megoldások 9 illetve 36 bitesek).

A DIMM (Dual In-line Memory Modul) egyik hosszanti élén, de mindkét panel-felület mentén érintkezőket alakítottak ki. A DIMM modul általában 64 bites (paritásos esetben 72 bites), a kivezetései száma 168. A DIMM a Pentium és Pentium Pro számára ideális főmemória-építő elem. A modulokat jelenleg többnyire FPM, EDO vagy SDRAM IC-kből állítják össze, de fejlesztés alatt állnak a DDR SDRAM és az RDRAM alapú modulok, 64 Mbájt kapacitással, 1,8...2 Gbájt/s adatátviteli sebességgel. A DIMM modul lehet regiszteres (pufferelt) vagy pufferetlen, a tápfeszültség 5 V vagy 3,3 V. A modul csatlakozójánál bevágásokkal kódolják ezeket a paramétereket, így megoldható, hogy az alaplapra csak a megfelelő modult lehessen behelyezni.

Néhány alaplap képes kezelni azokat a legújabb modulokat, melyeken egy kis EEPROM-ot is elhelyeztek, amelyikből a modul szervezése, kapa-



30. ábra



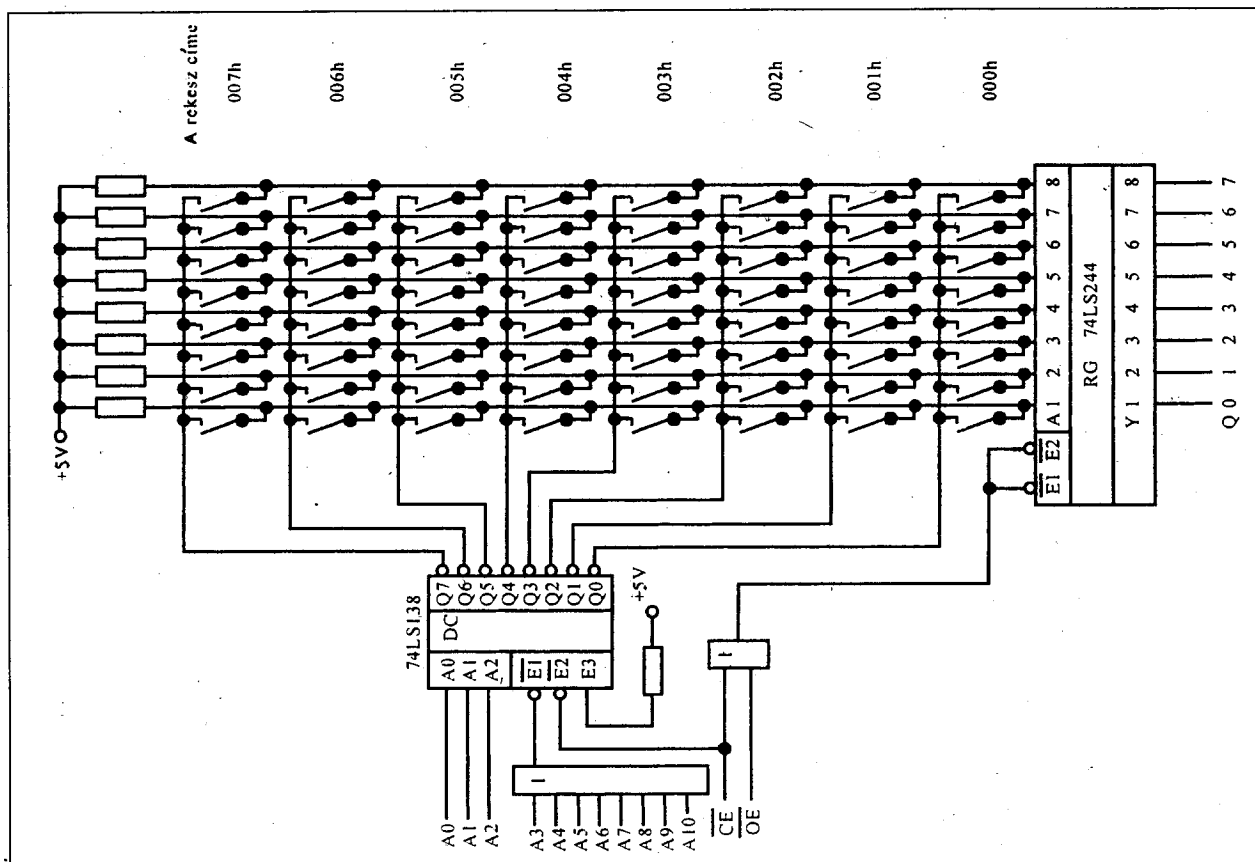
31. ábra

citása, időparaméterei kiolvashatók. Ez a technika az SPD (Serial Presence Detect, soros jelenlét detektálás) elnevezést kapta, s feleslegessé teszi a setup-beállításokat. A számítógép bekapcsolásakor a felálló rendszer kiolvassa a memória-jellemzőket és automatikusan az optimális üzemre állítja a memóriabuszt.

## 6. A ROM-csoport

A memóriaáramkörök általános felépítését már az első részben megismertük. Az 1. ábrán láttuk, hogy az információtárolás tulajdonképpen egy tároló mátrixban valósul meg, ahol bitenként két vezető részlet közötti galvanikus kapcsolat vagy fennáll vagy hiányzik – ez jeleníti meg a bit két lehetséges értékét (bitcella). A két vezető összekapcsolási lehetősége az egyes memóriatípusoknál más és más, s abban sem egységesek, hogy pl. az összekapcsolt helyzet logikai 0-t vagy 1-et jelent-e.

Az SRAM áramkörökben egy-egy bistabil multivibrátor vezérli azt a FET-et, amelyik a bitcellában az összekötést illetve szétválasztást létrehozza. A DRAM tranzisztora pedig



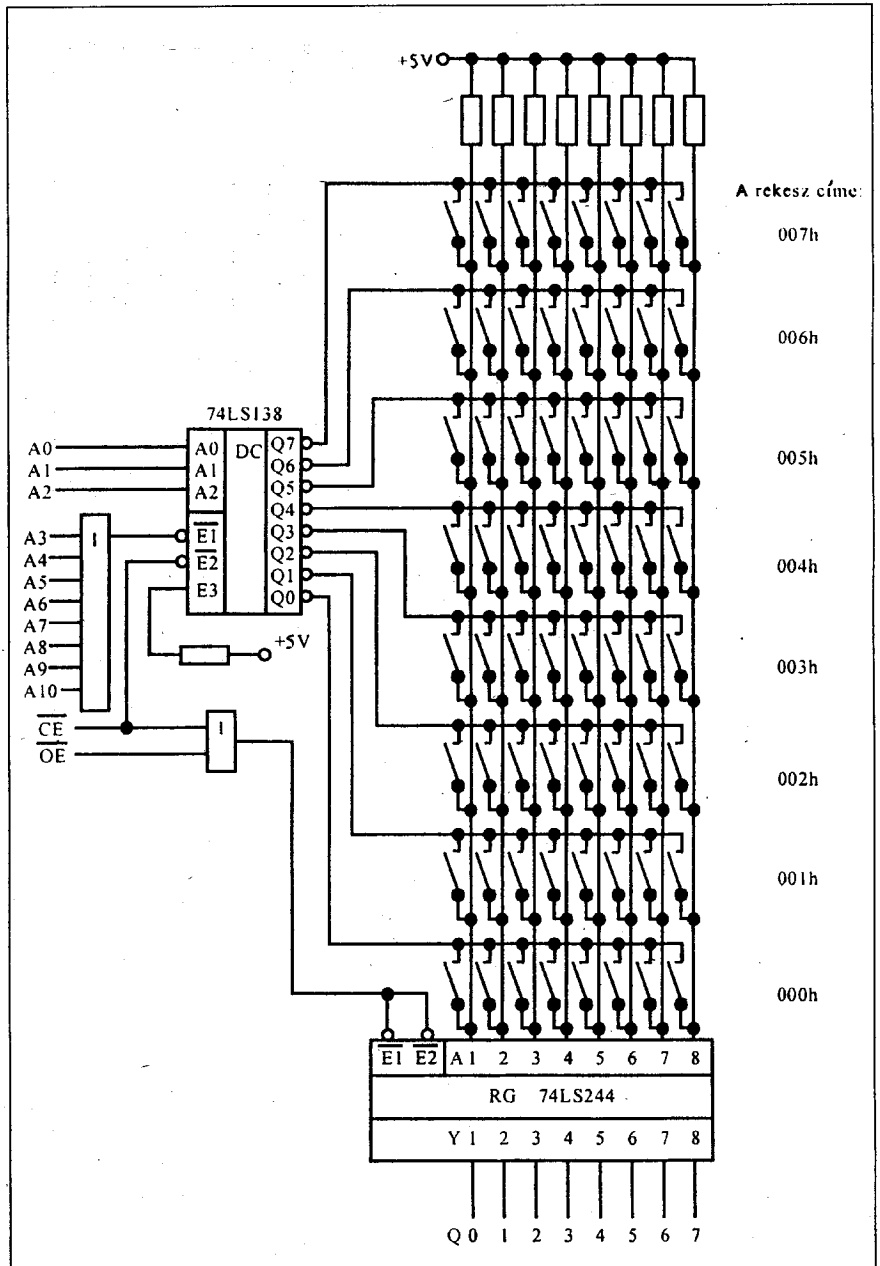
32. ábra

egy apró belső kondenzátor töltöttségétől függően vezet vagy sem. A ROM áramköröket a CPU csak olvassa (Read Only Memory, csak olvasható memória) – itt a betűszavas megnevezés (ROM) valóban a tényleges működés lényegét írja le. Az első ROM változatokban a két vezetők között valódi fémekapcsolatot alakítanak ki a gyártók összekapcsolás esetén. Ezt a felépítést igen egyszerűen lehet modellezni, így eljött az ideje, hogy a félvezető memória felépítését, működését hűben bemutató áramköri modellt készítsünk.

A ROM-modell azonban nemcsak a memóriákkal való ismerkedést szolgálja. A mikroprocesszoros, mikrovezérlős fejlesztések során is igen jól használható kis eszköz. Ha a programtároló EPROM helyére csatlakoztatjuk, a kapcsolókkal tetszőleges apró programokat lehet kialakítani, amik azonnal futtathatók is – mindenféle törölt és beégető procedúra nélkül.

A „kapcsolós ROM” címdekódere egy 74LS138, amely 3 bites dekóder, így a kis memóriának nyolc rekesze lesz. A címdekóder kimeneteire csatlakozó nyolc vezeték és a kimeneti puffer bemeneteire csatlakozó nyolc vezeték egymást keresztező vezetékkegelyt alkot, a keresztpontokban helyezkednek majd el a kapcsolók, mint bitcellák. A címdekóder kimenetei aktív L szintűek, a kimeneti puffer bemeneteire csatlakozó vezetékeket egy-egy ellenállással felhúzzuk a tápfeszültségre. Ha a bemeneten nincs összekötés, zárt kapcsoló aktív dekóder kimenethez, a kimeneten a H szint megjelenik; ha a megfelelő kapcsoló zárt, a bit értéke L lesz.

A 31. ábrán még csak egyetlen rekeszt rajzoltunk meg, a 0 címűt. A kapcsolót célszerű 8 elemes apró DIL kapcsolóval megvalósítani. Ha az „egyrekeszes” memória működése már világos számunkra, a gondolatmenetet folytatva kialakítható a teljes, nyolcrekeszes egység is (32. ábra). Ez a kapcsolós ROM a 2716 EPROM vezérlő jeleit használja, tulajdonképpen a 2716 első 8 rekeszét, azok működését modellezi. Kialakítottuk a kimenetet engedélyező  $\overline{OE}$  jelet és az IC működését engedélyező  $\overline{CE}$  jelet is. Azért választottuk a 2716-ot mintaként, mert így a mikrovezérlős, mikroprocesszoros fejlesztés esetén a mikroszámítógép EPROM-ja helyére közvetlenül csatlakoztatható a ROM-modell. Ha ilyen szándékunk van, célszerű úgy felépíteni a kis áramkört, hogy egy 24 pontos



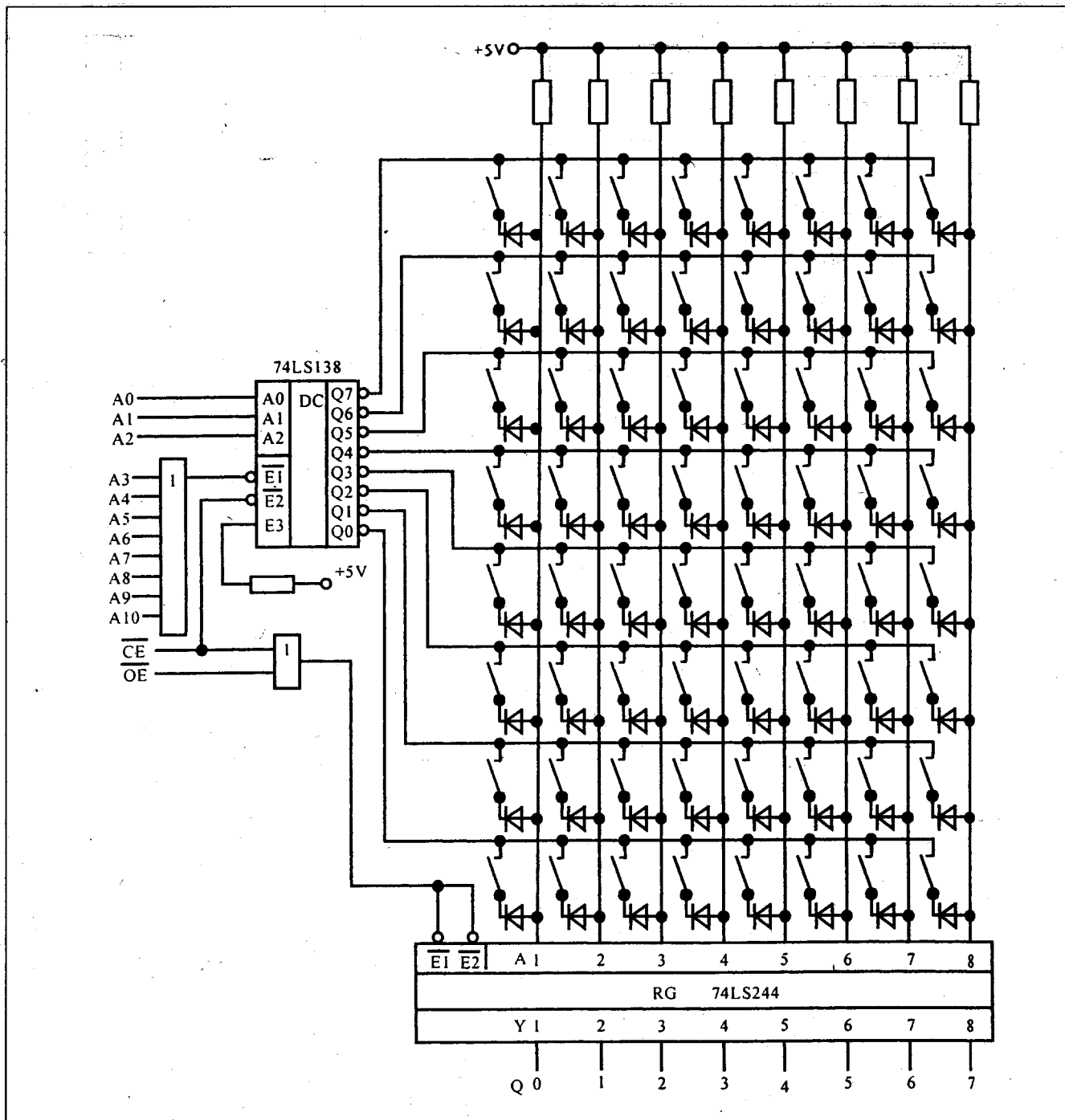
33. ábra

DIP-dugaszra szereljük, ami az EPROM foglalatába bedugaszolható.

A 2716 összesen 11 címbemenettel rendelkezik. A modell az első hármat kezeli (A0...A2), a többi zérus értékét egy VAGY kapuval lehet kikódolni. Ezzel elérhető, hogy a 000h...7FFh címtartományon belül a modellünk csak a 000h...007h címek esetén reagál (teljes, árnyékmentes címdekódolást valósítottunk így meg).

A nyolc DIP kapcsolóval úgy tűnik, máris beállítható a nyolc tárolórekesz tartalma. Sajnos látnunk kell majd, hogy a memóriamátrix ennyire egyszerűen nem alakítható ki – a 32. ábrán

látható kapcsolás hibásan működik! A hibás működés szemléltetése érdekében a 33. ábrán a 7-es címen 00h tartalmat állítottunk be, a 0h címen pedig 80h értéket. Ha a modellre a 007h címet vezetjük rá (miközben  $\overline{OE} = L$  és  $\overline{CE} = L$ ), a várakozásunknak megfelelően a kimeneten 00h értéket kapunk. Mivel a 001h...006h címeknél minden kapcsoló nyitott, ott minden bitérték = 1. Valóban, ha a modell a 001h...006h címek valamelyikét kapja meg, a kimeneten FFh jelenik meg. Most próbáljuk ki a 000h címet! Azt tapasztaljuk, hogy a várt 80h helyett itt is 00h tartalom lép ki a kimeneti pufferből. Ha tüzeteseb-



34. ábra

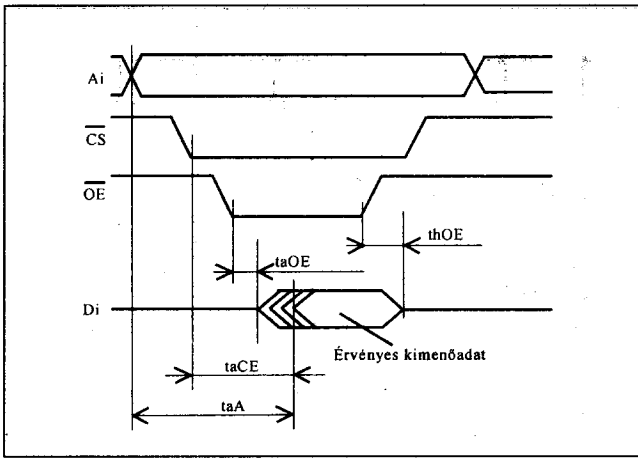
ben megvizsgáljuk az áramkörünket a 000h cím fogadása közben, akkor felfedezhető a hiba oka is! A dekóder Q0 kimenetén megjelenik az aktív L szint, ami a kapcsoló zárt érintkezőjén át a kimeneti puffer legmagasabb helyértékű vezetékét is L szintre húzza le – a kimenő bit itt (helyesen) 0 lesz. A D7 vezetékéről azonban a legfelső, zárt érintkezőjű kapcsolókon át ez az L szint eljut az összes többi függőleges

vezetékre is, sőt, a címdekóder kimenetére is. A címdekóder LSTTL áramkör. A kimeneti fokozata H szintet állít elő a 000h cím beérkezésekor. Az Q7 kimenetre most kívülről kényszerítünk rá L szintet, ami a kimeneti fokozat által előállított H szint ellenére ki is tud ott alakulni (ennek magyarázata a TTL kimeneti fokozat aszimmetrikus felépítésében rejlik). A végeredmény tehát az, hogy L szintre kerül az Q7 kimenet

vezetéke, az összes függőleges bitvezeték – tehát a kimeneten jogosan jelenik meg a 00h tartalom.

A hiba oka tehát az, hogy a kapcsolók nemcsak a dekóder jelét vezetik át a bitvezetékek felé, hanem visszafelé is képesek vezetni, azaz a bitvezetékéről a dekóder felé! Ha pedig erre ráébredtünk, a megoldás is kézenfekvő – minden egyes kapcsolóval sorba kell kötni egy megfelelő polaritású diódát, aho-





35. ábra

gyan ez a 34. ábrán is látható – ez tehát a végleges, hibátlanul működő kapcsolós ROM logikai rajza.

A számítástechnika első évtizedeiben hasonló felépítéssel kis kapacitású ROM áramköröket készítettek, melyek tartalmát kézzel, forrasztással lehetett beállítani. A dekóder jeleit egy nyáklap egyik oldalán, vízszintes huzalozással fogadták, a nyák másik oldalán függőlegesen futottak a bitvezetékek. Minden keresztpont közelében furatokat készítettek a függőleges és a vízszintes vezetéken is, és ide lehetett beforrasztani egy diódát, ha a bit értéke 0 volt.

A továbbiakban, amikor a különféle ROM-megoldásokat elemezzük, a keresztpontoknál kötelezően megjelenő soros diódákat külön nem fogjuk megrajzolni, de azok minden esetben ott vannak a valóságos áramkörökben!

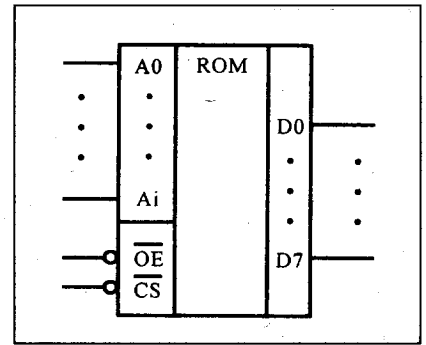
A ROM áramköröket a processzormemória elérési ciklusokkal csak olvasni képes. A ROM-olvasási ciklus

hasonló, mint a SRAM olvasási ciklusa – nem is lehet másként, a CPU-nak nem kell tudnia, hogy ROM-ból vagy SRAM-ból olvas éppen. Ha letelik az elérési idő, a megcímezett rekesz tartalma jelenik meg a ROM adatpontjain – s onnan az adatbuszra kerülve a CPU befogadja azt (35. ábra).

Az újabb, a felhasználó által programozható ROM-változatoknál már megoldható a felhasználó készülékében is a programozás, de ekkor sem normál memóriairási ciklusban, mert speciális beállításokat és jelentősen hosszabb időt igényel ez a folyamat.

A ROM-ok fő típusai a bitcellák kialakításában térnek el egymástól:

- ROM gyári kivitelű összekötések, fémzéssel megoldva,
- PROM a felhasználó által kezelhető összekötések, csak egyszer állíthatók át,
- EPROM a felhasználó által programozható, ultrabolya fényvel törölhető,

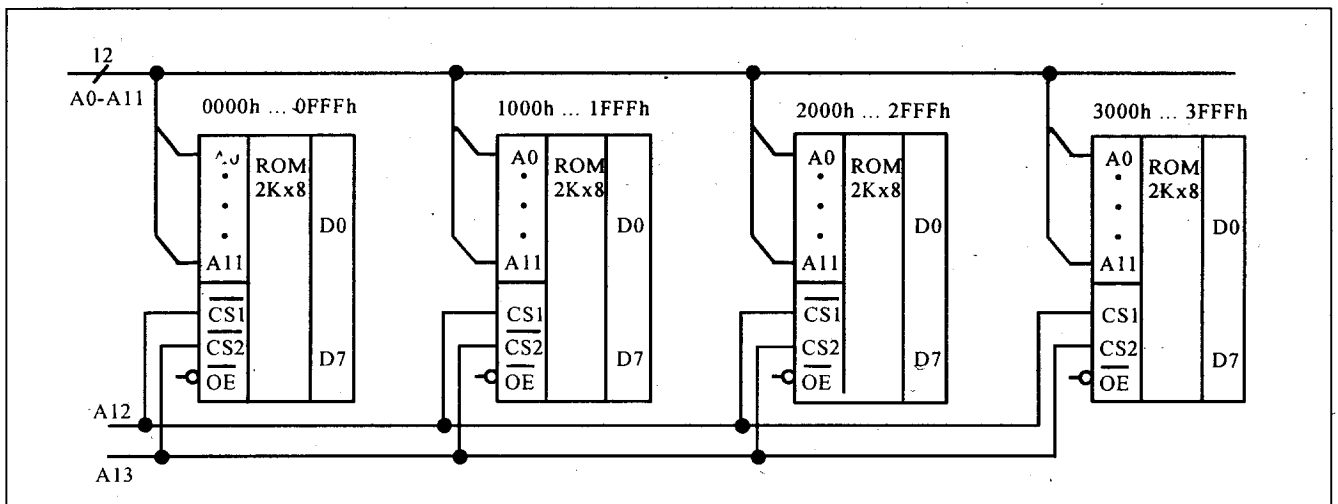


36. ábra

- EEPROM a felhasználó által villamos jellel többször programozható,
- Flash a felhasználó által villamos jellel többször programozható, de a programozása csak nagyobb egységekben oldható meg.

### 6.1. A maszkprogramozott ROM

A ROM áramkör családon belül szűkebb értelemben is ROM-elemeknek nevezik azokat az áramköröket, melyeknél a tartalmat a gyártó alakítja ki, a felszínen létrehozott fém (alumínium) összekötések segítségével. A felhasználó elküldi a csipgyártóhoz a szükséges tartalmat, a gyártó pedig meghatározza, hogy melyik keresztpontokban kell összekapcsolni a vezetékeket a csip felületén (természetesen ma ez a munka számítógépekkel valósul meg). Az összekötéseknek megfelelő mintázatot egy fotomaszkon alakítja ki (fémző maszk). A raktárból előkerülnek a félkész, üres ROM áramkörök, aktiválják a felületüket, majd a



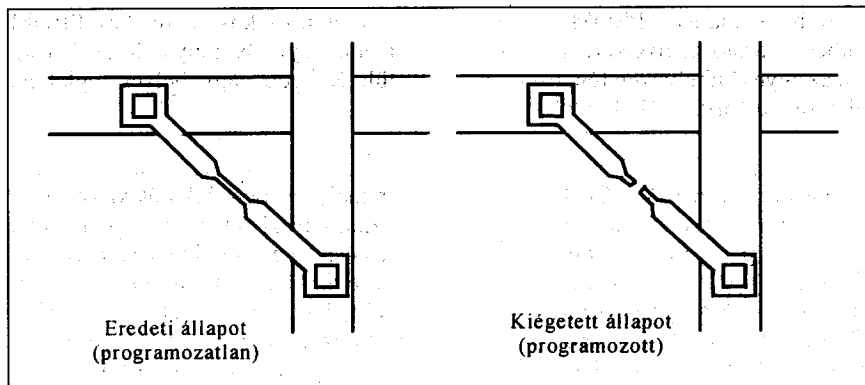
37. ábra

fotomaszk segítségével apró ablakokat nyitnak a felső szigetelő rétegen ott, ahol az összekötésekre szükség van. A nyílásokon át alumíniumot gőzölögtetnek a felületre – a ROM elkészült. A tartalom tehát egy fémező maszk felhasználásával kerül az áramkörbe, ezért nevezik ezeket az elemeket gyakran maszk-programozott ROM (MROM) áramköröknek. A ROM-ok többségének csak a legszükségesebb csatlakozópontjai vannak – a címbeimenetek, az adatkimenetek, a kimenet engedélyező és a csip működtető jel (36. ábra). Esetenként a katalógusokban olyan ROM-okat is látni, melyeknek egynél több a csip engedélyező (CS vagy CE) jele. Ilyen esetben általában a ROM tartalmán kívül az is a felhasználó igényei szerint alakul, hogy egy-egy CS bemenet alacsony vagy magas aktív szintű lesz-e a végleges áramkörben. Ha több darabot is felhasználunk az ilyen áramkörökből, a címdekódot vagy annak egy részét lehet megtakarítani a segítségükkel.

A 37. ábrán négy ROM áramkör látható, melyek kezeléséhez külső címdekódolásra nincs is szükség, mivel a címkombinációknak megfelelők a CS jelek. Az ábrán csak a címző részleteket tüntettük fel, valamint az egyes ROM áramkörök címtartományát.

ROM áramkört minden, a nagyinTEGRÁLTságú áramkörök készítésére használt technológiával készítettek – eleinte bipoláris, majd PMOS, NMOS, végül CMOS áramköröket fejlesztettek ki. A mai, nagykapacitású ROM áramkörök CMOS elemek, kis tápáram-igénnyel, s egészen elenyésző stand-by árammal.

A ROM-ok máig népszerűek, fejlesztésük folyamatos. 20 év óta gyárt ROM áramköröket az AMI, a mai ajánlatban szerepelnek +5 V, +3,3 V és +2,7 V tápfeszültségű elemek egyaránt. Az AMI ROM-jainak lábkiosztása megfelel a szabványos EPROM lábrendezésnek, így lehetővé válik, hogy egy termékben felváltva lehessen használni a két memóriatípust. A programozásra kerülő információt az AMI elfogadja EPROM-ban, mágneslemezen, vagy akár az Interneten át beküldve is. A kész, beprogramozott és tesztelt áramköröket a megrendelés után öt héttel szállítják. Az AMI ROM-ok többsége két vezérlőjelet használ. Ezeket a felhasználó igénye szerint kimenet engedélyező vagy csip engedélyező jelként lehet konfigurálni a ROM-



38. ábra

programozásakor, s természetesen az aktív szinteket is a felhasználó szabja meg.

A NEC cég is fejleszt a ROM elemeket. A legnagyobb áramkörük 64 Mbit-es; (8 M × 8 vagy 4 M × 16 szervezésű memóriaként lehet konfigurálni ezeket az áramköröket, tápfeszültségük 3,3 V).

A ROM-ok készletét vizsgálva sok meglepetésre nem kell számítanunk, többnyire a legegyszerűbb kialakításúak. Néhány érdekes kivétel azért itt is akad. Ilyen a Cypress cég RAM/ROM csipje. A CY61257 256 Kbit-es (32 K × 8) SRAM és 2 Mbit-es (256K × 8) ROM szegmensből áll, a CY61128-ban 1 Mbit SRAM (128K × 8) és 2 Mbit ROM (256 K × 8) rejtőzik. A kétféle memória saját, külön vezérlő jelekkel és címbitekkel rendelkezik, de az adatpontok közösítettek. A két terület „kelesztetreszelt”, azaz a ROM engedélyezése egyúttal tiltja a SRAM működését, és fordítva.

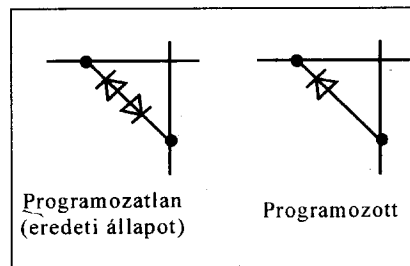
## 6.2. A PROM áramkörök

A PROM a felhasználó által beprogramozható tartalmú, a CPU által csak olvasható memóriatípus (Programmable Read Only Memory). A PROM IC-t egy programozó, töltő, be-

égető egységgel töltik fel a kívánt tartalommal. A beprogramozás megfordíthatatlan folyamat; a PROM tartalmát később nem lehet kitörölni, a PROM áramköröket nem lehet újraprogramozni. A PROM-technikák többsége bipoláris megoldás, így a legtöbb PROM bipoláris áramkör, nem túl nagy kapacitással – viszont igen rövid hozzáférési idővel. Gyakorlatilag a PROM áramkörök kiszorultak a memóriapiacról. A helyüket először az egyszer programozható, olcsó EPROM változat foglalta el, majd a Flash elemek kifejlesztése végképpen kiszorította a nehézkesen kezelhető, kis kapacitású áramköröket az alkalmazások egy jelentős részéből. Erre a változásra utal az is, hogy sok memóriagyártó a katalógusában az egyszer programozható EPROM elemeket PROM fejezet cím alatt ismerteti.

A PROM áramkörök között megtaláljuk az ECL és a TTL áramköröket is, utóbbiakat LS és ALS változatokban is. Az áramkörök felépítése a lehető legegyszerűbb, akárcsak a ROM-ok esetében. Néhány gyártó ajánl csak olyan változatokat, melyekben kimeneti regisztert is kialakítottak, ami órajel hatására fogadja be a megcímezett rekesz tartalmát.

Az azonos kapacitású PROM-ok többnyire lábkompatibilisek egymással, viszont a beírási, programozási folyamat tekintetében gyártónként eltérő megoldásokat használnak. Esetenként a PROM-oknál is találkozzunk a vezérlő jelek programozási lehetőségével is. Az üres PROM minden bithelyen azonos értéket tartalmaz, ami lehet 0 vagy 1 is (gyártótól, gyártmánytól függően). Természetesen a kiindulási bitértékkel ellentétes logikai értéket kell beprogramozni, a tiszta 1-t tartalmazó PROM-ba a 0-kat kell „beégetni”.



39. ábra

A hagyományos PROM áramkörökben a tároló mátrix keresztpontjainak az egyes bithelyeken fém összekötők („olvadó biztosítékok”) találhatóak. A 10...35 nm vastagságú fémfilm-átkötések a középső szakaszukon elkeskenyednek (38. ábra). A NiCr, TiW, PtSi biztosítékok keskeny szakaszát a rajta átvezetett programozó áram erőteljesen felhevíti, a fém elolvad – a biztosíték „kiég”. A programozó feszültség 12...33 V, ennek hatására 600...800 mA áram folyik át a fém áthidaló elemen. A biztosíték kiolvadása jelentős hőigénybevételt jelent a csip felszínén, ezért egyszerre mindig csak egyetlen biztosíték (egy bit) kezelhető.

A gyártó részletes utasítást ad a biztosíték-kiégetés elvégzésére, amit precízen be kell tartani. Ha a kiégetést nem kellő körültekintéssel végzik el, a fém-szalag megszakadhat, de később mégis átvezetés tapasztalható; ha túl rövid szakasz párolgott el, a fémréteg idővel „visszanőhet” (grow-back jelenség). Sok cég többszörös programozását is megenged, az egyes programozó impulzusok után – a programozó feszültség jelenlétében – a bit megvizsgálható (verifikálás). Ha nem sikeres a kiégetés, következhet a második, a harmadik impulzus.

A fém olvadóbiztosíték helyett néhány cég polikristályos szilíciumot alkalmaz átkötő elemként. Ez jóval vastagabb (300 nm), mint a fém áthidalások. A programozó feszültség hatására ennek is egy elkeskenyített szakasza melegszik fel leginkább (kb. 1400 °C-ra), s ezen a magas hőmérsékleten a szilícium oxidálódik: ezáltal szakad meg a galvanikus kapcsolat. A polyszilíciumos megoldás CMOS környezetben is alkalmazható, így pl. az Intel is erről az alapról kezdte meg CMOS PROM áramkörei fejlesztését. A céget a technikai megoldást Poly Agglomeration Fuse (PAF) technikának nevezi, s ezzel érte el azt, hogy az áramkört 2,5 V-os programozó feszültséggel, 10 mA áram mellett lehet beégetni. A programozó impulzus időtartama 100 ms.

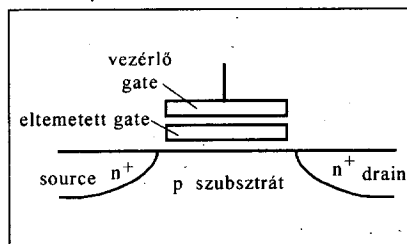
A polyszilícium biztosíték felszínén itt TiSi (titánszilicid) réteg található. A beprogramozás közben lezajló folyamatok így a polyszilícium rétegben, belül zajlanak le, nagyobb hatékonysággal, s a hőhatás kevésbé károsítja a bitcella környezetét. A bit beprogramozása közben fellépő hőmérséklet itt csak 800 °C.

A biztosítékos, vezetékes PROM bitcella egyik hátránya, hogy a csip felületén igen nagy helyet foglal le. Kedvezőbbek az integrálhatóság szempontjából azok a megoldások, melyeknél a kereszteződő vezetékek között, a csip mélységében alakítják ki a programozható részleteket. A legismertebb ilyen mélységi megoldás az AIM (Avalanche Induced Migration, lavina-indukált elárasztás). A két, kereszteződő pont közötti vezeték szakasz átfedésében, azaz a keresztpontban n-p-n szennyezettségű rétegelrendezést hoznak létre, amit két, szembekapcsolt diódának lehet tekinteni. A két vezeték között egyik irányban sem folyhat így áram. A bit beprogramozásakor az egyik diódát alumínium atomokkal árasztják el, a p-n átmenet így megszűnik – a maradék diódán át létrejön a két vezeték kapcsolata (39. ábra).

A korai bipoláris PROM-ok még nem tartalmaznak stand-by lehetőséget. Igaz, a PROM-okat elsősorban nem is program- vagy adattárolásra, hanem inkább logikai hálózatok helyettesítésére használják. Megfelelő tartalom beégetése után a PROM egy kombinációs logikai hálózatot helyettesíthet – ezért sok PROM-változat kimenete nem is háromállapotú, hanem nyitott kollektoros. Ugyancsak a logikai hálózatok megvalósítását segíti, ha a PROM kimeneti regisztert is tartalmaz – így már sorrendi hálózat is kialakítható a felhasználásával. E témáról részletesen a *Rádiótechnika '98/7. ... '99/4. számaiban volt szó.*

A CMOS szerkezetű PROM-ok már rendelkeznek stand-by állapottal: a kijelölő jelek inaktív értéke automatikusan kiváltja a csökkentett tápáramfelvételt. Néhány cég a bipoláris PROM-oknál is megoldotta a stand-by helyzet kialakítását.

A Raytheon Electronic pl. két típusát gyártja a PROM-oknak. A standard változatoknál nincs stand-by, a Power-Switched (SPROM) megoldásúak a ve-



40. ábra

zérő jelek inaktív állapotában kb. 75%-kal csökkentik az IC-k a tápáramfelvételüket. A cég az újabb PROM elemeket standard és SPROM változatokban is gyártja.

Egy ilyen páros az R29791 és R29793. Az R29791 egy 8 K × 8 szervezésű PROM, 50 ns-os elérési idővel, tápenergia-igénye 1,05 W. Az SPROM változat, az R29793 ugyanolyan lábkiosztású, ugyanolyan kapacitású PROM, működésekor azonos a tápteljesítmény igénye, de van stand-by állapota – abban csak 275 mW-ot fogyaszt. A tápteljesítményt menedzselő áramkörü részletek beépítésének azonban a működési sebességre is hatása van, az elérési idő itt 145 ns.

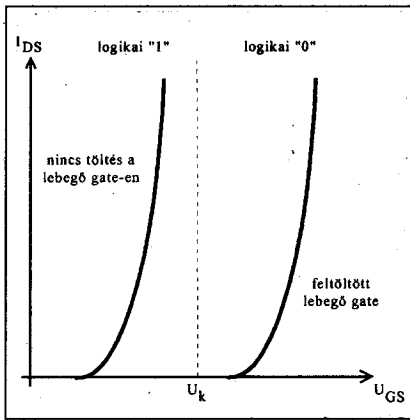
## 7. Az EPROM – az első újraprogramozható ROM

Az EPROM – Erasable Programmable Read Only Memory – a felhasználó által programozható és ultraibolya fényvel törölhető, csak olvasható memória áramkör. Az EPROM igen nagy népszerűsége tett szert; a '80-as évek végén megjelenő EEPROM is csak lassan hódította el a félvezető piacon elfoglalt pozícióit.

### 7.1. Az EPROM-ok általános tulajdonságai

Az EPROM az első olyan ROM áramkör, amelyet a felhasználó törölni is tud, így újraprogramozás után új tartalom őrzésére lehet felhasználni. A törlés ultraibolya fényvel történik, ami a csipet azért tudja elérni, mert különleges a tokozása – a szilícium lapka felett kvarcüveg ablak található.

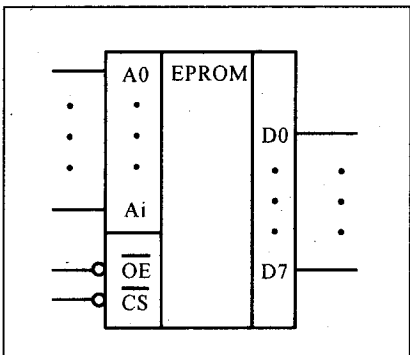
Az EPROM-ban egy különleges MOSFET source-drain csatornája a bitcella két vezetéke között az összekötő áramkörü elem. Ha a FET nyitott, a csatorna felépült, a két vezetéket összeköti (ez a beprogramozott állapot, többnyire 0 bitértéket jelent). A lezárt FET nem köti össze a két vezetéket – ez a bitcella törölt állapota (általában ez felel meg a logikai 1-nek). A MOSFET-nek itt kettős gate elektródája van. A belső, amelyik a szubsztráthoz közelebb van, nem rendelkezik galvanikus kivezetéssel – ez az eltemetett gate (lebegő gate). A távolabbi szabályos, kivezetéssel szerelt elektróda – ez a vezérlő gate (40. ábra). Ha az eltemetett gate-en elektronok vannak, a csatorna felépül, a tranzisztor kinyit – a bitcella



41. ábra

programozott állapotban van. Az eltemetett gate pF nagyságrendű kapacitást képvisel, tehát kb. 10...30 millió elektront tud befogni a programozás során. Percenként ezek közül 1–2 darab „el-szökik”, így idővel a lebegő gate elveszíti a töltését. A programozáshoz a kivezetett gate elektródára és a drain-re magas pozitív feszültség kerül (programozó feszültség), a source a GND-re kapcsolódik. A csatorna felépül és jelentős áram folyik rajta keresztül. A nagyenergiájú („forró”) elektronok egy része eltérül, kilép a szubsztrátból, a feszültségmegosztás révén pozitív feszültségű lebegő gate felé halad. Ha kellő mennyiségű elektront tud befogni a lebegő gate, a FET csatornája folyamatosan fennmaradhat, normál tápfeszültség mellett is.

Az első EPROM-ot az Intel állította elő, 1972-ben – ez még PMOS IC volt. A 1702 mindössze  $256 \times 8$  bit kapacitású kis áramkör volt, a programozó feszültsége  $-50$  V. Programozásakor a bitcellában lavinaletörés jön létre, így kerülnek az elektronok a lebegő gate-re. A későbbi NMOS változatok már pozitív tápfeszültségűek, a programozó feszültség is pozitív. A 2704 ( $512 \times 8$ )

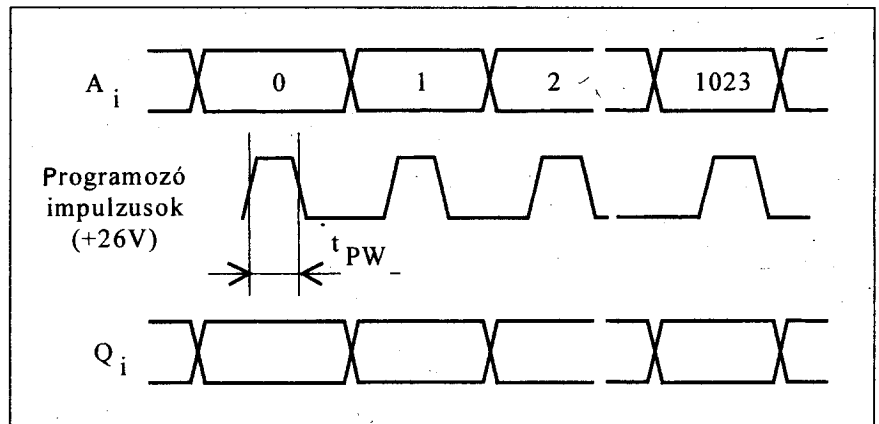


42. ábra

és a 2708 ( $1\text{ K} \times 8$ ) már  $30$  V alatti programozó feszültséggel „beégethető”. Ezeknél az áramköröknél az eltemetett gate a begyűjtött elektronok hatására már nem nyitja ki folyamatosan a tranzisztort, ehelyett a nyitás küszöbfeszültségét tolja el. A 41. ábrán látható az „üres” (programozatlan) és a feltöltött (programozott) lebegő gate hatására kialakuló karakterisztika. A kiolvasási fázisban egy  $U_K$  kiolvasó feszültség kerül a vezérlő gate-re, s ha a lebegő gate-en van elegendő töltés, kinyit a tranzisztor, felépül a csatorna. Ha nincs töltés az eltemetett gate elektródán, a tranzisztor lezárt marad.

Ha a csipet nagyenergiájú ultraibolya fényvel világítjuk meg, akkor az eltemetett gate körüli félvezető szigetelőképessége ideiglenesen leromlik, és a gate töltése eloszlik. Az eredmény

sőbb általában a 10. év garantált információ őrzési időt találtak meg az ismertetőkből. Viszont továbbra sem adtak meg egy másik fontos adatot, a lehetséges törlések, újraprogramozások számát. Mivel ilyen adat nem szerepelt, elterjedt egy tévhit, miszerint az EPROM törlés/újraírás ciklusai lehetséges száma nincs korlátozva. John D. Lenk könyvében [1] a 102. oldalon olvasható a következő mondat: „The erasure and reprogramming process can be repeated as many times as required” – azaz a törlési és újraprogramozási folyamatot annyiszor lehet ismételni, ahányszor kívánjuk. Még egyértelműbb a korlátlan számú újraprogramozhatóságra utalás egy NEC katalógusban [2], a 16. oldalon: „The EPROM can then be reprogrammed any number of times” – vagyis az EPROM



43. ábra

a csip üres, programozatlan állapota – az EPROM-ot töröltük (az előzőekben említett módon az EPROM-ok többsége ilyenkor minden biten 1-t tartalmaz, kiolvasva minden rekeszében FFh található). Mivel az ultraibolya fény nem irányítható rá az egyes rekeszekre, természetesen a teljes memóriaterület törődik egyszerre (nem szelektív törlés).

Az EPROM napfény hatására is törődik, sőt, a fénycsöves világítás hatására is szökik az eltemetett gate töltése – ajánlott ezért beprogramozás után leragasztani az ablakot. A gyári előírások szerinti törlés 15...20 percre tart, ha UV fényforrástól 25...30 mm-re helyezzük el az EPROM-ot. Az ajánlott hullámhossz 200...400 nm közötti. A leghatékonyabb a 253,7 nm-es UV fény.

Sajátságos, hogy az EPROM-katalógusok hosszú ideig nem tartalmaztak adatot arra, mennyi ideig őrzi meg tartalmát a beprogramozott áramkör – ké-

azután tetszés szerinti esetben újra programozható. Ezeket a félreértéseket részben a gyártók tapasztalatlansága is erősítette – a NEC pl. jelentős EPROM gyártó! A valóság sokkal szerényebb adatokkal szolgál. Az EPROM-ok általában csak néhány 100-szor programozhatók újra, mert a törlési folyamat olyan „szemetet” hagy maga után a lebegő gate körüli szigetelőben, ami rontja a bitcella működését, eltolja a közbenszintjét, felfokozza az elektronok elvándorlását.

Az EPROM a mikroszámítógépben többnyire csak „olvasódik”, a logikai rajzokon (42. ábra) is többnyire csak a kiolvasáshoz szükséges csatlakozókat rajzoljuk meg (a programozáshoz szükségeseket általában nem).

Már az első EPROM-ok is rendelkeztek stand-by állapottal, amit a csip-aktivizáló jel automatikusan kivált, ha az IC nincs kijelölve. A CMOS válto-

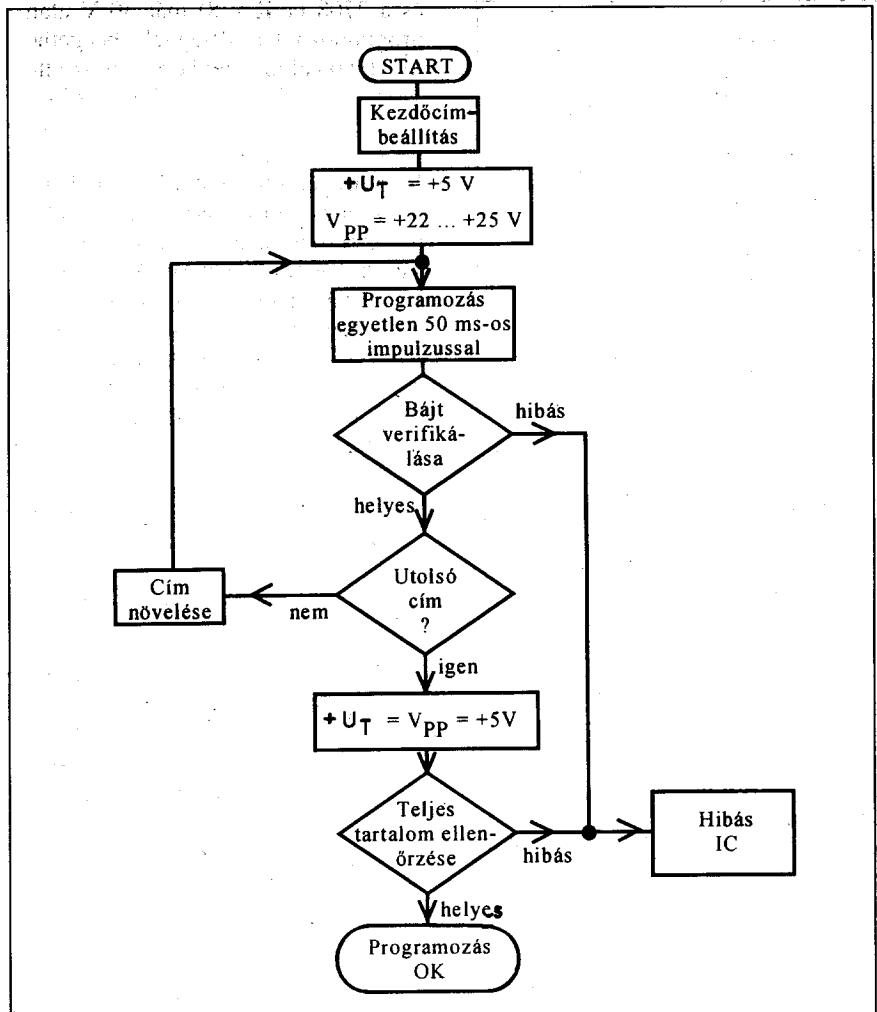
zatok kifejlesztése után a stand-by állapot jelentősége megnőtt. Ezeknél a működési és a kikapcsolt állapotbeli tápáram akár több nagyságrendnyit is különbözik egymástól.

## 7.2. Az EPROM programozása

Bár az EPROM működési elve nem változott az utóbbi két évtized alatt, a programozás technikája sokat fejlődött. Az EPROM minden változata szavanként, rekeszenként programozható. A programozáshoz a rekesz címét a címbemenetekre kell vezetni, a beírandó tartalmat az adatpontokra, az IC-re programozó feszültséget kell kapcsolni, majd egy adott időtartamú programozó impulzust kell kialakítani egy meghatározott IC-lábon. Bár ezeket a lépéseket minden esetben végre kell hajtani, mégis jelentős különbség van a hajdani és a mai EPROM-ok programozása között.

Az első NMOS EPROM-ok, a 2704, 2708 az ún. korai EPROM programozási algoritmussal kezelhetők (43. ábra). Itt a programozó impulzus 26 V-os, és legfeljebb 0,1...1 ms-ig tarthat. Egy rekesz programozási időigénye 100 ms, ezért ciklikusan kellett megoldani a programozást (egy rekesz közvetlenül egymás után nem kaphatott programozó impulzusokat). Ezt a módszert a mai programozó készülékek már nem ismerik.

A következő csoportot az Intel 2716 nyitotta meg – ezek az ún. normál algoritmussal programozható EPROM-ok (44. ábra). Ez már TTL programozó impulzust alkalmaz, egy rekesz egyetlen lépésben beprogramozható; a programozó feszültség is alacsonyabb. Ha verifikálaskor, vagy a végső ellenőrzésnél egy rekeszben nem



44. ábra

találjuk meg a beírt adatot, az algoritmus az EPROM-ot hibásnak minősíti (a felhasználó azonban nem, ilyenkor a makacs rekeszt még egyszer megkísérli beprogramozni – hiszen ebben a helyzetben már nincs vesztenivaló). A normál algoritmust eredetileg 50 ms-os programozó impulzussal használták,

később 10 és 5 ms hosszúsággal is javasolták az újabb termékekhez.

Az EPROM programozása lineáris művelet. A lebegő gate-re kerülő elektronok ott megőrződnek, ezért azok az EPROM-ok is beprogramozhatók rövidebb impulzusok sorozatával, amelyekre egy hosszú impulzust írnak elő.

## HORNOS Kft. Alkatrész-nagykereskedés [www.dunaweb.hu/hornos](http://www.dunaweb.hu/hornos)



Üzleteink: Vác, Zrínyi u. 39. Tel:(27) 314-212 Fax:(27) 317-212 [hornos@dunaweb.hu](mailto:hornos@dunaweb.hu)  
Nyitva: hétfőtől–csütörtökig 7.30–16.00, pénteken 7.30–13.00 óráig

Új!

Bp. XIII., Hegedűs Gy. u. 105. Tel/Fax: (1) 320-50-50 [hornos@elender.hu](mailto:hornos@elender.hu)  
Nyitva: hétfőtől–péntekig 7.30–15.30 óráig

Új!



G.B.S. olasz távszabályozók kizárólagos forgalmazója.  
TV-Video-Sat-HIFI távszabályozók széles választéka!



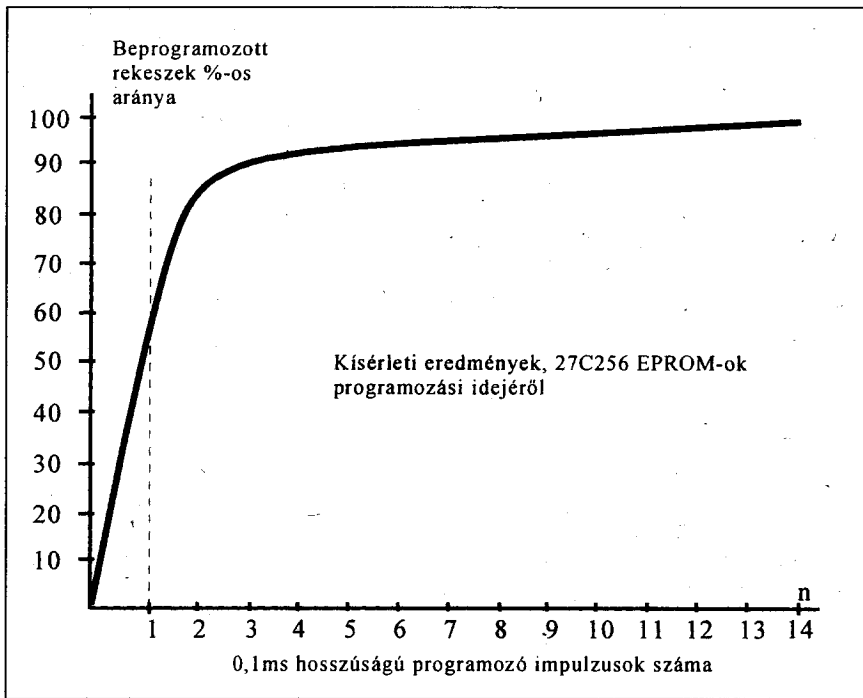
Weller forrasztástechnikai anyagok.  
Pákák, hegyek, fűtőbetétek stb.

szervizkönyvek, sokszorozók, sorkimenők, távszabályozók, gumilapok, videó- és audiófejek, nyomógörgők, ékszíjak, idlerek, kuplungok, fogaskerekek, csatlakozók, hangszórók, IC-k, tranzistorok, FET-ek, diódák, ellenállások, kondenzátorok, kamera- és GSM-akkumulátorok, hálózati transzformátorok felújítása, műszerek, szerszámok stb.

...nálunk egy helyen megvásárolhat mindent, ami a javításhoz szükséges... **most már Budapesten is!!!**

**SANYO FISHER SONY JVC KENWOOD aiwa SAMSUNG SHARP ORION TOSHIBA AKAI**

alkatrészek közvetlenül a gyártóktól. Ezért nálunk a legolcsóbb!



45. ábra

Ha pl. 0,1 ms hosszúságú impulzusokkal próbálkozunk, érdekes eredményre juthatunk. A 45. ábrán az látható, hogy egy 27C256 rekeszeinek több mint a fele egyetlen ilyen impulzus hatására

befogadja az adatot, a többi azonban igen makacsnak bizonyul.

A nagy kapacitású EPROM-oknál nincs idő arra, hogy minden rekeszről kivájrjuk a leghosszabban beprogra-

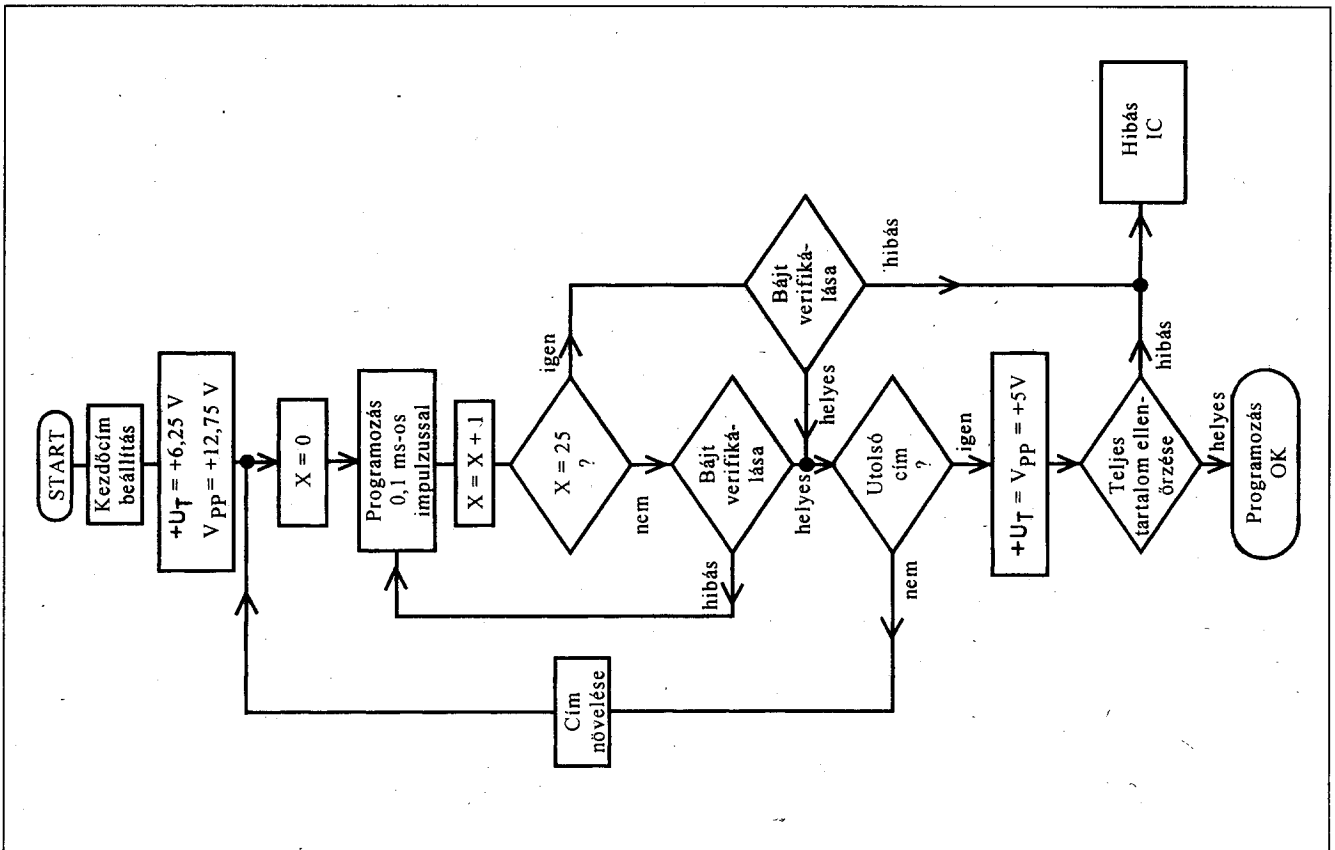
mozható rekesz miatt szükséges időt. Így a korszerű programozási eljárás (intelligens programozó algoritmus) ismét a sorozatos, rövid impulzusokkal operáló megoldás lett, de minden próbálkozás után azonnali verifikációval.

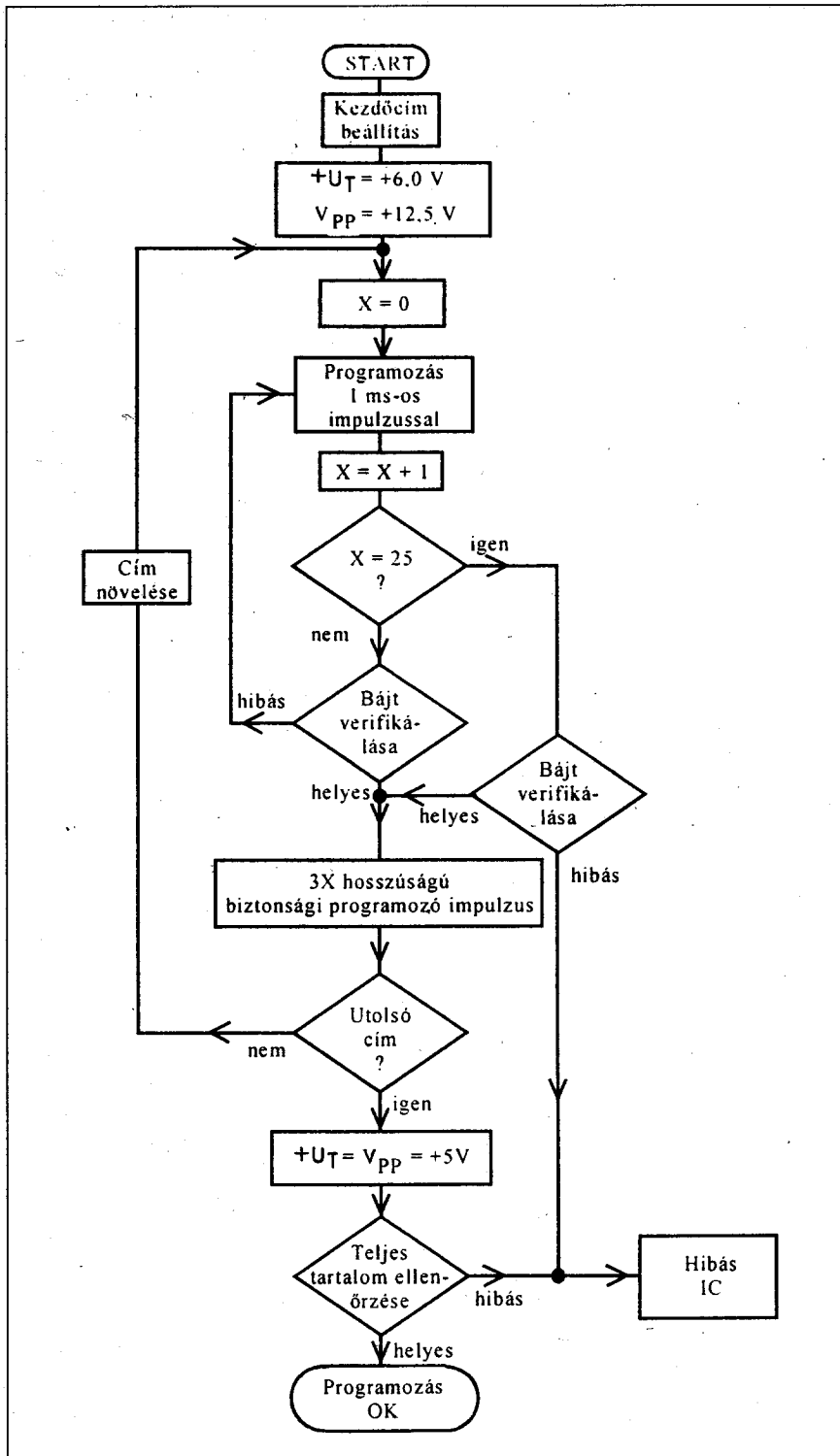
A következőkben néhány jellegzetes intelligens programozó algoritmust mutatunk be. Közös jellemzőjük a 12 V körüli programozó feszültség és a tápfeszültség megemelése programozás közben.

Igen gyors programozást tesz lehetővé az *Intel Quick Pulse algoritmus* (46. ábra). 0,1 ms-os impulzusokkal végzi a programozási kísérleteket és legfeljebb 25-ször próbálkozik egy rekesznél. Ha a programozás elkészült, normál olvasási folyamatban is ellenőrzi a memória tartalmát.

Lassúbb, de rendkívül megbízható algoritmus az *Intel Intelligent eljárás* (47. ábra). A próbaimpulzusok hosszabbak (1 ms), s ha egy rekesz verifikálásakor úgy tűnik, hogy befogadta az adatot, egy meglehetősen hosszú biztonsági égetés következik még. Ha a rekesz  $x$  db 1 ms-os impulzus hatására fogadta be a tartalmát, a ráprogramozás

46. ábra





47. ábra

egy 3x hosszúságú impulzussal valósul meg!

Más gondolatmenetet követ az *Atmel* intelligens programozási megoldása, a *Rapid algoritmus* (48. ábra). Először 0,1 ms hosszúságú impulzusokkal végigprogramozza a teljes EPROM-ot,

közbeeső verifikálások nélkül. Ezután következik egy bajtonkénti verifikálás – ahol kell, további programozási lépésekkel. Mindezt követi egy normál kiolvasással végrehajtott végső teszt.

A törlést kvarclámpával is meg lehet oldani, kb. 25...30 mm távolságból,

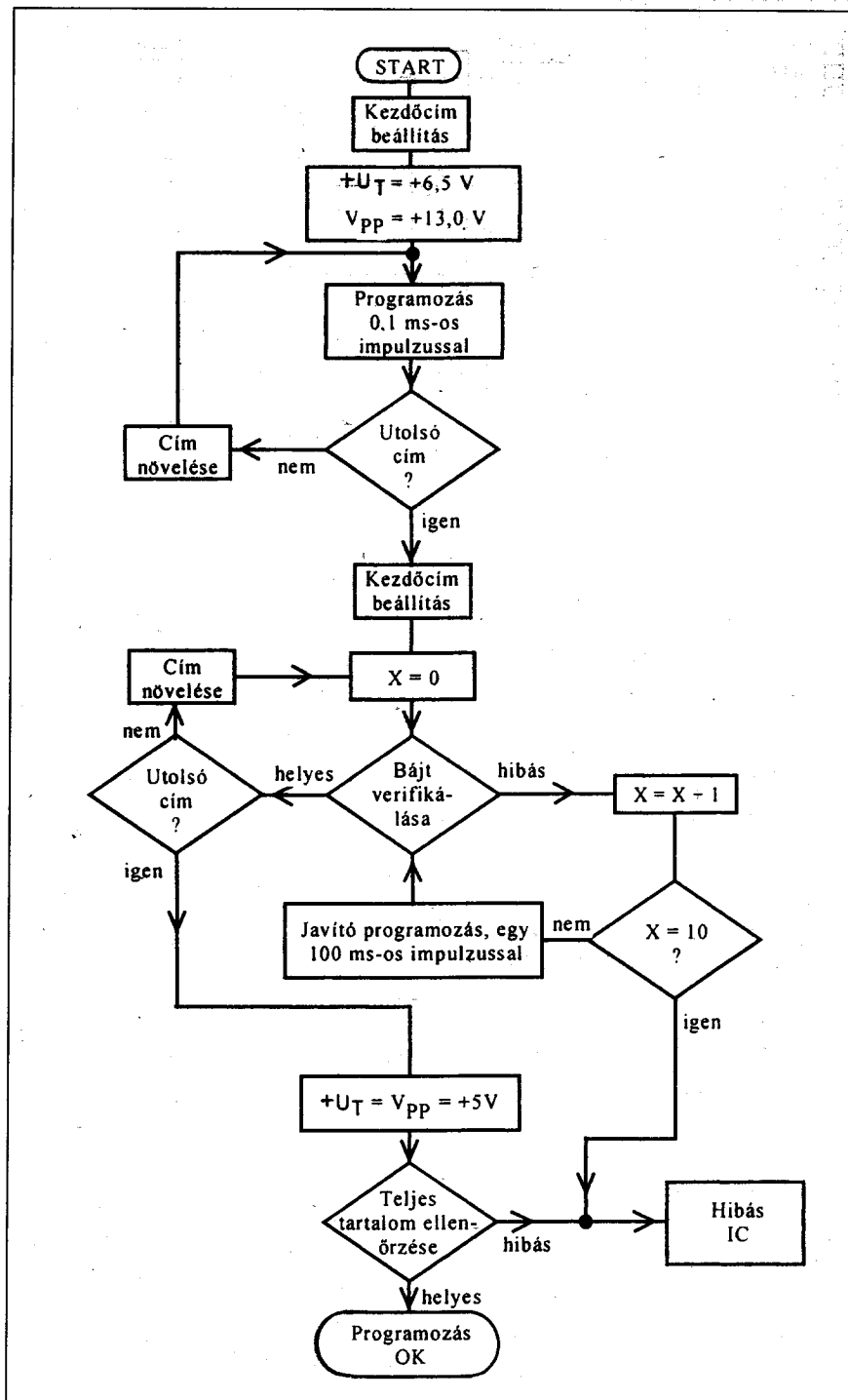
15...20 perc alatt. A kvarclámpába fűtőtesteket építenek be előtét ellenállásként, ezek az EPROM-ot túlhevítetik. Ez ellen egy 200 W-os izzót célszerű a kvarclámpával sorbakötni [3]. A gyári törlőkészülékekbe általában egy mechanikai kapcsolóórát is beszerelnek, azon lehet beállítani a törlési időt. Az olcsóbb törlők 15...20 perc alatt végzik el az EPROM törlését, a nagyobb teljesítményűek 5...6 perc alatt. Léteznek különleges eszközök is, melyekkel az EPROM 60...70 másodperc alatt törölhető.

### 7.3. Az EPROM-ok fejlődése

A korai változatok után hamarosan egységes lett az EPROM kezelése, lábkiosztása – egy ipari szabvány jött létre. Az NMOS EPROM-ok 27XX típusjelében az XX a kapacitást mutatja, Kbit-ben. Mivel az EPROM gyorsan népszerű lett, a fejlesztők egymás után jelentek meg a mind nagyobb kapacitású áramkörökkel. A 2764, 27128, 27356, 27512 már többnyire CMOS változatban készült – a típusnév ezért 27C64, 27C128 stb. Megjelentek a Mbit-es áramkörök, ezek legtöbbje 8 és 16 bites szóhosszúsággal is beszerezhető. A 27C800 8 Mbit-es EPROM, vezérelhető 8 vagy 16 bites szóhosszal. Hasonló módon kezelhető a mai egyik legnagyobb EPROM is, az SGS-Thomson M27C160 áramköre, mely az egyik lábára vezetett jel logikai szintjétől függően vagy 2M × 8 vagy 1 M × 16 bites áramkörként működik.

A korábbiakban láttuk, hogy a gyártók többé-kevésbé eltérő algoritmusokat ajánlanak termékeikhez. Annak érdekében, hogy a programozó készülék felismerje az EPROM-ot és így a megfelelő procedúrát tudja alkalmazni, az EPROM-okba azonosító kód került. Ez nem a normál memóriaterületen van, csak olvasható információ. Előcsalogatásához az A9 címbevezetésre +12 V-ot kell kötni. Ekkor az A0 = 0 mellett kilép az adatpontokon a gyártó azonosító kódja, az A0 = 1 mellett pedig az IC típusjelének megfelelő azonosító kód.

Természetesen az egyre nagyobb kapacitású EPROM-ok egyre nagyobb tokokat kívántak meg. A programozó készülékek használata miatt az EPROM-ok többsége DIL tokozású, a 24 lábúakat követték a 28, majd a 32 kivezetésesek. A fejlesztést úgy oldották meg, hogy a nagyobbak foglalatába a



48. ábra

kisebkek mindig behelyezhető – így a felhasználói berendezésbe a mindenkori feladatnak megfelelő EPROM-ot lehet behelyezni. Ez megfigyelhető a 49. ábrán is, ahol egy 24 és egy 32 kivezetéses EPROM lábkiosztását láthatjuk. Az EPROM lábkiosztás annyira általánossá vált, hogy más, 8 bites memóriáknál is ehhez alkalmazkodnak (SRAM, EEPROM, Flash).

Az EPROM-ok sajátos csoportját alkotják azok az áramkörök, melyeket zárt műanyag tokban forgalmaznak. Ezek nem törölhetőek, azaz csak egyszer programozhatóak (One Time Programmable, OTP). A törölhető, kvarcablakos EPROM árának jelentős részét a különleges tokozás teszi ki – a műanyag tokozású OTP EPROM-ok igen olcsó elemek. Az olcsó OTP vál-

tozatok megjelenése pecsételte meg a PROM-ok sorsát is.

Időről időre felvetődik annak a lehetősége, hogy az OTP EPROM-ot röntgensugárral kellene törölni. Elvileg a törlés elvégezhető, de a szakemberek óva intenek az ilyen kísérletektől. A röntgensugárzás igen széles spektrumot jelent, a lágy sugaraktól a keményekig. A lágy röntgensugárnál a hatás bizonytalan, a kemény behatol a szilícium belsejébe és roncsolja a félvezető szerkezetet. Az emberi egészségre a röntgensugárzás igen veszélyes – mindez mondatja a szakemberekkel, hogy inkább mondjunk le a próbálkozásokról.

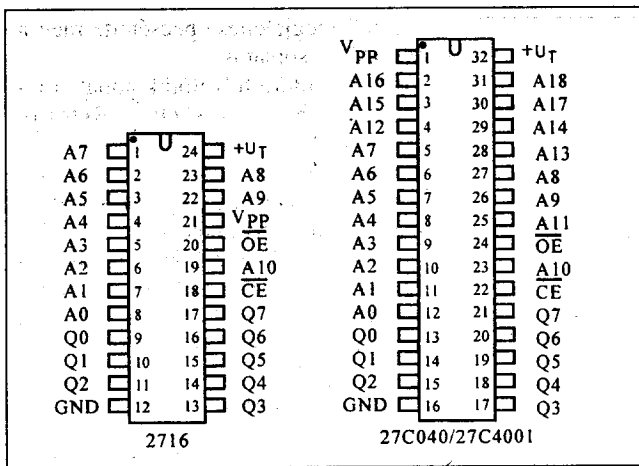
Felvetődött azonban egy másik érdekes ötlet az EPROM törlésével kapcsolatban. Ha mindig hordunk a zsebünkben EPROM-ot, rendszeresen ellenőrizzük a tartalmát, s egyszer rejtélyes törődést tapasztalunk – biztos, hogy olyan helyen is megfordultunk, ahol az emberi egészségre is káros mértékű sugárzás ért bennünket!

#### 7.4. Különleges EPROM-változatok

Az EPROM-kapacitás növekedése az áramkör csatlakozópontjai száma szaporodásával jár együtt. Néhány típusnál a címponok számát úgy csökkentették, hogy kombinált, multiplexelt adat/cím bevezetéseket alakítottak ki. Az ötlet nem volt újkeletű, hiszen már az Intel 8085-ös mikroprocesszora is ilyen buszmegoldást alkalmazott, a mikrovezérlők pedig mind így kezelik a külső memóriákat. Ha egy multiplexelt adat/cím busszal rendelkező eszközhöz normál kialakítású EPROM-ot kell felhasználnunk, külső tárolóval kell a címértéket a gépi ciklusok idejére tárolni (azaz a buszrendszer demultiplexelni kell, ld. 50. ábra). Ha az EPROM maga kezelni képes a multiplexelt adat/cím buszt, a teljes rendszer nagymértékben leegyszerűsödik. Az 51. ábrán az Intel 87C257 (256 Kbytes) multiplexelt buszrendszerű EPROM-ja látható, amint közvetlenül csatlakozik a 8085 kombinált buszkivezetéseihez.

A RAM-ok vizsgálata során láttuk, hogy a memória kiolvasását felgyorsítja a burst jellegű kezelés. A burst-működésre azonban a CPU-t is fel kell készíteni. Ha pedig a processzor már alkalmas a burst-olvasásra, előnyös, ha az EPROM-ot is így tudja kezelni – ezért kifejlesztették a burst EPROM-ot



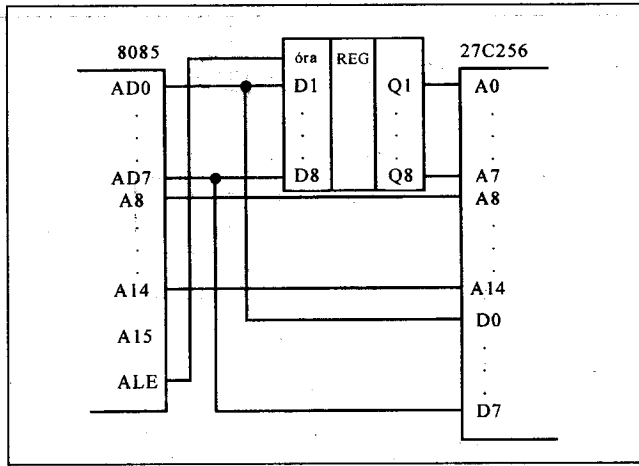


49. ábra

is. Ez szinkron EPROM, mely egy címet kap a CPU-tól, s erre négy rekesz tartalmának kiküldésével reagál (52. ábra). A National Semiconductor burst EPROM-jai két módon is kezelhetők. Kiolvashatók hagyományos EPROM-ként is, de tudnak burst jelleggel is működni! Az órajel számja az első olvasásnál 4, azután 1 – 1. A burst EPROM óraciklus igénye tehát a következő: 4 – 1 – 1 – 1.

A nagy kapacitású EPROM-ok egy részét lapozással lehet kezelni. Az Intel 512 Kbit-es, normál felépítésű EPROM-ja a 27512 (64 K × 8 szervezésel). A lapozásos változat a 27513. A 27513-ban egy lap 128 Kbit-es, 16K × 8 szervezésű; az áramkör úgy kezelhető, mintha négy 27128-ast egy csipre helyeztek volna. A 27512 16 címbemenettel készül (A0 ... A15), a 27513-nál csak 14 címbitet találunk (A0...A13); és egy új vezérlő jelet – ez a , a lapkiválasztást engedélyező jel. A lapcímet a D0, D1 csatlakozóponton át lehet beküldeni, az az áramkörben tárolódik és átírási érvényes. Az 1 Mbit-es EPROM lapozásos változata nyolc lapból áll, itt már három adatponton át érkezik a lapcím az IC-be (53. ábra).

Kimeneti regisztert több gyártó is beépít egyes EPROM-jaiba. Ebből a csoportból a Cypress Registered EPROM változatát mutatjuk E család egyik képviselője a CY7C235, amely 1 K × 8 szervezésű áramkör (54. ábra). Az áramkör kétfokozatú (master-slave) kimeneti regisztert tartalmaz. Tápfeszültség bekapcsolásakor az EPROM kimenetei lebegnek. Az olvasási ciklus eredményeként a megcímezett rekesz tartalma a regiszter master fokozatába kerül, onnan az órajel (CP) hatására lép át a slave fokozatba, és ekkor jelenik

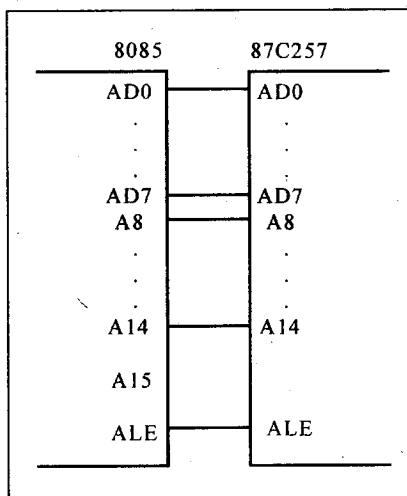


50. ábra

órajellel a következő kívánt rekesz tartalma már beírható a kimeneti regiszter master fokozatába, miközben az áramkör kimenetein még az előző érték van jelen (a slave tartalmaként). Az bemenet hatására a kimenetre kerül az inicializáló regiszter tartalma. Ez egy 1025. rekesze a memóriának, normál olvasással nem érhető el. Ez a vezérlő jel a kimeneti regiszter mindkét fokozatába betölti az inicializáló regiszter tartalmát.

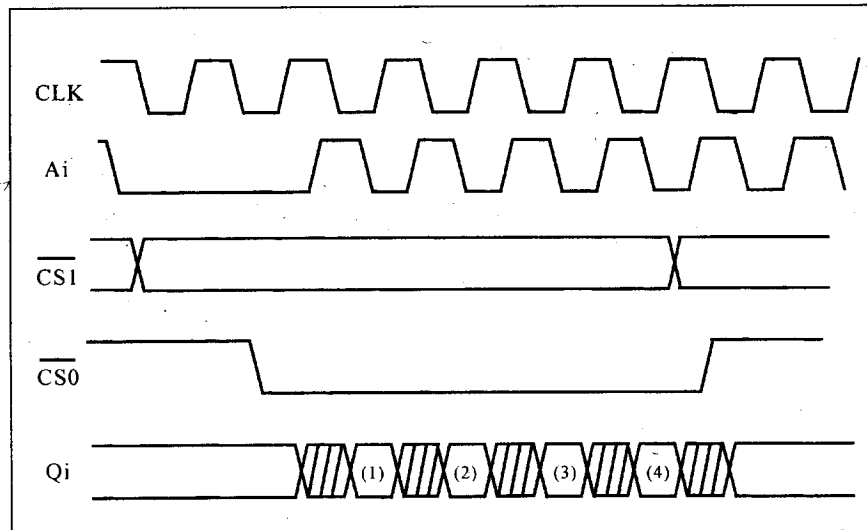
A digitális integrált áramkörök harminc éven át az egység +5 V tápfeszültségről működtek. Az utóbbi 4-5 évben következett be ezen a téren jelentős változás – ma a digitális készülékek többsége már 3,3 V-ról működik, de sok áramkör 2,7 V-os, sőt még kisebb tápfeszültséget igényel csak.

Az EPROM-ok felett lassan eljár az idő – előbb az EEPROM, majd a Flash memóriák kezdték ki a népszerűségü-

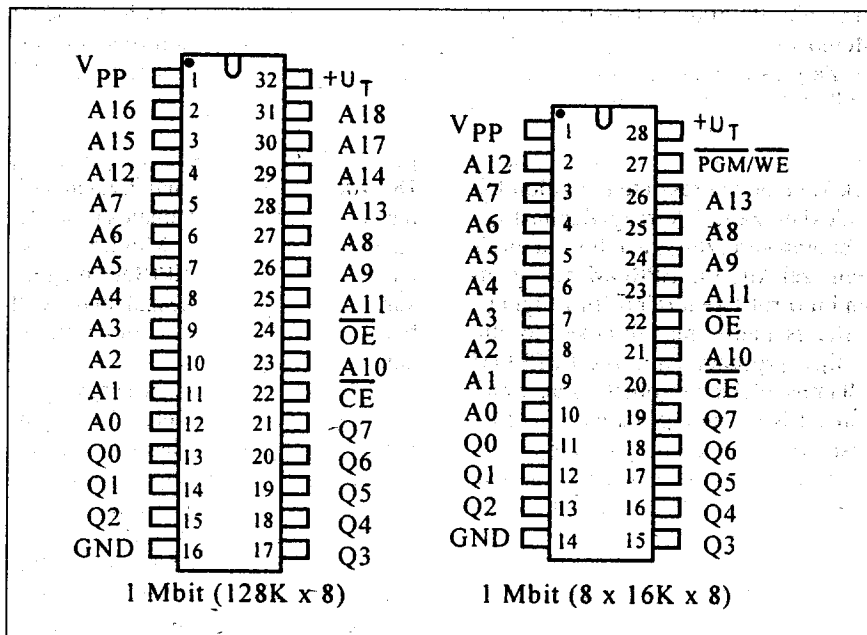


51. ábra

meg a kimeneteken is. A kimenet kezelhető az  $\bar{E}$  aszinkron és az  $\bar{E}s$  szinkron kimenet-engedélyező jellel is. Az



52. ábra



53. ábra

ket. A gyártók azonban még mindig fejlesztik ezt az áramköri csoportot is – így természetesen megjelentek az alacsony tápfeszültségű változatok.

A csökkentett tápfeszültségre a típusjelben V betű utal, pl. a 27LV26 a Microchip 3,3 V-os EPROM-ja. Mivel ezek az áramkörök CMOS csipek, a

3,3 V csak névleges tápfeszültség, az eszköz szélesebb feszültségtartományban használható.

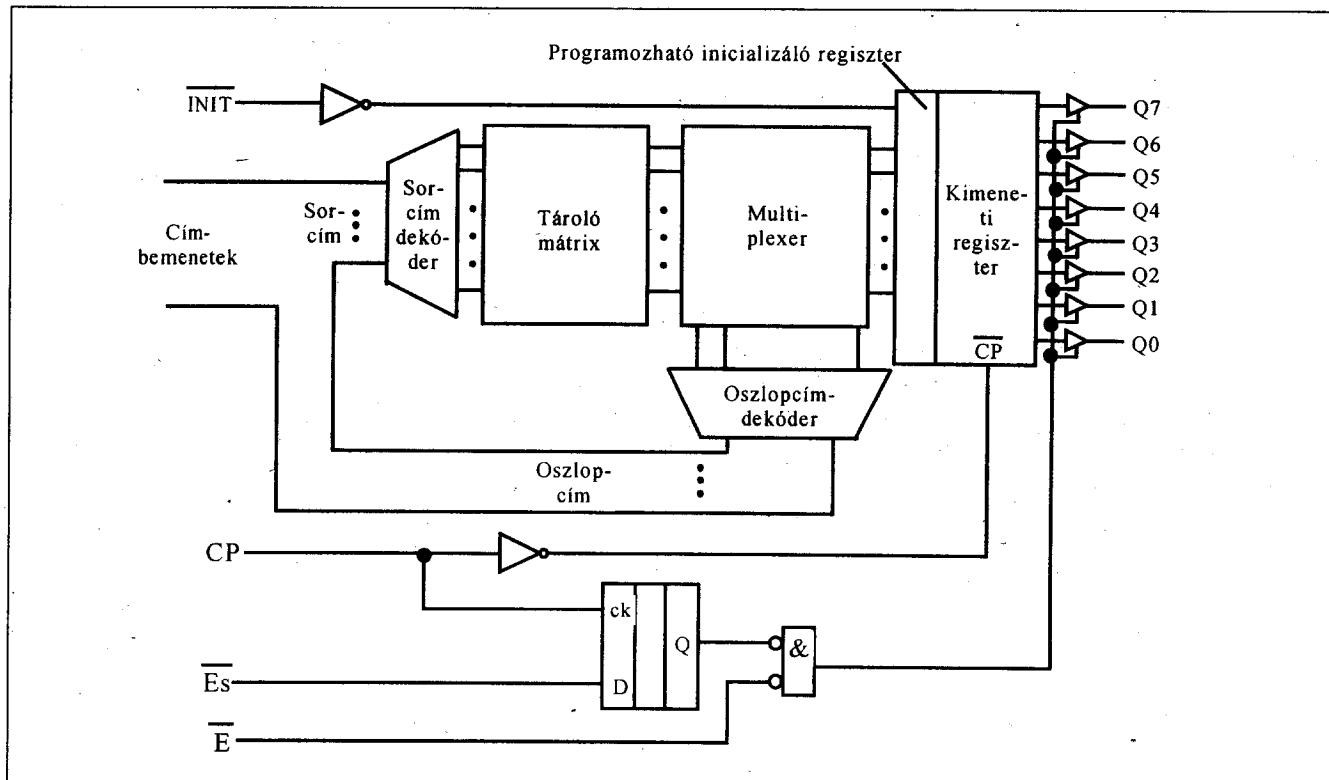
Egy másik új jelenség a digitális áramkörök világában a soros adatkezelés terjedése. A sorosan kommunikáló áramköröket nem a nagysebességű PC-k és munkaállomások számára fejlesztik,

inkább a mikrovezérlők környezetében alkalmazzák ezeket. A mikrovezérlő a külső memória kezelésekor, ha az hagyományos kialakítású, nagyszámú portpontját kénytelen feláldozni erre a célra; míg soros adatkezelésű memória használata esetén 2...3 csatlakozópont elegendő erre a feladatra.

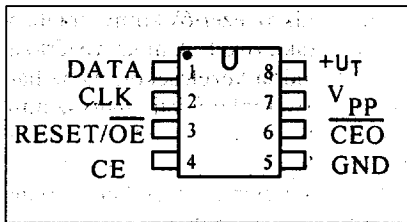
Az EPROM-ok között is találunk soros adatkezelésűeket, így pl. a Microchip 37LV36/65/128 áramköreit. Ezek egyúttal csökkentett tápfeszültségű (3,0 V...6,0 V között működhetnek), olcsó műanyag tokozású OTP EPROM-ok, 8 kivezetésű DIL tokozásban (55. ábra). A kapacitásuk a fenti sorrendben 1 K × 32, 2 K × 32 illetve 4 K × 32. Olvasási működéskor a tápáramuk 10 mA, stand-by állapotban csak 0,1 mA-t vesznek fel. Az adatlapon egy új paramétert is felfedezhetünk – az adatmegőrzés időtartama 200 év! A soros illesztő fokozat az órajel felfutó élénél fogadja illetve adja ki az adatbitekét, az órajel maximális frekvenciája 10 MHz.

### 7.5. Az EPROM programozása a felhasználói készülékben

Az EEPROM-ok kifejlesztését, elterjedését megelőző években is felve-



54. ábra



55. ábra

tódott annak az igénye, hogy egy nem-illanó memóriába maga a felhasználó mikroszámítógép legyen képes adatokat beírni – pl. tartós információmegőrzés céljából. Kísérletek történtek az EPROM ilyen jellegű felhasználására is. Az Intel második generációs mikrovezérlői a 8051 család tagjai. A nagyobb kapacitású 8052 változatot komplett számítógépként is forgalomba hozta a gyártó – ekkor egy BASIC interpreter volt a mikrovezérlő belső programmemóriájába beégetve. A 8052AH-BASIC mikrovezérlőhöz közvetlenül hozzá lehetett kapcsolni egy RS232 soros vonalon kommunikáló terminált s máris komplett számítógéppé vált – billentyűzettel, karakteres képernyővel –, s lehetett rajta BASIC programokat fejleszteni. Ehhez egy olyan áramkörü környezetet is ajánlott az Intel, ahol a 8052 mellett egy nagyobb SRAM is található a BASIC programok számára, s egy 2764 EPROM.

A 8052AH-BASIC programutastásai között ugyanis olyanokat is találunk, melyek a SRAM-ból a felhasználó programját betöltik az EPROM-ba! Ehhez a panelre kívülről kell bevezetni a programozó feszültséget, de minden más teendőt maga a BASIC interpreter végez el.

Az újabb EPROM-ok egyszerűbbé teszik a beépített programozást, hiszen kisebb lett a programozó feszültség, rövidebb impulzusokkal végezhető el a beírás. Az Atmel, az SGS-Thomson is foglalkozik az on-board programozás lehetőségével, erre a célra módosított intelligens programozási algoritmusokat és különlegesen alacsony programozó feszültségű memóriáramköröket dolgoztak ki.

## 8. Az EEPROM

Az EEPROM (másik szokásos megjelölése szerint az E2PROM) elektromosan programozható és törölhető, csak olvasható memória (Electrically

Erasable Programmable Read Only Memory).

Zárt, akár műanyag tokozással készülhet, hiszen a programozása is és a törlése is villamos jelekkel valósul meg. Kiküszöböli az EPROM törlésének kellemetlen részleteit, a külön készülékben zajló UV megvilágítást negyedórán keresztül, s azt, hogy a törlés nem szelektív (az EPROM-nál egyetlen bit 0-ról 1-re történő átírás igénye esetén is a teljes memóriát kell törölni és újra programozni). Az EEPROM villamos jelekkel törölhető, s akár bájtanként is elvégezhető a tartalma módosítása. Az alacsony programozó feszültség a későbbiekben azt is lehetővé tette, hogy az EEPROM-ot a felhasználói készülékben a processzor programozza át. Sokan ezért az EEPROM-ot már írható/olvasható memóriának tekintik, kissé elnyújtott olvasási ciklusidővel.

A bitcella itt is eltemetett gate-re épül, de a beprogramozása (feltöltése) is és a törlése (kisütése) is a Fowler-Nordheim által leírt tunnel (alagút) effektusra épül. Az első generációt az RCA CDP1842C áramköre képviselte, mely 256 x 8 kapacitású áramkör volt, és 4...6,5 V közötti tápfeszültségről működött. Üres, programozatlan állapotban minden bitje 0 értékű volt, bájtanként lehetett programozni. Törlése villamos jelekkel történt, nem szelektív módon! (Mai ismereteink birtokában azt mondhatjuk, hogy az RCA az EEPROM előtt (helyett) először a flash memóriát találta fel!)

A programozáshoz 18 V feszültséget kellett rávezetni, amit – sikertelenség esetén – 1 V-os lépésekben akár 28 V-ig is lehetett emelni. Hasonló algoritmusra volt a törlésnek is, de törléskor az induló feszültségérték 90 V volt, az 1 V-os lépésekkel pedig akár 200 V-ig is emelhetők!

A mai EEPROM-ok valódi őse az Intel 2816. Ez az áramkör nagy értékű

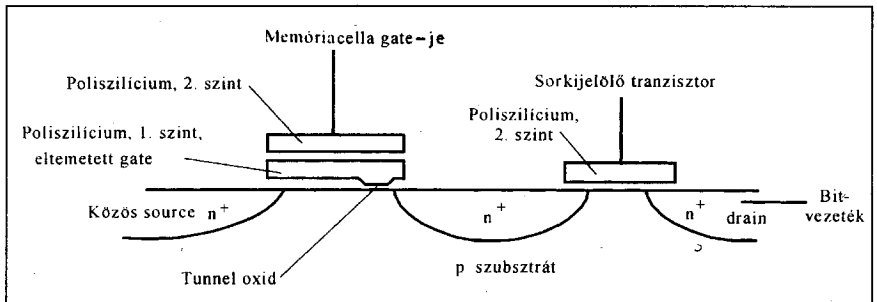
(21 V) külső programozó feszültséget és külső törlés-, programozás időzítést igényelt. A beírás előtt a bájtot törölni kellett (azaz FFh értékre kellett beállítani), így egy bájt beírása két teljes programozási ciklust igényelt, 18...100 ms időtartammal. Ezalatt a címet és az adatot folyamatosan az IC lábaira kellett vezetni. Mindez azt jelentette, hogy ez az EEPROM még inkább a programozó készülékben volt beírható, nem a felhasználói készülékben.

A következő lépés volt az egytápfeszültségű EEPROM, melynél a programozó feszültséget egy belső „töltésszivattyú” (Charge Pump) állítja elő. Szintén belső áramkörre vált a törlés, programozást időzítő vezérlő egység, s mindezekhez természetesen kialakították az EEPROM-ban a belső cím- és adattároló részleteket is.

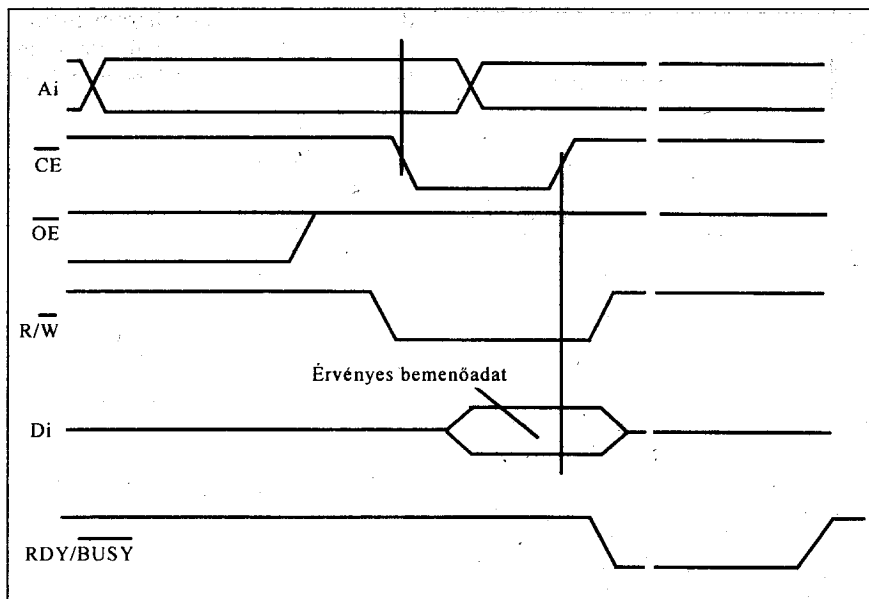
A további fejlesztés eredményeképpen különféle megoldásokat építettek be az EEPROM-ba, amikkel azt akadályozzák meg, hogy hamis írási működések adatvesztést okozzanak az áramkörben.

A bájtírás előkészítésekképpen be kell küldeni a címet és a tartalmat az EEPROM-ba, majd el kell indítani a műveletet – az előtörlést majd a beírás a belső vezérlő és időzítő oldja meg. Eközben a külső áramkörnek megdölni kell a figyelemmel kísérni, hogy elkészült-e az EEPROM. A korábbi EEPROM-oknál az adattáblakon át, letapogatással lehetett ezt megtenni, majd megjelent a foglaltságot jelző kimenő flag is. A letapogatásos módszer (data polling) a D7 pontot is használhatja (itt az írási folyamat közben a beírandó D7 bit negáltja olvasható le, a beírás megtörténte után a valódi érték), vagy a D6 rendszeres olvasásával (ez a bit minden olvasási kísérletkor komplementálódik, ha az írási folyamat még tart).

Az EEPROM-ok belső felépítése, törlési és programozási megoldása már



56. ábra



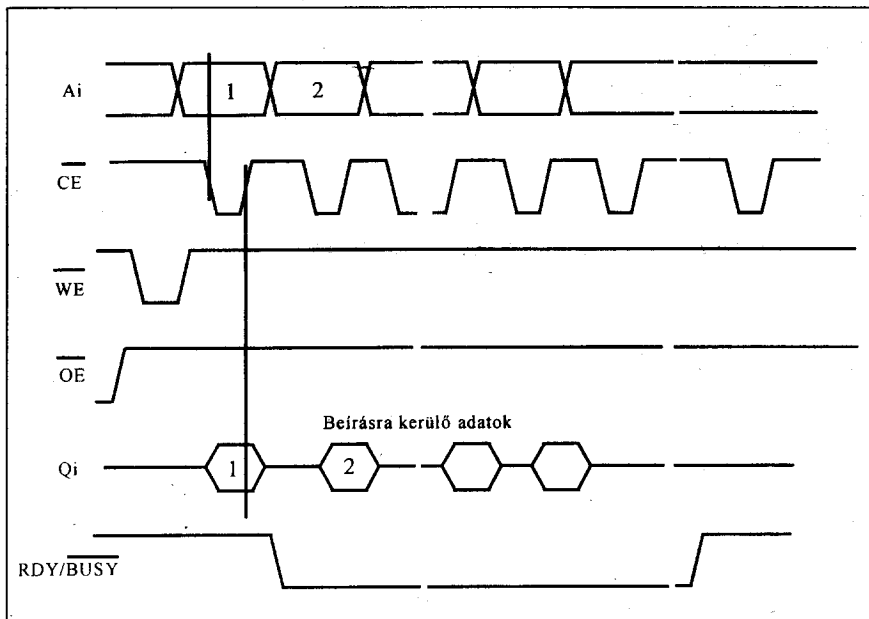
57. ábra

tarkább képet mutat, mint az EPROM-ok esetében. Ezért különösen fontos, hogy a programozó készülék felismerje az EEPROM típusát, gyártóját. Az EEPROM-okba is beírják az azonosító kódot, amit ugyanúgy lehet kiolvasni, mint az EPROM áramköröknél.

### 8.1. Az EEPROM bitcella működése

Az EEPROM bitcellájában az adatot ugyanúgy lebegő gate-tel kialakított FET őrzi, mit az EPROM-nál. Az alapvető eltérés abban van, ahogyan az elektronok a lebegő gate-re kerülnek

illetve ahogyan onnan eltávolíthatók. Ehhez vékonyabb szigetelő réteget kellett kialakítani a szubsztrát és a gate között. Ezt nem a gate teljes felületén, hanem egy kis részén tették csak meg, a lebegő gate így nyerte el jellegzetes alakját (56. ábra). A gate oxidban így a programozás, törlés alatt sem túl nagy az átlagos térerősség, elkerülhető a FET letörése. Az EEPROM bitcellában a bitet tároló, eltemetett gate-es tranzisztoron kívül egy második tranzisztorra is szükség van, így ez a memória típus két tranzisztort használ egy bit tárolására.



58. ábra

A törlés és az írás folyamata hasonlóan valósul meg, csak az alkalmazott feszültség polaritása változik. Ha a memóriacella gate-jére kerül a 20 V körüli programozó feszültség, a bitvezeték pedig GND-re kapcsolódik, a 90...125 nm vastag tunnelrétegben kb. 107 V/cm villamos térerősség alakul ki. Hatására elektronok lépnek át a vékony szigetelő rétegen keresztül (alagúthatás) a szubsztrátról az eltemetett gate-re; az feltöltődik. Ha fordított polaritással kapcsolódnak a feszültségpontok a cellára, akkor a tunnelrétegen át az eltemetett gate-ről az elektronok belépnek a szubsztrátba, az eltemetett gate kiürül. Az EEPROM-ok többségénél is logikai 1 felel meg a törölt állapotnak és 0 a beprogramozott helyzetnek.

A törlési/írási ciklus az EEPROM bitcellát fárasztja, koptatja. Minden ciklus után közelebb kerül egymáshoz a logikai 1 és a 0 küszöbértéke, egy bizonyos számú átírás után az olvasó erősítők nem tudják megkülönböztetni a cella két állapotát – a cella tönkrement. Az EEPROM jellegzetes adata az állóképesség (endurance), amely azt mondja meg, hogy adott feltételek között hányszor lehet a cellát átírni. Az EEPROM mechanizmus alapján az endurance elméleti értéke 2 millió ciklus körül van. A gyakorlatban azonban egyes bitcelláknál mindig előfordulnak olyan felvezető hibák, amik miatt az adott cella hamarabb meghibásodik.

Ha az áramkörnek van állapotjelző flag jele (RDY/BUSY), a bájttírás az 57. ábra szerint zajlik le. Az információ beírása nagyon hasonló a SRAM írási ciklusához - ezután az EEPROM belső egységei átveszik a vezérlést és belső időzítéssel történik meg az írási folyamat; erre utal az állapotjelző flag értéke. Ha egy cím és adat bevitelét követően azonnal új cím és adat érkezik, nem indul meg a belső írási folyamat, az EEPROM sorban tudja fogadni az információkat. Ilyen módon egy egész memórialap tartalma is beküldhető normál memóriairási sebességgel (lapozásos EEPROM írás, 58. ábra).

### 8.2. Védelmi megoldások a hibás átírások megelőzésére

Az EEPROM-nak sokszor évekig meg kell őriznie a beírt adatokat, miközben sokszor megtörténi a tápfeszültség be- és kikapcsolása. Ezek olyan helyzetek, amikor megsérülhet a tárolt tartalom. Hasonlóan veszélyes

esemény a tápfeszültségen megjelenő nagyobb negatív impulzus is. Az adatokat a legtöbb EEPROM-ban kettős védelem óvja, egy hardver és egy szoftver jellegű védelmi rendszer. Példaként az Atmel védelmi rendszeréről szólnak néhány szót. A hardveres védelem négy elemből áll:

- Háromvezetékes írásműködés-ki-váltás.

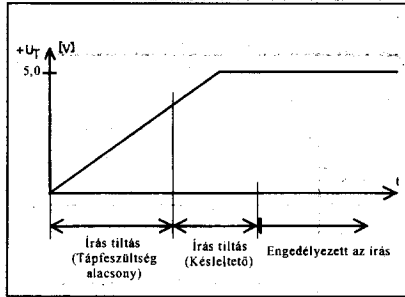
Ahhoz, hogy az EEPROM-ba írni lehessen, az **OE** jelnek **H** szinten kell lennie, a **CE** és a **WE** jelnek pedig **L** szinten (a jelkombináció véletlen alakulásának valószínűsége csekély).

- Tápfeszültség-szint-érzékelés.

Egy aktív áramköri részlet figyeli a tápfeszültséget, s ha a +5 V-os IC-nél a tápfeszültség értéke 3,8 V alá csökken, az IC nem fogadhat el írás- vagy törlés-ciklus kezdeményezést.

- Tápfeszültség-bekapcsolási késleltető áramkör.

A tápfeszültség növekedése során először a szintérzékelő tiltja az írás kezdeményezést. Amikor ez jelzi egy küszöbérték átlépését, egy időzítő kezd működni, ez további 5 ms-ig nem engedélyezi az írás parancs elfogadását (59. ábra).



59. ábra

- Zajszűrés a vezérlő bemeneteken.

Ha rövid, a **H** szint előírt alsó határa alatti impulzus alakul ki a vagy a bemeneten, azt a beépített szűrőáramkör eliminálja.

Egy pillanatra gondoljunk bele, hogy mindezt az EEPROM-ba beépítve kapjuk! És ez még nem minden, az adatvesztés ellen szoftveres védelem is lehetséges. Az Atmel (és a gyártók többsége) ezt úgy alakította ki, hogy a védelem vezérlése érdekében meghatározott címekre meghatározott tartalmakat kell (látszólagosan) beírni. Ezek a lépések az adott címen levő adatokat valójában nem változtatják meg! A vé-

delem aktivizálásához három memóriarási ciklust kell megvalósítani (ahhoz hasonlóan, mintha lapozásos írást készítenénk elő). Az aktivizáló szekvencia az Atmelnél a következő:

5555 címre → AA  
2AAA címre → 55  
5555 címre → A0.

Ezután minden írási kezdeményezést csak akkor fogad el az EEPROM, ha azt is ez a szekvencia vezeti be. A szoftveres védelem kikapcsolható, de ahhoz hat írási lépést kell a következő módon végrehajtani:

5555 címre → AA  
2AAA címre → 55  
5555 címre → 80  
5555 címre → AA  
2AAA címre → 55  
5555 címre → 20.

A szoftveres védelem a tápfeszültség kikapcsolása közben is hatásos marad, így jól kiegészíti a hardver védelmi megoldásokat.

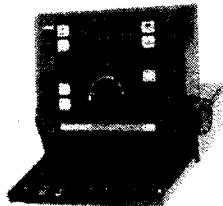
audio - video -  
koax csatlakozók  
kábelek  
nagyfrekvenciás  
csatlakozók  
multiméterek  
oszcilloszkópok  
RLC mérők  
optikai  
fordulatszámérők



video megfigyelő  
rendszerek  
panelkamerák  
CCD kamerák  
hagyományos  
és LCD monitorok  
osztók, tartozékok

## COMMED TRADE KFT.

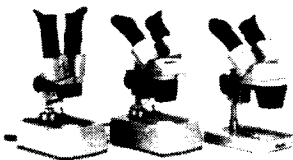
Elektronikai alkatrészek és készülékek nagy-, és kiskereskedése  
1145 BUDAPEST SZUGLÓ U. 49-51.  
TEL/FAX: 252-0758, 222-7000, 251-3556, 363-1299  
E-mail: [commed@mail.matav.hu](mailto:commed@mail.matav.hu)  
<http://www.hpconline.com/commed>



### UNILAP 100

Érintésvédelmi műszer  
-nyomtatóval (Unilap 100 Euro)  
-nyomtatóval és PC-kimenettel  
(Unilap 100 Euro DP)

SZTEREO ÉS LABOR  
MIKROSKÓPOK  
LABORFELSZERELÉSEK



Tektronix TDS 210-TDS 220  
Kétcsatornás oszcilloszkóp  
60 ill. 100 MHz

EGÉSZ ÉVBEN ÓRIÁSI MŰSZAKI BÖRZE:  
-BONTOTT AKTIV-PASSZÍV ALKATRÉSZEK  
-SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ESZKÖZÖK  
-ÚJ KERÉKPÁR ÉS AUTÓS FELSZERELÉSEK

BRESSER OPTIK csillagászati és hagyományos távcsövek kizárólagos képviselője

### 8.3. A fejlesztők küzdelme az EEPROM állóképessége növeléséért

A szabványos megfogalmazás szerint az állóképesség (endurance) azt mutatja meg, hányszor lehet az EEPROM-ot törölni és újraírni anélkül, hogy a fellépő hibák száma egy meghatározott szintet meghaladna. A JEDEC nemzetközi szabványosító szervezet 5%-ot ír elő ezekre a vizsgálatokra, de egyes gyártók még szigorúbbak a saját termékeik megítélésénél (a Microchip pl. 2,5%-kal dolgozik). Az EEPROM bitcellában, a tunneloxidban levő oxidcsapdák a véges működés elsődleges okai. Az áthaladó töltések egy részét a csapdák befogják. A töltések árnyékoló hatást fejtenek ki, a működtető feszültségek kevésbé hatnak az elektronáramra, eltolják a küszöbszinteket.

Az Exel kétféle EPROM-ot forgalmaz. Az egyik változatnál 100 átirást garantál csak a gyártó – ezek igen olcsó áramkörök. A 10 000 ciklust garantáló áramkörök drágábbak – azokban a többi gyártónál is szereplő megoldásokat használja az Exel is az endurance növelésére.

Márpedig lehet tenni valamit, mert a Microchip egyik kis áramköre, a 4 Kbytes, SPI illesztésű soros adatkezelésű EEPROM, a 25C040 10 millió törlés/átírás után is 200 évig garantálja az információ megőrzését! Az elméleti meghibásodási veszélyeket pedig egyik gyártó sem tudja elkerülni, a szigetelő réteg csapdái jelen vannak és befogják az elektronokat.

Az elméleti ciklusszám (a kétmillió endurance) minden felhasználót kielégítene, így a kutatások nem ennek a növelésére, hanem a gyakorlatban korábban kialakuló hibák hatásának megszüntetésére irányulnak. Ezek a megoldások a felhasználó számára láthatatlanok, ő csak azt érzékeli, hogy többször lehet az EEPROM-ot átirni.

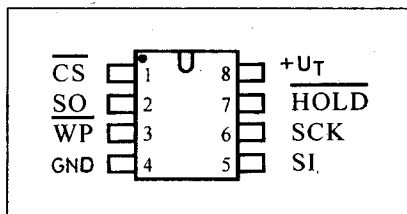
Az egyik szokásos megoldás az, hogy az adatokat hibajavító kódolással látják el (pl. négybites Hamming kóddal). Ha a kiolvasott adatban egy bit hibás, akkor a korrektor áramkör a hibajavító kód felhasználásával kijavítja azt. Egy másik megoldás lényege az, hogy több rekeszbe is beírják az adatot és beírás előtt paritásbittel egészítik ki. Amelyik rekeszből kiolvasáskor paritáshibával érkezik meg az adat, azt kiltűjtik a felhasználóval folytatott adatforgalomból.

Egyes gyártók többlet blokkokat, lapokat építenek be és ciklusszámlálóval figyelik az EEPROM törlés/írás működéseit. Ha egy használatban levő blokk vagy lap ciklusszáma megközelít egy kritikus értéket, helyette a továbbiakban egy frisset használnak fel.

A gyártók nem szívesen adják meg az EEPROM endurance értékét egyetlen számadattal, mert az nagyon sok tényezőtől függ. Azt sem szabad elfelejteni, hogy az állóképesség egy rekesz átírási lehetőségeit adja meg, nem a teljes memóriaáramkörét! Ha egy EEPROM-ban minden átíráskor másik rekesz kerül sorra, a tényleges EEPROM ciklusok száma az endurance érték sokszorosa lehet!

Az állóképességet sok tényező befolyásolja, ezek egy részét az IC tervezésekor kell átgondolni. Ha a törlés és írás során a bitcellában alkalmazott villamos tér nagyobb értékű, ez csökkenti az állóképességet – viszont gyorsabbá teszi a működést. A programozó feszültség emelkedési sebessége is jelentősen befolyásolja az endurance értéket. A lassúbb emelkedés növeli az élettartamot (de szintén lassítja az írási sebességet). Ha a programozás rövidebb ideig tart – az endurance növekszik, viszont magasabb feszültségre van szükség – az pedig az állóképesség csökkentése irányába hat.

A legyártott EEPROM állóképessége is befolyásolható. Másképpen alakul az endurance magas, és másképpen alacsony hőmérsékleten, befolyásolja a tápfeszültség értéke is, és az is, hogy főleg bájtonként vagy blokkonként programozzuk-e az áramkört. Az utóbbi azért gyakorol hatást az állóképességre, mert az EEPROM belső feszültségemelő áramkörét a blokkírásakor erősen terheli a sok íródo áramkör, lassabban emelkedik a programozó feszültség, kisebb lesz az igénybevétel a bitcellákban. Bájtitrásakor a belső feszültségemelkedés igen gyors és így jobban károsítja az oxidréteget.



60. ábra

### 8.4. A bájtszervezésű EEPROM-ok választéka

Az EEPROM-ok első nemzedéke a SRAM-okéhoz és az EPROM-okéhoz hasonló interfésszel készült, bájtméretű rekeszre tagozódott. A párhuzamos adatkezelés a számítógépekben igen előnyös, ez biztosítja a leggyorsabb hozzáférést az adatokhoz, közvetlenül csatlakoztatható a processzor buszrendszeréhez.

Ha az EEPROM programkódot tartalmaz és azt innen hajtja végre a processzor, csak a párhuzamos adatkezelésű hagyományos felépítés felel meg a célnak.

Az amerikai és távolkeleti IC gyártók többsége belépett az EEPROM piacra, s ma is folyik az újabb áramkörök fejlesztése. Az áramkörök többségénél a típusjelzés a hagyományos 28-as számjegyekkel kezdődik. A mai EEPROM-ok egy tápfeszültségűek, belső időzítéssel, sőt, beírás előtt a törlést is automatikusan hajtják végre. Az írás megvalósítható bájtonként, különféle méretű blokkonként, esetenként teljes IC méretben is.

A teljes csip törlését is megoldották. Többnyire az OE lábra kell +12 V feszültséget vezetni, miközben a WE és a CE lábón L szint áll. A csiptörlés szokásos időigénye 10 ms, a bájtitrás 5...10 ms, a blokkírás sem sokkal hosszabb.

Az EEPROM-ok többségében a csiptörlést szoftverrel is ki lehet váltani. Ehhez hasonló módon kell eljárni, mint az írásvédelem esetében, a szekvencia a következő (Atmel megoldás):

- 5555 címre → AA
- 2AAA címre → 55
- 5555 címre → 80
- 5555 címre → AA
- 2AAA címre → 55
- 5555 címre → 10.

A párhuzamos adatkezelésű áramköröket a legtöbb gyártó már 256 Kbytes (32 K × 8) és 512 Kbytes (64 K × 8) változatokban is ajánlja, típusjelzésük általában a szabványos 28C256 illetve 28C512.

Néhány cég azonban 1 Mbytes és 4 Mbytes elemekkel is jelentkezett már (28C010, 28C040).

Az egyidejűleg törölhető, írható blokkok mérete az EEPROM kapacitásával nő, a 4 Mbytes áramköröknél már 256 bájtméretű.

## 8.5. Különleges EEPROM-ok

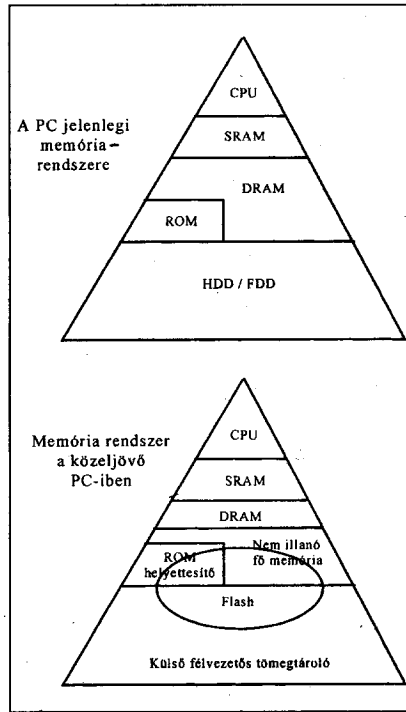
A csökkenő tápfeszültségű változók természetesen az EEPROM-oknál is megtalálhatók. A gyártók 5 V, 3,3 V, 2,7 V tápfeszültségre egyaránt ajánlanak áramköröket. A típusjelzésben a csökkentett tápfeszültségre az L (X28LC512) vagy az LV betűpáros (28LV64A) utal. CMOS felépítésüknek köszönhetően ezek az áramkörök a névleges tápfeszültségen kívül egy szélesebb tartományban is működőképesek. A kisebb tápfeszültség az EEPROM törlési, írási működését nem érinti, hiszen azt a belül előállított magas értékkel valósítja meg.

A Xicor cég sok különféle speciális EEPROM áramkört kifejlesztett. Az EEPROM-ot operatív tárként alkalmazó felhasználókat a kb. 10 ms-ig tartó írási folyamat nagyon bosszantja, hiszen közben nem lehet elérni az EEPROM tartalmát. A Xicor cég X88C64 típusjelű áramköre megoldja ezt a gondot. A 8 K × 8 kapacitású IC-ben két 4 K × 8 méretű, függetlenül kezelhető EEPROM van, s míg az egyiket a belső írási ciklus lefoglalja, a másiktól lehet olvasni.

Egy további különleges Xicor EEPROM az X25043, melyben 4 Kbit (512 × 8) található, s mellette egy mikroprocesszor felügyeleti áramkör – tápfeszültség-monitorral, Reset-generátorral. Az áramkört egy 8 kivezetéses DIL tokban forgalmazzák, az EEPROM soros adatkezeléssel érhető el.

Ezzel a példánkkal át is térünk a soros adatkezelésű EEPROM-ok területére. A soros adatkezelésű áramkörök között a legnépesebb csoportot éppen az EEPROM-ok alkotják. A mikrovezérlők kiegészítő elemeként az EEPROM sokoldalúan használható fel – s ha soros adatkezelésű, csak egy-két portot foglal el az illesztése. A soros adatkezelés előnyeiről, a szokásos megoldásokról és a szabványos kialakításokról az [5]-ből bőszégesen lehet tájékozódni.

Az idézett cikk a három népszerű illesztési megoldást részletesen bemutatja (I<sup>2</sup>C, SPI, Microwire), az áramkörökre pedig a Microchip soros adatkezelésű EEPROM-jait vonultatja fel példaként. 1997-ben a Microchip még nem forgalmazott SPI jellegű EEPROM-okat, de mára már ezeket is széles választékban kínálja. A soros adatkezelésű EEPROM-ok jelölési rendszerét sok cég konzervensen használja.



61. ábra

A Microwire típusú áramkörök típuszáma 93-mal kezdődik (pl. 93C86), az I<sup>2</sup>C jellegűeké 24-gyel (pl. 24C64); az SPI kompatibilis elemeké 25-tel (pl. 25C040).

A 60. ábrán a Microchip 25C640 áramkörének lábkiosztása látható, ez az előzőek szerint SPI illesztővel készült soros adatkezelésű EEPROM IC. Az áramkör 64 Kbites, szervezése 8 K × 8. Az áramkör írás közben 3 mA-t fogyaszt, olvasáskor 0,5 mA-t, standby állapotban 500 nA-t. 32 bájtos lapok írhatóak be egy lépésben, a törlés és az írás belső időzítésű, írás előtt automatikusan megtörténik a szükséges törlés. Írásvédelmi lehetőségei szeparált védelmet is lehetővé tesznek, a memóriaterület negyedrésze vagy fele illetve teljes terjedelme védhető átirás ellen. Az endurancia érték is figyelemre méltó, ez az áramkör is (mint a Microchip több EEPROM-ja) 1 millió átirás után 200 évig garantálja az információ-megőrzést!

### 9. A flash memóriák diadalútja

Az EPROM-okat 6–7 évi késéssel követték az EEPROM-ok, de ezután hosszú időn át nem jelentkeztek új megoldással a gyártók. A '80-as évek legvégén lehetett először hallani egy módosított törölhető és programozható tároló áramköréről, a flash memóriáról.

A flash áramkörben általában egy tranzistor alkotja a bitcellát, így jobban integrálható az EEPROM-nál – de cserében feláldozta a bájírási lehetőségét. A flash első változatai csak csiptörlést hajtottak végre, majd egyre kisebb blokkok is törölhetővé váltak. Mindenesetre a flash memória elektromosan írható, törölhető memóriááramkör, amely blokkméretű törlést, írást tesz lehetővé egy lépésben. A fejlesztők kezdik felismerni az előnyös tulajdonságait ennek a nem illanó, a készülékben átirható, kis teljesítményigényű, jól integrálható memóriatípusnak. A flash hátrányos tulajdonságait pedig fokozatosan szüntetik meg a fejlesztők. Ilyenek: magas ár, lassú olvasás és írás, nem szabványos illesztési felületek. A flash állóképessége gyorsan nő, az első áramköröket csak 100-szor lehetett átirni, a mai változatoknál 100 000-es az endurance érték.

A flash memóriák bitcellájában is megtaláljuk az eltemetett gate-es tranzisztort, akárcsak az EPROM-ban és az EEPROM-ban. A lebegő gate feltöltése, a beírás történhet az EPROM-ra jellemző módon, a csatornában haladó nagyenergiájú elektronokkal vagy az EEPROM-oknál megismert tunnel-effektussal. A törlést azonban minden flash memória a tunnel-effektusra építve oldja meg.

Ezeket az áramköröket egyszerű flash EPROM-nak, máskor flash EEPROM-nak, sokszor pedig egyszerűen flash memóriának nevezik. Ennek az a magyarázata, hogy tulajdonképpen igen sokféle technika, áramköri és kapcsolási megoldás közös elnevezése a flash memória. Valóban vannak közöttük olyanok, amelyeket az EPROM-ból fejlesztettek ki, de vannak EEPROM-alapúak is.

A villamos jellel nem szelektíven törölhető memóriááramkör először nem okozott nagy meglepetést, de ahogyan egyre-másra jelennek meg az újabb és újabb alkalmazási területei, úgy lesz egyre meghatározóbb eleme a memóriááramkörök piacának. Mára már a DRAM mögött a második legnagyobb forgalmú memóriatípusává vált ez az áramkörös csoport. Olyan új eszközök kifejlesztését tette lehetővé, mint a digitális fényképezőgép, merevlemez helyettesítő szilárdtestmeghajtó, digitális válaszoló gépek; sok készülékben pedig új távlatokat nyitott (ilyen termékek pl. az azonosító csipkártya, a szilárdtest hangrögzítő, a szilárdtest vi-

deokamera, a rádiótelefon, videojáték-  
 kok stb.).

Megkezdődött a merevlemez egy-  
 ségeket helyettesítő szilárdtest egysé-  
 gek fejlesztése. Más megoldások a  
 DRAM egyeduralmát próbálják meg-  
 törni a számítógépek operatív tárjai-  
 ban. A flash memóriák hihetetlen gyor-  
 san fejlődnek, mára már elérték a 100  
 Mbites kapacitás értéket is.

A közeljövő számítógépeiben – el-  
 sősorban a hordozható gépek kategóri-  
 ájában – a flash memória szerepe jelen-  
 tősen megnő, megjelenik a fő memóri-  
 ában is és a háttértárolásnál is. A 61.  
 ábra utal erre az előtérítésre.

### 9.1. A flash memóriák bitcellája és memóriamátrixa

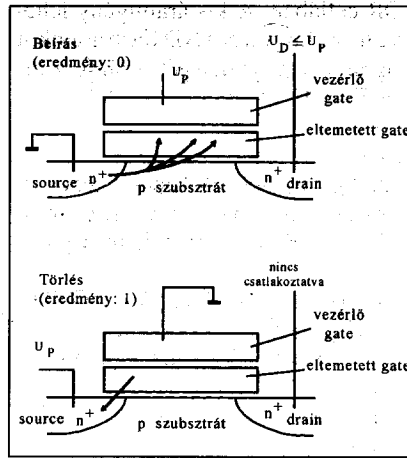
A flash memória az EPROM-okhoz  
 hasonlóan, nem szelektíven törlődik,  
 viszont ez a törlés – ismét csak az EEP-  
 ROM-okéhoz hasonlóan – villamos  
 jellel érhető el. A fejlődés során már  
 részben szelektív (blokkos) törlést is el-  
 tudtak érni a gyártók. A memóriát fel-  
 osztották kisebb egységekre (lapokra,  
 blokkokra) és egyszerre egy lap, blokk  
 törölhető. A törlés és a beírás egymást  
 feltételező műveletek, akár csak az  
 EEPROM-oknál.

A flash memória egyszerre kezelt  
 egysége minden rekesze törlődik, majd  
 feltöltődik az új tartalommal. Ha egy  
 lapon belül egy rekesznek nem írunk  
 elő új tartalmat, az törölt állapotba ke-  
 rül. A felhasználó számára ezért kedve-  
 zőbbek a kisméretű lapok, blokkok.

#### 9.1.1. A NOR flash memória

Az Intel, a National Semiconductor  
 az EPROM bitcella átalakításával hoz-  
 ta létre a NOR flash áramköröket. Ez a  
 bitcella is egyetlen FET-ből áll (62.  
 ábra). Az Intel ezt a struktúrát ETOX-  
 nak nevezte el (EPROM TunnelOxid).  
 A programozás ugyanúgy valósul meg,  
 mint az EPROM-ban. A nagy értékű  
 programozó feszültség felépíti a csa-  
 tornát, felgyorsítja az elektronokat. A  
 forró elektronok egy része kitor a  
 szubsztrátból és belép a lebegő gate-be,  
 feltölti azt – a bitcella beíródik. Az  
 elektronok a lebegő gate alatti teljes  
 felületen át mozognak. A nagy, mA-es  
 csatornaáram miatt csak külső progra-  
 mozó feszültséggel lehet megvalósíta-  
 ni a programozást.

Törléskor egy jóval kisebb térfogat  
 működik, ahol tunnelhatás lép fel a le-



62. ábra

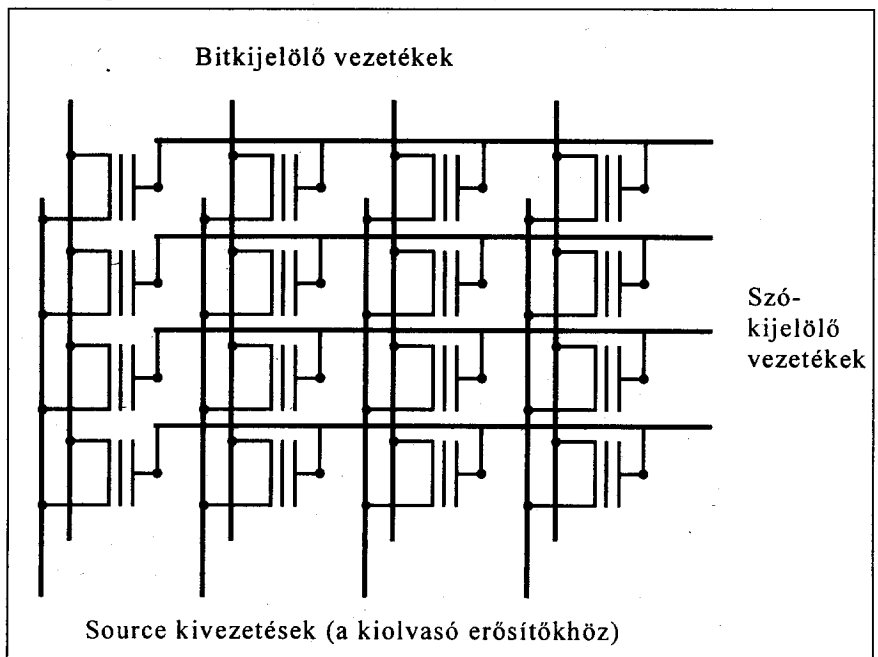
begő gate és a törléskor pozitív feszül-  
 tésű drain között. Itt a gate oxid mind-  
 össze 10...20 nm vastagságú, ez teszi  
 lehetővé a tunnelhatás létrejöttét. Az  
 elektronok elhagyják a lebegő gate-et,  
 az kiürül - törlődik a bitcella.

Az EPROM-mal való közeli rokon-  
 ságra utal az Intel az áramkörök típus-  
 jelzésével is – 27F64, 27F256. Ezek a  
 korai fejlesztésű flash áramkörök csak  
 100 körüli átírást viseltek el, külső,  
 12 V körüli programozó feszültséget  
 igényeltek. A későbbi Intel flash válto-  
 zatokat 12,75 V külső programozó fe-  
 szültséggel lehet kezelni, ezek már  
 10 000 törlési/írási ciklust is meg tud-  
 nak valósítani. A NOR flash memóriá-

ban nemcsak a bitcella sajátos felépíté-  
 sű, hanem a cellák összekapcsolása is.  
 A NOR flash-ben a bitcellák ugyanúgy  
 párhuzamosan kapcsolódnak, mint a  
 SRAM-ok, EPROM-ok tárolómátrixa-  
 iában (63. ábra). Ugyanúgy, párhuzam-  
 os jelleggel lehet ezeket is kezelni, a  
 kiolvasási sorrend tetszőleges lehet. Ez  
 a felépítés lehetővé teszi olvasáskor a  
 gyors bájtelérést, ugyanakkor a na-  
 gyobb tömbök törlését is biztosítja, bár  
 a törlés, írás viszonylag hosszú időt  
 igényel. A NOR bitcella hajlamos a  
 túltörlődésre, ez ellen minden esetben  
 a teljes blokkot be kell programozni  
 törlés előtt. Miután minden rekesz min-  
 den bitje beprogramozódott, azután  
 hajtható végre a törlés, mostmár bizto-  
 san elkerülve minden bitcellában a túl-  
 törlést.

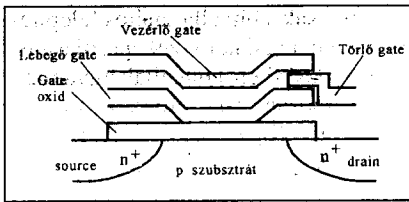
#### 9.1.2. A DINOR flash

A DINOR (Divided-Bit-Line  
 NOR) cellafelépítése megegyezik a  
 NOR bitcellával. A NOR flash memóri-  
 ában a cellatranzisztorok közvetlenül  
 a fő kijelölő vonalakra kapcsolódnak.  
 A DINOR áramkörben a tran-  
 zisztorokat poliszilícium alárendelt  
 (sub) bitvonalak kötik össze. A kisebb  
 tranzisztormennyiséget elkülönítve ke-  
 zelő vonalak a teljes működést felgyor-  
 sítják és csökkentik a törlés, írás áram-  
 igényét.



63. ábra





64. ábra

### 9.1.3. Triple-Poly flash

A Triple-Poly flash (TPF) memória bitcellája sajátos, három gate elemet tartalmazó elrendezés (64. ábra), ami két tranzisztornak felel meg. A bitcella működése rokon a NOR cellával, de a beírásakor jóval kisebb áram folyik a csatornán keresztül. A külön törlő elektróda felhasználásával az egyszerre törlhető egység mérete rugalmasan alakítható ki s hatékonyabb is a törlés. Általában 1 ms alatt megtörténik egy törlési egység (lap) alapállapotba hozatala. A TPF cellákból is párhuzamosan lehet építkezni, a kialakuló tárolómátrixot bájtanként is el lehet érni.

### 9.1.4. A NAND flash áramkör

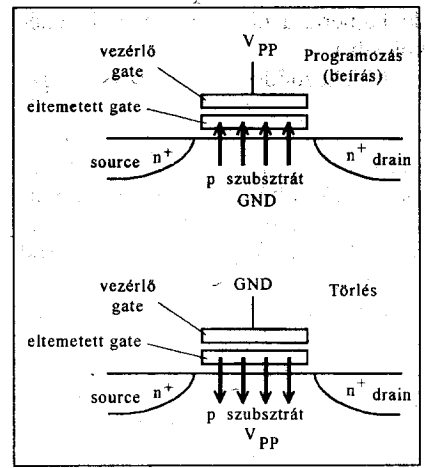
A flash memóriák két alaptípusa a NOR és a NAND flash, a NAND flash bitcellája az EEPROM-hoz áll közelebb. A kétféle cella közötti különbség abban van, hogy a NAND flash a bitcella programozására is és törlésére is a tunnel-effektust használja fel, s mindkét működési fázisban a lebegő gate alatti teljes térfogat működik. A NAND cellákat nem úgy kapcsolják össze tárolómátrixba, ahogyan azt a NOR celláknál láttuk – itt egy sajátos, soros elrendezést alkalmaznak. A NAND flash áramköröket elsősorban a távolkeleti gyártók forgalmazzák, s főleg a rendkívül nagy kapacitású eszközöknél alkalmazzák ezt a kialakítást. Néhány amerikai cég is bekapcsolódott azonban a fejlesztésbe, egyes gyártók pedig (pl. a National Semiconductor) NOR és NAND flash áramköröket egyaránt gyártanak.

A cella kialakítása, valamint a programozás és törlés vázlatos bemutatása a 65. ábrán látható. Programozásakor a kb. 20 V-os programozó feszültség a vezérlő gate-re kerül, a csatorna terület pedig GND-re kapcsolódik. A vékony tunneloxidon át az elektronok a lebegő gate-re jutnak. Ez a beprogramozási eljárás egészen kis áramerősséget jelent (A nagyságrendűt), s az oxidréteg igénybevétele is kisebb, mint a

NOR cellában. A kis áramerősség lehetővé teszi, hogy a NAND flash áramkör programozó feszültségét a tápfeszültségből az IC-n belül kialakított feszültségátalakító hozza létre, akárcsak az EEPROM-oknál. A kisebb igénybevétele pedig nagyobb állóképességet eredményez, általában 10<sup>6</sup> programozás/törlés ciklust garantálnak a gyártók.

A NAND cella törlésekor a GND a vezérlő gate-re csatlakozik, a csatorna területre kerül a 20 V-os programozó feszültség. A fordított irányú villamos tér hatására az elektronok elhagyják a lebegő gate-et. A NAND cellánál nincs szükség a törlés előtt kiegészítő programozási lépésre, mert ez nem érzékeny a túltörlésre, így a törlés időigénye is megrövidül.

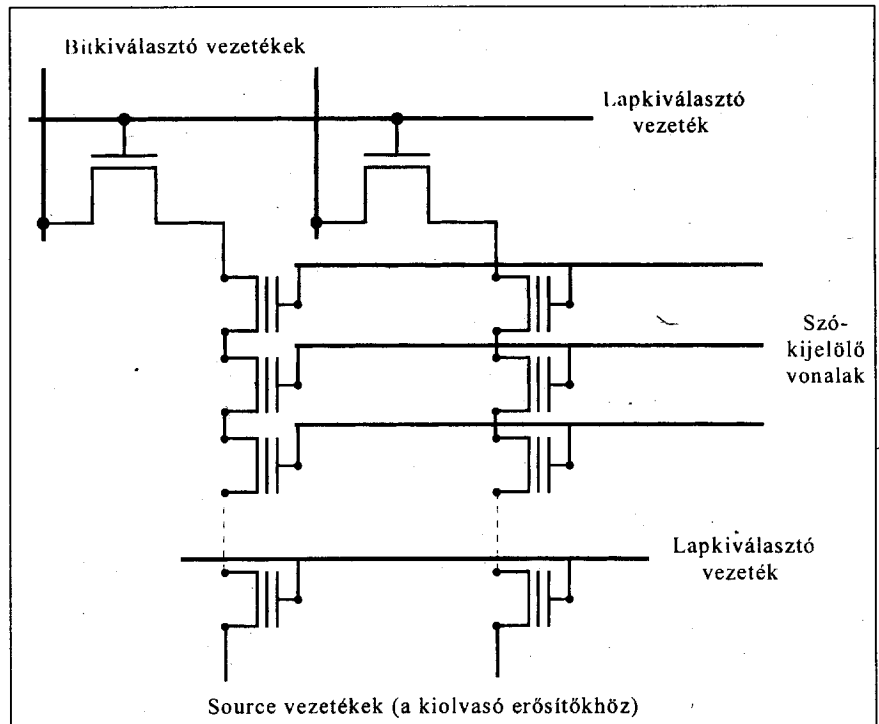
A NAND flash memóriák alapvetően lapszervezésűek. Minden lap tartalmaz redundáns területet is, mely hibakorrekcióra használható fel. A memóriák blokkokból állnak, a blokkot osztották fel lapokra. A lapokon belül a NAND bitcellák sorba kötve helyezkednek el (66. ábra). A soros kapcsolás következtében a rekeszek soros kiolvasása, írása a NAND flash természetes üzemmódja – a blokkon belüli soros elérés rendkívül nagy sebességgel oldható meg. A NAND flash memóriában egy lapméretű területet illanó memóri-



65. ábra

aként szoktak kialakítani (lap-tároló), oda átmásolható az éppen kezelt lap, ott valósul meg a külső eszközök számára az adatelérés. A lapok mérete a memória kapacitásától függ, a 32 Mbytes eszközökben pl. 528 bájtos (ebből 16 bájt szolgál hibakorrekcióra). A NAND flash memóriamátrix mérete kb. 20%-kal kisebb, mint az azonos kapacitású NOR mátrix – a soros kapcsolódás miatt.

A NAND flash áramkörök általában nem a memória IC-k szokásos módján csatlakoznak a környezetükhöz. Ezek az áramkörök parancs alapú



66. ábra

illesztő egységet kapnak, s a soros elérés következtében a közvetlen címbevitel is feleslegessé válik. Az áramkörök kezelése hasonlít a mágneslemezek eléréséhez. Az illesztő egységet úgy alakítják ki, hogy az a számítógép buszrendszeréhez hasonlóan kapcsolódik, mint egy mágneslemez egység vezérlő áramköre. Kezdő címet és működési parancsot kap a CPU-tól, majd soros eléréssel végrehajtja az előírt működést.

A NAND flash tehát a tömeges információmozgatásra optimalizált, a bájtonkénti elérésre nem célszerű ezt a típust használni.

Igaz, egyes gyártók, kihasználva a NAND flash rendkívül nagy sebességét, olyan belső vezérlő egységet alakítottak ki, mely lehetővé teszi, hogy a felhasználó számára a memória a szokásos, bájtonként címezhető elemként jelenjen meg.

A NAND tárolómátrixból a lap átöltése a lap tárolóba kb. 20 µs időt igényel, de onnan az elérési idő már csak 80...100 ns/bájt (soros elérést feltételezve). A lap alapú szervezés és a soros elérés természetesen kínálja a burst jellegű illesztés lehetőségét, számos NAND flash áramkör ezért ezzel a megoldással gyorsítja az adatok olvasását, beírását.

A NAND flash gyártók általában nemcsak a hibátlan (perfect), hanem a hibás (nonperfect) áramköreiket is forgalomba hozzák, ha a hibás lapok mennyisége nem haladja meg a 2%-ot. Ezek az utóbbi áramkörök jóval olcsóbbak a hibátlanoknál. A gyártó teszteli az áramköröket, s a hibás lapot 00h értékekkel tölti fel. A felhasználói rendszer szoftverét fel lehet készíteni a

hibás lap felismerésére s azt nem fogja adattárolásra használni (hasonló ez az eljárás a korábbi merevlemezek hibás szektorai megjelöléséhez).

A NAND flash esetén a törlési idő majdnem azonos, akár egyetlen lapot kell törölni, akár egy blokkot, akár a teljes csipet. Egyetlen lap törlése legfeljebb 100 ms (egyes típusoknál 3...5 ms), a szimultán blokköltés legnagyobb időigénye 130 ms (a gyors törlési elemeknél 10 ms körüli).

### 9.1.5. Az AND flash memória

Az AND flash bevezetője, a Hitachi, megkísérelte a NOR architektúra és a NAND bitcella előnyeit egyesíteni. Az elemi cella a NAND bitcellával megegyező, így annak előnyeit örökölte az AND flash áramkör. A bitcellák összekapcsolása azonban úgy valósul meg, hogy lehetséges a közvetlen címzésű elérés is, azaz az AND flash felhasználható akár közvetlenül végrehajtható programok tárolására is. Az első AND eszközök 32 Mbitsek, a törlési blokkjaik mérete 512 bájt – s az adatkezelés megoldható akár sorosan, akár tetszőleges címzéssel. Tetszőleges címzés alkalmazásakor a bájt elérési idő 120 ns. Soros elérés előkészítésekor, a lap puffer feltöltéséhez 1 µs időre van szükség, de azt követően már 50 ns/bájt sebességű az adatelérés a lapon belül.

Az áramkör belső kialakításáról részleteket nem árult el a cég, de a megoldás hasonló a DINOR technikához. Itt is új, poliszilícium anyagú összekötéseket hoztak létre, melyek a párhuzamos elérést a fő összekötés soros elérése mellett lehetővé tették.

### Irodalomjegyzék

- John D. Lenk: Lenk's Digital Handbook. Design and Troubleshooting. McGraw-Hill, Inc. New York. 1993.
- NEC: 1993 Memory Products Data Book. Volume 2 of 2. 1993 NEC Electronics Inc. Printed in the United States of America.
- Anka Vince – Madarász László: Az EPROM memóriák programozása és törlése. Rádiótechnika Évkönyve 1983. p. 213 – 221.
- Maury Wright: High-Speed EPROMs. EDN, September 17, 1987. p. 132–138.
- Madarász László: Bitsoros jelkapcsolatok a mikroszámítógépekben. Rádiótechnika Évkönyve, 1997. p. 94–108, 145.
- Brian Dipert: EEPROM Survival of the Fittest. EDN, January 15, 1998. p. 77–90.
- Intel: Intel flash memory. Manufacturing Programming Solution. AP-654, February 1998.
- Intel: ETOX flash memory. The Cost-Effective and Reliable Firmware Management Solution. March, 1998. (296294 – 001)
- Keith Pazul: Memories – you choose. What's new in Electronics Europe. November, 1998. p. 28–30.
- Atmel: Serial Data flash. Application Note. AN-4. rev. 0842B – 10/98.
- 4 Mbit flash IC Replaces EPROM in Handheld Equipment EDN, December 17, 1998. p. 133.
- Craig Pataky – Bill Maggs: In-System Programming. Circuit Cellular INK, December 1998. p. 14–19.

## KEDVEZMÉNNYEL - A MAGYAR RÁDIÓZÁS HŐSKORA - c. könyvsorozat köteteit ajánljuk

**Érsek János HA2MP**  
Rövidhullámú  
amatőr rádiózás  
A kezdetektől 1944-ig  
280 oldal, 800 Ft  
**Sugár Gusztáv**  
A néprádiótól  
a műholdas televízióig  
300 oldal, 800 Ft

**Sugár Gusztáv**  
Meggzólal a rádió  
300 oldal, 800 Ft  
**Molnár György**  
**Molnár János élete**  
\*  
70 év a Sándor utcában  
122 oldal, 800 Ft

**Molnár - Jovitza**  
Rádiósok könyve  
(reprint, 1933-ból)  
430 oldal, 800 Ft  
**Sugár Gusztáv**  
A színes televízió és a  
sztereó rádiózás  
224 oldal, 800 Ft

**Heckenast - Horváth**  
A stúdiók világa  
236 oldal, 800 Ft  
**Stefanik Pál HA5BT**  
A magyar rövidhullámú  
amatőr rádiózás  
története 1945-1955  
242 oldal, 800 Ft



Az Ajtői Dürer Kiadó gondozásában megjelent kötetek megvásárolhatók, postai utánvétellel (csomagolás+postaköltség felszámításával) megrendelhetők a Rádiótechnika szerkesztőségénél. Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. 130. ☎ Budapest, Pf. 603. H-1374 ☎ 239-4932

## Oscilloszkóp IBM PC-hez

**Veres László tanár, Pfalzgráf János okl. villamosmérnök, Urbán István okl. villamosmérnök**

*Minden elektronikát szerető szakember álma, hogy a gyakorlati munkája során műszerek tömege vegye körül. A bőség azonban nálunk csak kevesek kiváltsága az elektronikát művelők számára képest. Lehet, hogy nem is mindenki igényelné a sokféle „ketyerét”, de az biztos, hogy saját oszcilloszkópról mindenki álmodik, ha egyszer pákát vett a kezébe. A hagyományos, elektrosugaras oszcilloszkóp építése szóba sem jöhet. A feladat rendkívül összetett, bonyolult elektronikai és mechanikai feladatok megoldását kívánja. Az eredmény előre megjósolható: az akció nagy anyagi befektetéssel és kevés sikerélménnyel kecsegtet. Valami megoldásnak azonban erre is lenni kell, ami a környezetünkben levő eszközökre, elsősorban a PC-re épít, hiszen a számítógépes jelfeldolgozás nem ismeretlen fogalom. A számítógép azonban önmagában kevés, mert közvetlenül nem tud kapcsolatot teremteni a mérendő áramkörrel. Valamilyen interfészre van szükség. Első megközelítésben ez lehetne a hangkártya, hiszen annak van analóg bemenete. Ez igaz, de a mintavételi frekvenciája olyan korlátot szab, ami erre a feladatra alkalmatlanná teszi. Erről a korlátról később bőven lesz szó. Nincs más hátra, mint készíteni egy olyan áramkört, ami oszcilloszkópot varázsol a PC-ből. Ez sem kis feladat, de lényegesen egyszerűbb, mint a hasonló paraméterű analóg társának az elkészítése, hiszen itt zömében digitális áramkörök tervezéséről, építéséről van szó. Az alábbiakban ismertetett szkóp-adapter külső egység, amely a digitalizált adatokat a saját, belső statikus, RAM-jába gyűjti, és a PC szabványos párhuzamos portján (Centronics) tartja a kapcsolatot a számítógéppel.*

Ebben a cikkben a szűkre szabott keretek miatt a teljesség igénye nélkül megismertetjük az olvasót a tároló oszcilloszkópok működésének alapjaival és egy jól megtervezett áramkör dokumentációjának ismertetésével lehetővé

tesszük a paramétertáblázatban megadott jellemzőkkel bíró készülék utánépítését az erre vállalkozók számára.

Az URBÁN ELEKTRONIKA keretén belül történt fejlesztés a hagyományunkhoz híven lehetővé teszi az érdeklődők számára az építés előtt a működő mintadarab megtekintését, kipróbálását és az egységcsomag megvásárlását. A cím a cikk utáni hirdetésben megtalálható.

### 1. A PC-szkóp főbb jellemzői

#### Általános jellemzők:

- három teljesen azonos analóg csatorna, egyidejű mintavétellel. A mintavétel választható értékei: 16 MHz, 160 kHz, 1,6 kHz, ill. EXT CLK;
- AC/DC csatolású bemenet;
- bemeneti impedancia a szabványos  $1\text{ M}\Omega \parallel 30\text{ pF}$ ;
- maximális analóg sáv szélesség: DC...2 MHz;
- az Y erősítő mérés határa választható  $10\text{ mV/div} \dots 5\text{ V/div}$  között;
- a függőleges pozicionálás (offset) választható 1 div lépésközzel;
- a tárolt minták száma csatornánként 32 kB;
- az X időtengely választható 2 s ... 10 s/div értékek között (18 fokozat, ill. EXT);
- AUTO, INT, EXT trigger választható. Külső, belső indításnál az indító él, belső indításnál az indítási szint is választható 0,5 div lépésközzel;
- TTL kompatibilis EXT CLK bemenet;
- TTL kompatibilis EXT TRIGGER bemenet;
- TTL kompatibilis kimenet 1,6 kHz szimmetrikus négyzetjellel a kalibráláshoz

#### Szolgáltatások:

- forró billentyűs menü;
- hasznos képméret (X, Y)  $512 \times 255$  pixel;

- kiírja a feszültség pillanatértékét a mozgó X kurzornál;
- kiírja a két mozgatható Y kurzorral kijelölt feszültségértéket;
- RMS feszültségérték (effektív érték) kiírása;
- álló és mozgatható X kurzor;
- időkijelzés a triggerponthoz normálva;
- időkülönbség ( $\Delta T$ ), frekvencia ( $1/T$ ) kijelzés;
- OSCILLOSCOPE, SINGLE, RUN üzemmód;
- ZOOM/UNZOOM funkció 1...50 között, 6 fokozatban;
- tárolt értékek és mérési paraméterek kiírása bináris DAT állományba;
- előző bináris DAT állományok beolvasása, megjelenítése (hardver nélkül is);
- HARDCOPY (csak EPSON kompatibilis nyomtatóra).

### 2. Elméleti alapok

Az időben változó, szinuszos és nem szinuszos, periodikus és statisztikus eloszlású elektromos jelek, vagy elektromos jellel átalakított fizikai mennyiségek függvénykapcsolatának megfigyelésére és mérésére szolgáló műszer, az oszcilloszkóp a leg sokoldalúbban alkalmazható mérőeszköz az elektronikai mérés technikában. Az oszcilloszkóp más mérőeszközökhöz viszonyítva jelentős előnyökkel rendelkezik.

Az ernyőkép vizuálisan egyidejűleg többféle információt mutat: jelalak, torzítás, frekvencia, amplitúdó, túllövés, berezgs és egyéb rendelkezések stb., melyek másfajta készülékkel nem vizsgálhatók. Az oszcilloszkóp akkor is pontos mérést tesz lehetővé, amikor nemkívánatos jelek, zajok, gerjedések stb. torzítják el a vizsgálni kívánt jelalakot és lehetetlen né teszük, hogy egyéb műszerekkel végezzük el a mérést. Az oszcilloszkóp további előnye, hogy lehetővé teszi két vagy több jel egyidejű megjelenítését

és azok közvetlen, vizuális összehasonlítását.

A hagyományos oszcilloszkópok csak ismétlődő jelek vizsgálatára alkalmasak, mivel működésük lényege, hogy az elektronsugár az ernyőn látható jeleket periódikusan újra rajzolja, biztosítva az állandó fényerőt. A gyakorlatban gyakran találkozunk nem ismétlődő jelekkel, amelyek csak tároló oszcilloszkóppal vizsgálhatók.

A tároló oszcilloszkópoknak két alapvető változata van: az analóg tárolócsöves és a digitális tárolós. A tárolócsöves oszcilloszkópokban többféle technikai megoldást használnak a tárolás megoldására. A legkorszerűbbek ma már hihetetlen mértékű írássebességgel rendelkeznek és így több száz MHz-es jelek is vizsgálhatók velük. Ezek korabeli alkalmazása akkor terjedt el, amikor szükségessé vált az egyszerű lefutó, soha meg nem ismétlődő jelek kiértékelése. A fejlesztők akkoriban főleg a félvezetőszközök roncsolásos vizsgálatánál találtak ilyen problémával. A készülék azonban kinőtte ezt a keretet és egyre gyakrabban használták dokumentálási célokra.

Ez nagyon hasznos volt akkor, amikor bonyolult jeleket kellett dokumentálni. Az arhiválást direkt erre a célra készült speciális fényképezőgéppel végezték. Minden nagyobb készülékgyártó rendelkezett olyan Polaroid kamerával, amit a készüléke ernyőjét határoló keretre lehetett rögzíteni. Itt a megfelelően kialakított kontaktusokkal az exponálást, triggerelést mindkét készüléken kölcsönösen lehetett kezdeményezni. Az így készült felvétel pontos mása volt az ernyőn láthatónak. Egy probléma, az ernyőkép paraméterezése azonban ezzel még nem oldódott meg. Nem lehetett tudni, hogy milyen idő- és amplitúdóléptékekkel készült a kép. Nyilvánvaló volt, hogy legalább ezt a két adatot a jeleket mellé még rögzíteni kell. Ekkor kezdetek elterjedni ebben a műszerkategóriában a tárolócsöves READ OUT-os oszcilloszkópok. Ez egy karaktergenerátort tartalmazó áramkörrel a fontosabb paramétereket kiírta a képernyő meghatározott területére, így a fényképfelvétel már ez az adat is megjelent.

Ma már a tárolócsöves és az említett kamerák jelentősége csökkent, de a read out-os technika a kurzoros mérési lehetőséggel kiegészítve általánossá és elmaradhatatlanná vált a komolyabb készülékekben, mert a nagyfokú ké-

nyelem és sokoldalú felhasználhatóság mellett a leolvadási pontosságot is jelentősen növeli. A tárolócsöves oszcilloszkópok legfontosabb jellemzői az írássebesség és a képmegtartási idő. Amikor ezek a paraméterek a digitális technikával megközelíthetővé váltak, a hagyományos módszer háttérbe szorult. Ennek ellenére ez a tárolási mód még hosszú ideig velünk él, mert nem szabad elfelejteni, hogy ez a készülék a valós helyzetet real time rajzolja, nem avatkozunk be mintavételezéssel, szűréssel, konverzióval a jel lefolyásába, ezért nem veszhetnek el olyan részletek, amelyek hiánya meghamisítaná a mérést.

A tároló oszcilloszkópok másik csoportját a digitális tároló oszcilloszkópok (Digital Storage Oscilloscopes, DSO-k) jelentik. Ezek a műszerek működési elvüket tekintve a logikai analízátorokhoz hasonlíthatnak. Egy lényeges különbség van: a tároló oszcilloszkópokban a mintavételezés után analóg-digitális (A/D) átalakító segítségével kvantálják (digitalizálják) az analóg feszültségértékeket, és az így kapott 8-, 10-, 12 bites szavakat tárolják félvezető tárákban.

A memóriában tárolt digitalizált értékek digitál-analóg (D/A) átalakítás után egy pontoszekötő áramkörön keresztül vezérlük az elektronsugarat. Ez a felépítés lehetőséget ad a mintavételi idő és a kijelzési idő szétválasztására, azaz lassításra, gyorsításra, kimerevítésre. A digitális oszcilloszkópok egyik legfontosabb jellemzője a függőleges felbontás, amelyet az A/D átalakító bitjeinek száma határoz meg. Már egy 8 bites A/D is 0,39%-os felbontást tesz lehetővé, ami nagyjából megegyezik egy jobb minőségű analóg oszcilloszkópon látható felbontással. (100 mm-es képméret esetén 0,39 mm-es felbontást jelent, ami már jól megfigyelhető.)

További fontos jellemzője a digitális tároló oszcilloszkópoknak a maximális mintavételi sebesség és a vízszintes felbontás. A digitális tárolású oszcilloszkópok egy nagy csoportját az ún. „PC-szkópok” alkotják. Ezekben az oszcilloszkóp képernyőjét a számítógép monitorja helyettesíti. A mintavételezést, digitalizálást, tárolást egy gyors hardver végzi, ami a megfelelő számú minta beérkezése után értesíti a számítógépet. A számítógép a digitalizált mintákat beolvassa és elvégzi a szükséges feladatokat (kijelzés, értékelés, jegyzőkönyv készítés, statisztika stb.) Ezek a „PC-szkópok” alkalmasak

lehetnek automatikus mérési feladatok megoldására, vagy matematikailag tervezett függvények vizsgálatára is.

A most bemutatásra kerülő DSO is ebbe a kategóriába tartozik. Működéséhez DOS kompatibilis IBM XT/AT számítógép, színes grafikus VGA monitor és egér szükséges.

## 2.1. Egy kis méréstechnika

A digitális oszcilloszkópok kétféle mintavételezést használnak: a valós idejű mintavételezést és az egyenértékű idejű (Equivalent Time Sampling vagy EQU-sampling) mintavételezést.

A digitális valós idejű vagy DRT mintavételezés (DRT = Digital Real-Time) begyűjti a bemenőjel minden mintáját a teljes sávszélességig. Az egyenértékű idejű mintavételezés a bemeneti jel képét többszörös eléréssel építi fel, egy vagy több mintát gyűjtve az oszcilloszkóp minden egyes triggerelésére, ezért az egyenértékű idejű mintavételezés csak az ismétlődő jelek mintavételezésére alkalmas. A gyakorlatban többször találkozhatunk nem ismétlődő jelekkel, ilyen esetben csak a DRT mintavételezés használható. A DRT mintavételezés akkor is használható, amikor egyidejűleg vizsgálunk több nem ismétlődő jelet.

Mivel az adatok folyton változnak, ezt egyetlen ciklus alatt kell megragadni, különben a görbealak elmosódott lesz. Valamennyi jelet egyidejűleg, ugyanabban az órajelciklusban mintavételezve elkerülhetjük a „fuzzy” éleket (időzítési bizonytalanságokat), amelyek velejárói az egyenértékű mintavételezésnek.

A bemutatott DSO csak DRT mintavételezéssel működik. A három párhuzamosan mintavételezett csatorna kiváló lehetőséget teremt időkések, fázisviszonyok vizsgálatához. Tovább növeli az alkalmazhatóságot az EXT TRIG. bemenet, amelyen keresztül az indítás negyedik jellel, vagy jelkomplexumokkal lehetséges. Kiemelt szolgáltatás a külső órajel alkalmazhatósága (EXT CLK). Szinkron méréseknél lehetővé teszi, hogy a vizsgált áramkör órajelét használjuk a mintavételezéshez.

A közismert, Shannon-féle mintavételezési tétel kimondja, hogy a vizsgált jelet a legnagyobb összetevő frekvenciájának legalább kétszeresével kell mintavételezni, hogy az eredeti jel pontosan reprodukálható legyen. Ez

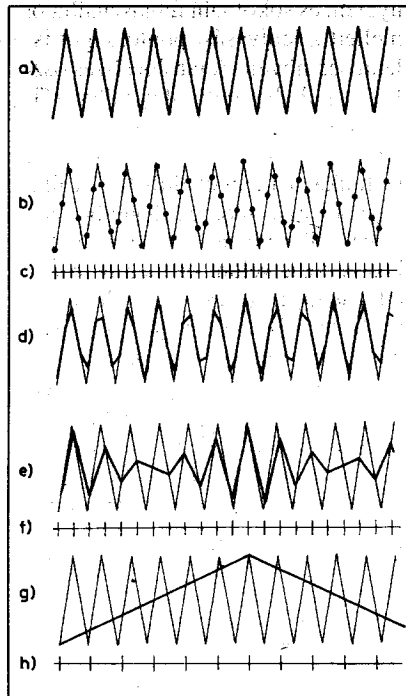
szinuszos (koszuszusos) jelekre áll, de például a háromszög- és négyszögjelek végtelen számú felharmonikus tartalmazznak, így elvben bármilyen nagy mintavételi frekvenciát alkalmazunk is, a tökéletes jelalakot nem nyerjük vissza. (A felharmonikus összetevők amplitúdója egyre kisebb; az 5. felharmonikus általában már elhanyagolhatjuk.) Ezért „túlmintavételezést” alkalmazunk: a műszerre deklarált felső határfrekvencia legalább 5-szörösével kell mintavételezni. Az így mintavételezett háromszög- és négyszögjelek még ekkor is kevésbé hasonlítanak az eredeti jelre. Ahhoz, hogy egy digitális oszcilloszkópon alakhú négyszögjeleket lássunk, valós idejű mintavételezés és a négyszögjel alapfrekvenciájának legalább 25-szörösével történő mintavételi sebesség szükséges.

A digitális oszcilloszkópoknál fennáll annak lehetősége, hogy a felhasználó átlapolási görbéket lát. Átlapolás, ismertebb nevén *aliasing* akkor történik, ha az oszcilloszkóp a jeleket alulmintavételezi. Érdemes ezt az effektust részletesebben megnézni.

## 2.2. Az aliasing effektus

A tároló oszcilloszkóp és minden más mintavételezés elvén működő készülék magában rejti az aliasing effektus kialakulásának lehetőségét. Ennek értelmében a mérés gyakran adhat hamis eredményt, ha a bemeneti jel összetevői a mintavételi frekvencia közelebe vagy a fölé esnek. A hatás értelmezéséhez tekintsük az az 1. ábrát!

A bemenetre az *a* formájú szimmetrikus háromszögjelet adjuk. Ebből a *c* jellel mintát veszünk olyan frekvencián, ami közel négyszerese a bemenő jelnek. A mintavétel helyét pontokkal jelöltük (*b*). A bemenőjeltől elvonatkoztatva jól látható, hogy a pontok elhelyezkedése rendezetlenséget mutat (*d*). A készülékeknél a mintavételi pontokból úgy kapunk görbét, hogy valamilyen pontösszekötő algoritmust alkalmazunk. Ennek legegyszerűbb formája az, amikor egyenes szakaszokkal egyszerűen összekötjük a szomszédos pontokat. Az 1. *d* ábrán is ezt csináltuk. Itt még jól látható, hogy az új burkológörbe többé-kevésbé megőrizte az eredeti jel lényeges tulajdonságait. Ha a mintavételi frekvenciát csökkentjük, mint ahogy az 1. *f* ábrán látható, ahol alig kétszerese a bemenő jel alapfrekvenciájának, a pontösszekötés után lát-



1. ábra

hatjuk, hogy az új *e* burkológörbének már nem sok köze van az eredeti jelhez. A *g* görbe azt a helyzetet mutatja, amikor a mintavételi frekvencia csaknem egyenlő a bemenőjel frekvenciájával.

Itt jelentkezik egyértelműen az aliasing hatás, amikor a mintavételi pontok burkológörbéje ismét a helyes hullámformát mutatja, de más frekvenciával. Ez a frekvenciaosztásnak megfelelő hatás az, ami a tároló szkópoknál igazán félrevezető. Meg kell itt jegyezni, hogy ennek az effektusnak más műszereknél, nevezetesen a mintavételező oszcilloszkópoknál gyakorlati haszna van, hiszen azok ezen az elven működnek. Az olyan görbealak, amely szinkronizálatlanok tűnik vagy az oszcilloszkóp képernyőjén „úszik”, bár a triggerelés beállítása helyes, valószínűleg átlapolásos.

Ennek a problémának csökkentését szolgálja az Y erősítőbe épített sávkorlátozás. Az igazi megelőzés azonban a túlmintavételezés. A mérés ismeretlen jelnél mindig a leggyorsabb mintavételezéssel kell kezdeni!

Szakemberek körében is vita tárgya, hogy az analóg vagy digitális oszcilloszkóp a jobb-e valamilyen feladat elvégzésére. Ahhoz, hogy megértsük egy digitális műszer előnyeit és hátrányait, tisztáznunk kell néhány fogalmat. A DSO a jelalakot digitalizálás

után digitális memóriában tárolja. A digitalizálás mintavételből és kvantálásból áll. A mintavétel nem más, mint az analóg jelet „elkapni” egy diszkrét időpillanatban. A kvantálás az analóg jelet bináris számmá transzformálása az analóg-digitális átalakítóval (ADC). A digitalizálás gyakoriságának beállítására az időalap kapcsoló szolgál. Az időalap precíz digitális órajelet használ az A/D konverzióhoz és az adat memóriába tárolásához. A gyakoriság, azaz a mintavételi sebesség (sampling rate) a mintavételek másodpercenkénti száma.

Ha az adat már a memóriában van, akkor tetszőleges sebességgel ki tudjuk olvasni és megjelenítéshez feldolgozni. Az ADC kap egy analóg jelet a bemenetére és megfelellet neki egy számot.

## 2.3. Pontosság és felbontás

A bemeneten levő analóg feszültség bárhol lehet az ADC tartományán belül. Az ADC azonban csak a felbontásának megfelelő diszkrét számokat tud kiadni. Így a kimenet legkisebb helyértékű biteje (LSB) folyamatosan változó analóg jel egy kis tartományát jelenti. Ennek a kis tartománynak a mérete fontos, amikor mérünk az ADC-vel. Ez a méret az ADC felbontása, ami a konverter bitszámától függ. Ez mutatja meg azt, hogy milyen pontosságú lehet a mérés ideális esetben.

A valóságban azonban ez nem garantált. A „pontosság” és „felbontás” nem szinonimái egymásnak. A felbontás az előbb említett tartományoknak a megkülönböztetése egymástól, míg a pontosság a mért érték egyezése egy elfogadott szabványos értékkel. Vegyünk egy egyszerű példát! Van egy kétszámjegyes kijelzésű mérlegünk, ami 0 és 99 kg közötti egész értékeket jelez ki, a tizedes értékeket lefelé vagy felfelé kerekíti. Ráállunk és 60 kg-ot mutat a kijelző. A mért tömegünk valahol 59,5 és 60,5 kg között van. Így a mérlegünk felbontása 1 kg, vagyis ez a legkisebb egység, amit még meg tud különböztetni. Ha most ráteszünk egy hiteles 60 kg-os súlyt és a kijelző 57 kg-ot mutat, akkor tudjuk, hogy a mérlegünk 60 kg-nál csak 5% pontosságú (3/60). Megjegyzendő, hogy a pontosságot az adott teljes mérésátharra szokás vonatkoztatni. A felbontás sokszor fontosabb paraméter, mint a pontosság. Ha az értékeket csak az egyes mérések

összehasonlítására használjuk, lényeges hogy az információból minél kisebb részleteket tudjunk megkülönböztetni egymástól. Ez esetben az értékek abszolút pontossága kevésbé fontos.

A pontosság és felbontás közötti különbség érzékeltetésével láthatjuk, hogy egy DSO vertikális felbontása maga az ADC felbontása, pontossága azonban sok minden más függvénye egyszerre. Többek között függ az erősítőfokozatok linearitásától és a bemenő osztó pontosságától. Így, míg egy 8 bites konverter felbontása 0,391% a DSO eredő pontossága nem lesz jobb 1...3%-nál. A horizontális vagyis az időalap felbontása a memória hosszától, pontossága az órajel-generátor stabilitásától, pontosságától függ. Mivel ez utóbbi pontos és stabil kvarcoszcillátor, az időalap pontossága akár 0,001% is lehet. Az egyéb időzítőjelek ebből az órajelből származnak bináris osztókon keresztül, ezért linearitásuk is hasonlóan jó.

A felbontásnak egy másik korlátja a megjelenítés. Akár katódsugárcső, akár LCD a megjelenítő eszköz, a felbontása véges. Az analóg vagy tárolócsöves szkóp kijelzőjének felbontása a mérés felbontása. Ez így nem igaz a digitális műszerre, bár meglehet, hogy a megjelenítő ugyanaz. A DSO memóriája miatt a mérés felbontása nagyobb lehet. Ez a következők miatt lehetséges: digitálisan nyújtani lehet az adatokat, kurzort használhatunk, hozzáférhetünk az eredeti mért adatokhoz, mert a kiolvasás és megjelenítés sebessége és ideje tetszőleges lehet.

A következő fontos paraméter a sebesség. A digitalizálás vagy mintavételezés sebességét többféleképpen fejezik ki. A leggyakoribb a frekvenciaérték szerinti jellemzés; ami egyenlő a mintavételek száma/másodperc értékkel. Néha az információ sebessége adott, ez a tárolt bitek száma/másodperc. Ha az információ sebességét osztjuk az ADC bitek számával, akkor a frekvenciát kapjuk. Néha a mintavétel intervallumát adják meg, ez a frekvencia reciproka. A mintavétel sebessége befolyásolja a hasznos sáv szélességet. A DSO-nak kétféle sáv szélessége van. Az egyik az analóg erősítőé, a másik a mintavétel sebességétől függ. Ahhoz, hogy a maximális mintavételezési sebességet használhassuk, alacsony időalap-értékeknel „hosszú” memóriára van szükség. Rögzített hullámalak hossza = (memóriahossz)/(mintavétel

sebessége), ahol a hullámalak hossza másodpercben a memóriahossz mintákban, a mintavétel sebessége mintavétel/másodpercben értendő. A mintavétel sebessége egyetlen digitalizálónál sem marad a maximum, változik az időalap beállításával. A hosszú memória előnye a zoomolási lehetőség.

### 3. A PC-oszcilloszkóp áramkörök működése

A működés ismertetésével kapcsolatban ennél a rendszernél problémák vetődnek fel. A problémát nem az áramkör bonyolultsága okozza, hanem maga a rendszer, amelynek keretén belül a szkóp üzemel. A cikkben a cím szerint egyetlen áramkörrel, mint hardvérről beszéltünk, pedig ez önmagában nem sokat ér. Először is kell hozzá egy PC, ami a vezérlő és kijelző funkciót ellátja és kell egy működtető program, ami a rendszert összefogja. Ha valamelyiket kiragadjuk a környezetéből, a rendszer összeomlik, nincs értelme a működésével foglalkozni az évkönyv által megszabott terjedelmi korlátok miatt. Az viszont lehetetlenség, hogy a szoftvert, hardvert és a PC-t a megszkótt mélységig ismertessük.

Engedje meg az olvasó, hogy ezt a dilemmát úgy oldjuk fel, hogy nem az elvi kapcsolási rajz ismertetésre helyezzük a hangsúlyt, hanem a működést összevonva tárgyaljuk a tömbvázlattal és a szoftverrel. Ahol a fizikai működés megkívánja a részletesebb taglalást, ott az elvi kapcsolási rajzot hívjuk segítségül, máshol hivatkozunk a szoftverre, vagy a PC-re. A lényeg az, hogy együtt kell vizsgálni a 2. ábrán látható tömbvázlatot, a 3. ábrán levő analóg, a 4. ábrán levő digitális áramkörü részt és az 5. ábrán szereplő tápegységet.

A szkóp 3 csatornás, de a 3. ábrán csak az 1. csatorna áramkörét részleteztük ki. Erre utalnak az 1-gyel kezdődő pozíciószámok. A másik két csatorna azonos áramkörü részleteinek elemeire pl. a beültetési rajzon a 2-vel, ill. 3-mal kezdődő pozíciószámok utalnak. A tárgyalást az 1. csatornára vonatkoztatjuk, de a leírtak értelemszerűen érvényesek a másik kettőre is.

#### 3.1. AC/DC kapcsoló

Az AC/DC kapcsoló feladata a CH1 bemenet egyenáramú leválasztása. Az AC állapot lehetővé teszi max.

100 V egyenfeszültségre szuperponált váltakozó feszültségek vizsgálatát. A DC bemenet általában digitális jelek, vagy igen lassan változó jelek vizsgálatához szükséges. A jelfogó átkapcsolását az ACR-1 jel vezérli. Az átkapcsolás programból történik az  $J_{101} \dots J_{103}$  jelfogó segítségével. Az  $R_{101}$  ellenállás a relé érintkezőjét védi, amikor a feltöltött bemeneti kondenzátort süti ki.

#### 3.2. Kompenzált osztó

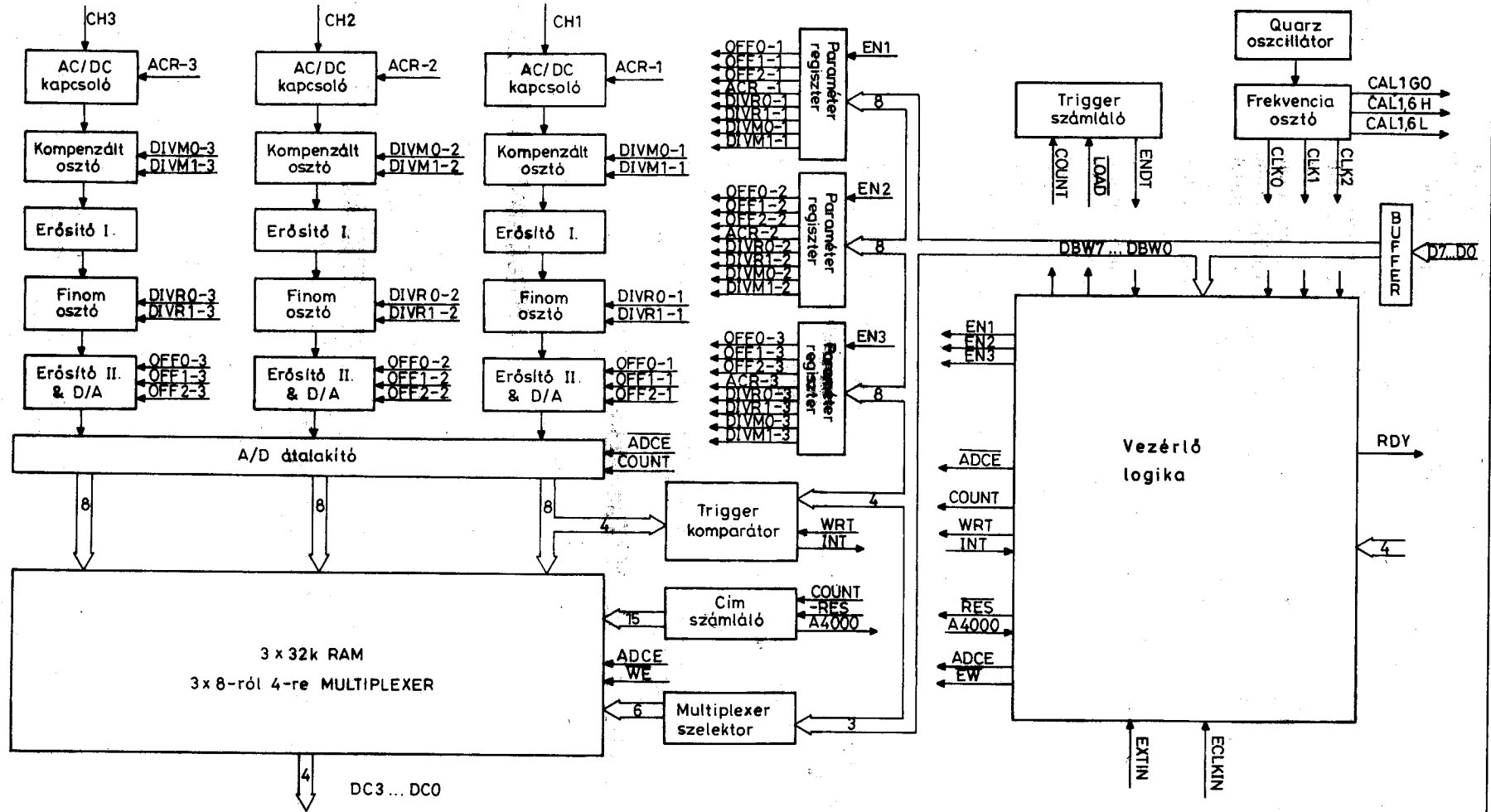
Az AC/DC kapcsolón keresztül a bemenőjel a kompenzált osztóra kerül, ami a 1:10, ill. 1:100 osztásokat valósítja meg a  $J_{102}$ ,  $J_{103}$  relé kapcsolási kombinációinak függvényében. A dupla morzeérintkezős reléket szoftverből a paraméter regiszter segítségével kapcsoljuk be-ki a DIVM0-1, DIVM1-1 jelekkel. Ezek a relék a DIP tokozású (reed)  $J_{101}$ -től abban is különböznek, hogy a névelges működtető feszültségük 12 V. Ebben a kapcsolatban 10 voltról működnék, amely tápot a  $T_{108}$ ,  $T_{109}$  segítségével kapcsoljuk a behúzótekercekre.

A bemeneti impedancia az oszcilloszkóptechnikában megszokott  $1 \text{ M}\Omega \parallel 30 \text{ pF}$ . Ez lehetővé teszi szabványos 1/10 passzív mérőfej csatlakoztatását a bemenet elé, így a max. 5 V/div méréshatárt 50 V/div-re emelhetjük. Az ellenállásokkal párhuzamosan kapcsolt kondenzátorok az osztó frekvenciafüggetlenséget biztosítják.

A kompenzáció beállítása a kártyán kivezetett CAL1.6H és CAL1.6L jelekkel történhet alakhű négyszögjelátvitel érdekében (erről részletesebben a Bemérés, kalibrálás fejezetben lesz szó).

#### 3.3.1. erősítő fokozat

Az eddigiek nagyjából hasonlítanak egy hagyományos oszcilloszkóp fokozataihoz. A további erősítőrészek már inkább egy többcsatornás digitális „mérésadatgyűjtő rendszerhez” állnak közelebb. Az első erősítőfokozatot az IC<sub>101</sub>, FET-bemenetű gyors műveleti erősítő alkotja. Kb. ötszörös erősítés mellett elsősorban impedanciaillesztést végez. Nagyimpedanciásan fogadja a bemenőosztó jelét és kis impedanciával hajtja meg a finom osztót. A nagy bemenő impedancia miatt az offset kompenzáció szükséges, hogy a megfelelő csatorna nyomvonalra a kép-



2. ábra



# ELEKTRONIKUS MÉRŐMŰSZEREK

## ELEKTRONIKAI EGYSÉGCSOMAGOK

**MŰSZERVÁSÁR! SZAKÜZLETE ADÁSVÉTEL**



**URBÁN ELEKTRONIKA Kft.**

Budapest VII., Dózsa György út 16. (Dózsa-Jobbágy sarok)  
Tel. fax: 322-8892 Nyitva: H-P 10-17 óráig

**HEWLETT PACKARD SIEMENS TEKTRONIX ROHDE & SCHWARZ**

**HT TR-0734 Rádiótesztber, AM-FM, 0...120 MHz**

**R & S SPNL Szintézéres szinuszgenerátor, 1 Hz - 600 kHz**

**EMG Type 12574 Prog. funkciógenerátor, X-TAL**

**HT Audio komplex generátor 4 műszer 1 házban!**

**HP 1720A 275 MHz 2 sugár, 2 időalap**

**EMG Type 12543 Imp. generátor, ECL, 300 MHz**

**HP 182A, C 50 MHz, 2 sugár 2 időalap, óriás képernyő**

**EMG Type 1323, Műhold szintézés, 950-1750 GHz**

**Kikusui COS 6100A 100 MHz laborzkóp**

Készletünkben még további több száz műszer áll vásárlóink rendelkezésére.  
Naprakész árlistánk az Interneten: <http://urbanelektronika.elender.hu>

9900

### ELEKTRONIKAI EGYSÉGCSOMAGOK - KIPROBÁLT KAPCSOLÁSOK

A szerző által a Rádiótechnikában és a Hobby Elektronikában megjelentetett cikkek alapján.

SZÁMITASTECHNIKA		
	egységcsomag	élesztve
ÉK '94	PC szkóp (DSO)	49 000 Ft
ÉK '94	IBM IC tesztber	9 800 Ft
ÉK '94	IBM EPROM égetők	17 500/24 500 Ft
Új téma	PIC égető	3 500 Ft
RT '99/11	EPROM emulátor	7 900 Ft
Új téma	EPROM törlő	5 500 Ft
ÉK '99	80C535 fejlesztőrendszer	16 500 Ft
ÉK '99	80C535-hőz modulok	950 - 4 500 Ft
Új téma	80C552 mikrokontroller kártya	6 900 Ft
Új téma	Z80 CPU kártya	7 900 Ft
Új téma	8 csatornás mérésadatgyűjtő	9 900 Ft
RT '99/1	IBM printerport duplázó	3 500 Ft
RT '99/10	Optocsatolt RS-232 adapter	3 500 Ft
ÉK '99	Relés, optós kártya	4 500 Ft
ÉK '94	I/O kártya 48 vonal	7 500 Ft
HE '99/9	4 triakos kapcsoló RS-232 portra	3 500 Ft
Új téma	IIC buszos 16 I/O	3 500 Ft
Új téma	IIC buszos óra és eseményszámoló	2 500 Ft

Új téma	24 W monó erősítő kocsiba	2 500 Ft
ÉK '92	2 x 40 W sztereó erősítő	2 700 Ft
ÉK '92	100 W monó erősítő	2 700 Ft
RT '94/12	QUAD 405 HI-FI-erősítő	3 900 Ft
ÉK '97	300 W VMOS HI-FI-erősítő	9 800 Ft +FET
ÉK '97	Védelem végfokokhoz	1 800 Ft

### FÉNYTECHNIKA

RT '98/11	8x8 Fénymátrix	3 500 Ft + LED panel
ÉK '93	Futófény 8 bites TTL kimenet	1 900 Ft
HE '99/10	Futófény nx4 lámpás, 220V-ra	3 500 Ft
HE '94/11	Fényorgona, 3 csatornás	3 500 Ft
ÉK '92	Monó kivezetésjelző LED-es	1 800 Ft
HE '96/7	Sztereó kivezetésjelző	3 600 Ft
HE '92/8	Knight rider futófény	1 900 Ft
HE '95/9	Diszkóvillogó strobozkóp	3 500 Ft

### HOBBI ELEKTRONIKA

ÉK '95	Dallamgenerátor Z80-nal	2 500 Ft
ÉK '95	Dallamgenerátor UM66Txx	950 Ft
ÉK '95	Multisziréna	950 Ft
ÉK '95	Hangutánzó: kocsí, állat, vízcsobogás	1 900 Ft
HE '94/1	Hőfokszabályzó	3 500 Ft
HE '95/11	Analog szövegátjáró	3 500 Ft
Új téma	Szabályozható tápegység	2 500 Ft
HE '97/6	Időzítő 1...109 percig	2 500 Ft

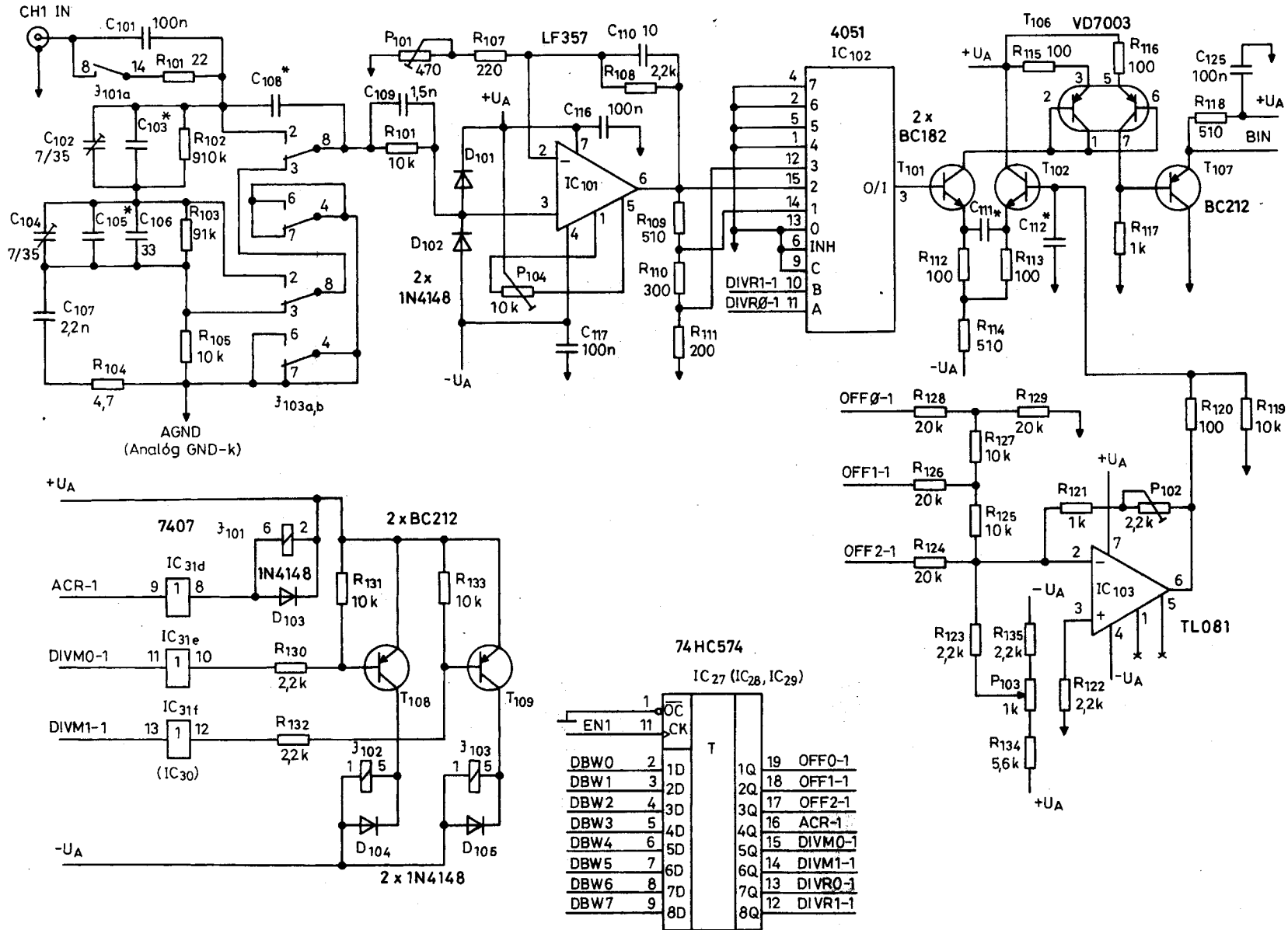
### MŰSZEREK

ÉK '96	Képmintagenerátor	2 900 Ft
ÉK '96	PAL kóder a képmintagenerátorhoz	1 900 Ft
ÉK '97	Függvénygenerátor	5 500 Ft
ÉK '97	Logikai analízator oszcilloszkóphoz	9 500 Ft
RT xx/xx	Frekvenciamérő, TTL bemenet, 50 MHz	5 500 Ft

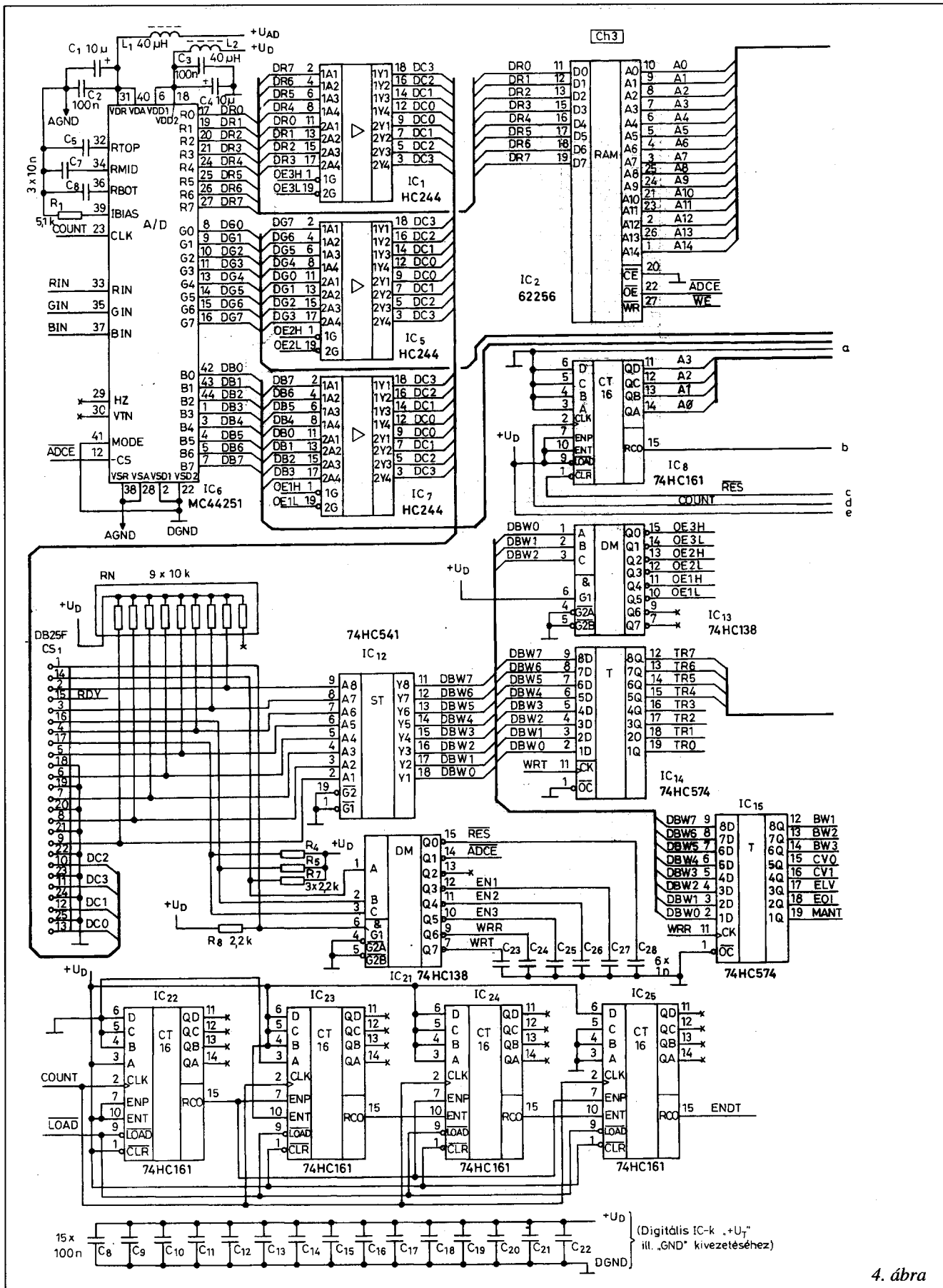
Az egységcsomagok árai az ÁFA-t tartalmazzák. Az árváltoztatás jogát fenntartjuk. Árlista az Interneten: <http://urbanelektronika.elender.hu>

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

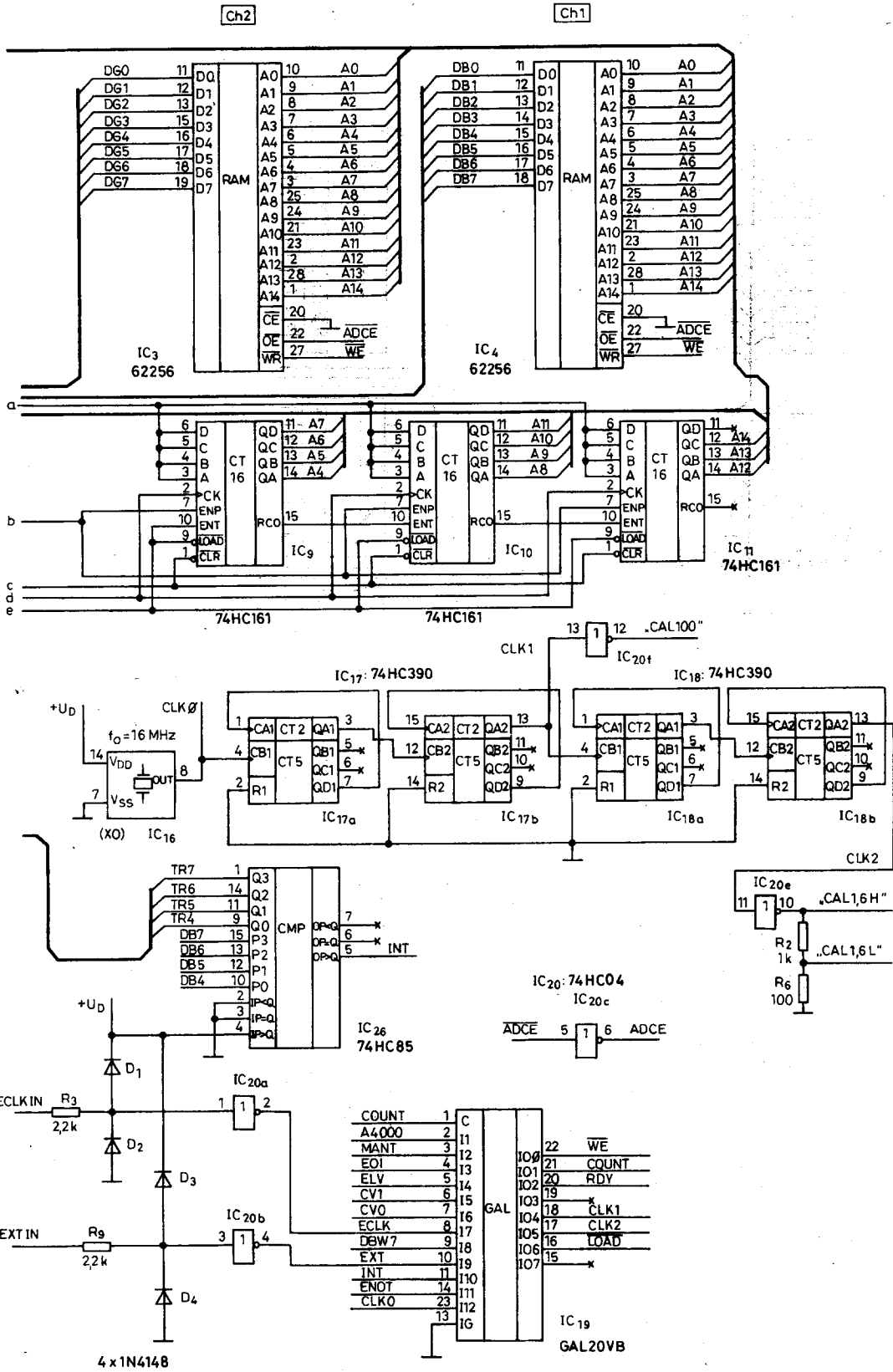




3. ábra



4. ábra



4. ábra

erőnön precízen beállítható legyen. Erre szolgál a P<sub>104</sub> trimmerpotméter.

A szimmetrikus erősítő tápellátása a zavarvédelem érdekében el van választva a digitális részétől. Ez fontos technológiai követelmény, hiszen gondoljuk meg, milyen egymásrahatásra számíthatunk olyan áramköröknél, ahol a digitális rész órajele 16 MHz, az analóg erősítő érzékenysége pedig 5 mV! Az elválasztást a tápfeszültségek jelölése egyértelműen tükrözi. Az analóg föld jele AGND (sötét háromszög), a digitálisé a DGND (hagyományos testelési jel). A kétféle föld az A/D földpontjánál van közösítve.

Fontos követelmény, hogy a három csatorna erősítése az építőelemek szórásától függetlenül mindig azonos legyen, különben a képernyőn ugyanazt a jelet mindegyik csatornán más-más amplitúdával látnánk. Ezért szükség van az erősítés mértékének állítására is. Ennek megoldására ez a fokozat a legmegfelelőbb.

A kalibrálásra a P<sub>101</sub> trimmerpotméter szolgál.

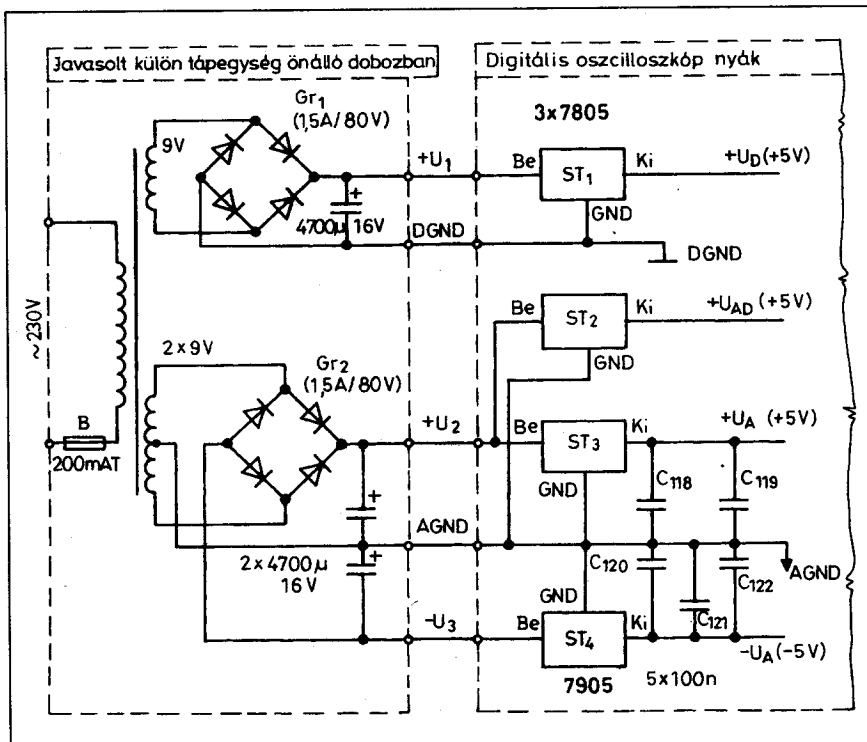
### 3.4. Finom osztó

Az A/D konverter felbontásának kihasználása érdekében törekedni kell arra, hogy annak bemenetén mindig a jeltartományának megfelelő lehető legnagyobb jelet biztosítsuk. Ennek érdekében sokfokozatú bemenő osztót célszerű építeni. Az 1 MΩ-os szabványos bemenőellenállás és a kompenzálhatóság a nagy értékű ellenállásoknál amatőr viszonyok között nem valószínűsíthető meg. Ezért az osztóláncot két részre bontottuk.

Nagy impedancián végezzük a nagy jelszintek osztását – ahogy azt az előbb láttuk –, és kis impedancián oldjuk meg a kisszintű jelek osztását, mert itt primitív osztót és kapcsolót alkalmazhatunk.

Az IC<sub>101</sub> kisimpedanciás kimenetről meghajtott, kis értékű ellenállásokból álló finom osztó (R<sub>109</sub>...R<sub>111</sub>) kompenzálás nélkül is frekvenciafüggetlenül osztást valósít meg az itt szükséges frekvenciatartományban.

Az 1:1–1:2–1:5 osztás kiválasztása az IC<sub>102</sub> analóg multiplexer DIVR0-1, DIVR1-1 jeleivel lehetséges. A DIVR0-1=L, DIVR1-1=L állapotban a multiplexer kimenőjele az AGND. Ebben az állapotban állítható be a csatornák függőleges ofszetje, azaz a nullvonal.



5. ábra

### 3.5. A II. erősítő fokozat és a D/A átalakító

Ezen áramköri részlet első fokozata a T<sub>101</sub>, T<sub>102</sub> tranzisztorokon alapuló, diszkrét elemekből felépített differenciálerősítő, amely eléggé nagy bemenőellenállással fogadja a finomosztó jelét. Így az analóg kapcsoló csatornaellenállása elhanyagolható hibát okoz. A másik bemenet az IC<sub>103</sub>-mal kialakított D/A átalakító jelét fogadja. Ez a D/A végzi az idővonal függőleges szintbeállítását. Az OFF-0...OFF-2 jelek vezérlik az R-2R létra felépítésű (R<sub>124</sub>...R<sub>129</sub>) 3 bites konvertert. A P<sub>103</sub> potméterrel az ofszet, a P<sub>102</sub>-vel a meredekség állítható be az A/D konverterhez. Ez a fokozat, funkcióját tekintve, megegyezik a hagyományos szkópoknál a sugár függőleges pozícióját szabályozó potméterrel. Elvileg ezt az áramkört is lehetne egyetlen potméterrel helyettesíteni, de a szoftver úgy van megírva, hogy a mérőrendszer automatikus legyen. A paraméter-regiszteren beállított értékekből mindig tudjuk, hogy mennyi a DC eltolás. Ez akkor érdekes, ha DC szintre szuperponált jelet vizsgálunk.

A differenciálerősítő áramát a T<sub>106</sub>, PNP duáltranzisztorból álló áramtükör fogadja. Erre a megoldásra az alacsony analóg tápfeszültség miatt volt szük-

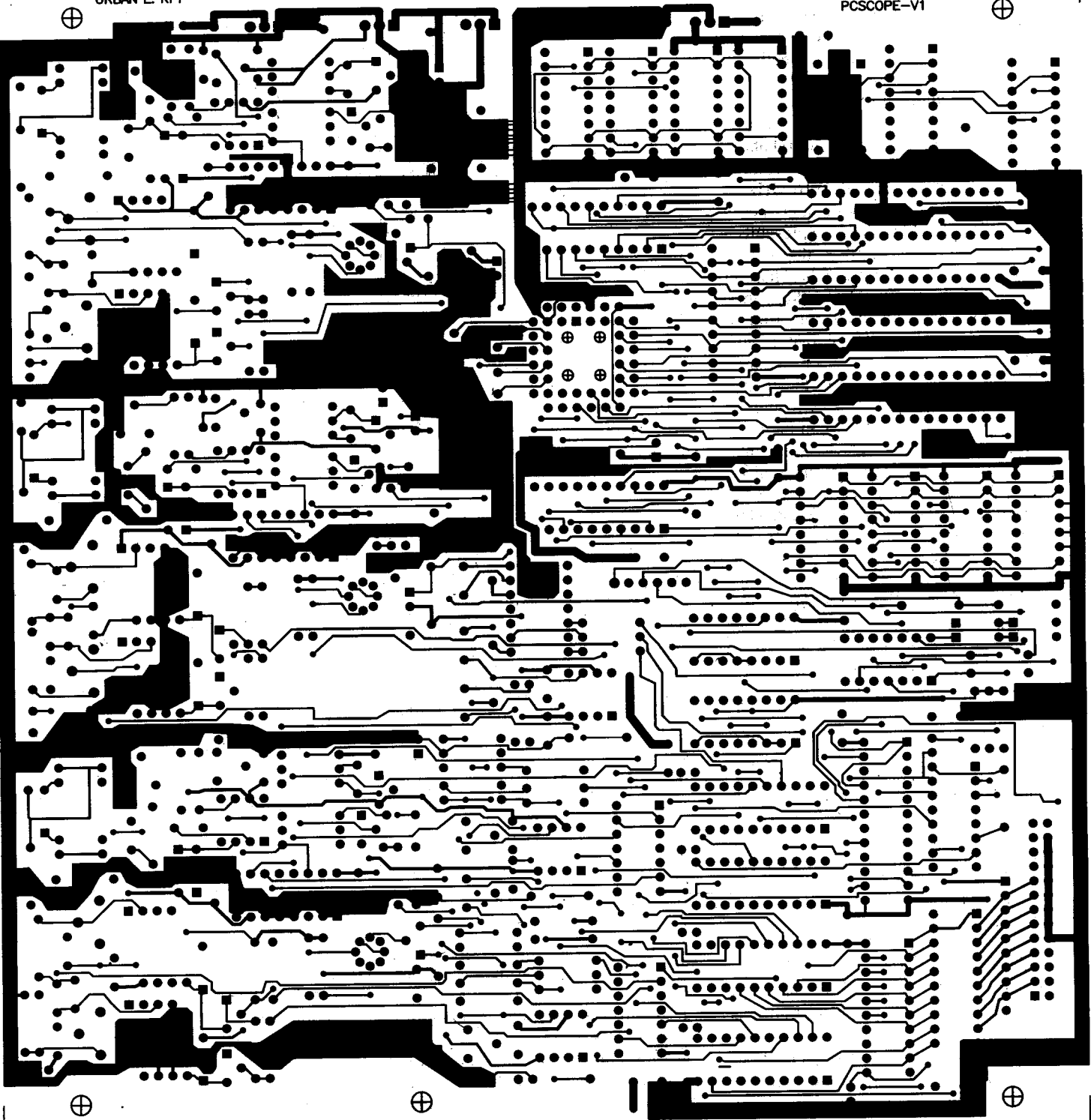
ség. Az áramtükör a differenciálerősítő áramának irányát megfordítja, így az R<sub>117</sub>, 1 kΩ-os munkaellenálláson létrejövő feszültség könnyen illeszthető az A/D bemenetéhez.

A T<sub>107</sub> emitterkövető az A/D bemeneti kapacitását választja le az áramgenerátor kimenetéről és kisimpedanciás meghajtást biztosít a bemenetnek. A BIN jel az A/D konverter bemenetére kerül.

### 3.6. Paraméterregiszter

Az oszcilloszkóp X, Y, Trigger csatornáinak megfelelő ballításához kezelőszervek kellene. Ezekre a PC szkópnál is szükség van. Szoftvervezérelt mérőrendszer lévén, ezek a hagyományos oszcilloszkópoknál megszokott-hoz képest teljesen más formában jelennek meg: virtuális kezelőszervek lesznek. Az ok igen egyszerű. A képernyőn mindig paraméterezve kell megjeleníteni a mérendő jelet, máskülönbben mérés helyett csak indikálunk. Ezt elkerülendő, a kezelőszervek állását mindig ismerni kellene, tehát ezt valahogy közölni kellene a szoftverrel. Ez lenne a tipikus esete a „farok csóválja a kutyát” jelenségnek az elektronikában!

Minden szempontból előnyösebb az, ha mi közöljük a számítógép segít-



6. ábra

ségével, hogy milyen paraméterekkel szeretnénk mérni és az automatikusan beállítja azokat. A program „kezelőszervei” a képernyőre kiírt funkciók, illetve a lehívható menüpontok. A paraméterlistával és a legördülő menüből egérkurzor segítségével választhattunk. A paraméterregiszterek feladata a

mérési paraméterek csatornánkénti tárolása. A paraméterregiszterek feltöltése a DBW7...DBW0 adatvonalokról az EN3...EN1 beírójelekkel történik.

### 3.7. Analóg digitál átalakító (A/D)

A Motorola gyártmányú MC44251,

$3 \times 8$  bites videó A/D (IC<sub>6</sub>) végzi a megfelelően előkészített analóg jel digitalizálását. A teljes működést a COUNT órajel vezérli. Az órajel lefutó éle mintavételezi egyidejűleg mind a három csatorna bemenőjelét. Az analóg jeleknek megfelelő digitális értékek 2,5 órajellel később, az órajel lefutó

éle után jelennek meg a digitális kimenetek. A háromállapotú kimenetek olvasása a ADCE jel aktív állapotában lehetséges. Sajnos a tervezés indulásakor még nem volt előrejelzés arról, hogy a nevezett típusjelű A/D beszerzésével gondok lehetnek. E cikk megjelenésekor azonban ez már tény, ezért gondoskodtunk alternatív megoldásról is: ez a Texas gyártmányú TLC5733 típusú videó A/D. Elektromos paramétereit tekintve a két IC közel azonos. A TLC valamivel gyorsabb, de ezt itt nem tudjuk kihasználni. Lényeges különbség van viszont a tokozásban, ami elsősorban lábkiosztással kapcsolatos problémát jelent. Ezt egy kis segédpanel alkalmazásával hidaltuk át, ami egy lábakkal ellátott IC foglalatra dugható kompakt egység, így az egységcsomagból építőknél sem jelent problémát a két IC esetleges cseréje.

### 3.8. Sztatikus tároló (RAM) és multiplexer

Az A/D átalakító kimenőjelei a WE1...WE3 jellel a 61256 típusú 32 kilobájtos RAM-okba íródnak be (IC<sub>2</sub>...IC<sub>4</sub>). Adatgyűjtéskor az olvasás engedélyezés (ADCE) természetesen inaktív állapotú, csak a megfelelő számú minta beérkezése után – az A/D kikapcsolása mellett – válik aktívvá. Így lehetséges a RAM-ok kiolvasása. A 3 × 8-ról 1 × 4-re multiplexer segítségével a RAM-okban tárolt értékeket 32768 × 6 lépésben a számítógép kiolvashatja. Ilyenkor természetesen a címszámlálók működtetése a számítógép feladata, amit a CS<sub>1</sub> D7 adatvonala és a vezérlő logika közreműködésével valósít meg.

### 3.9. Címszámláló

A RAM-ok memóriacímeit a IC<sub>8</sub>...IC<sub>11</sub>, teljes szinkron számlánc állítja elő. A számláncot a COUNT órajel vezérli. Az adatgyűjtés mindig a számlánc 0 állapotában kezdődik, és addig nem történhet trigger-indítás, amíg a számláló legalább egyszer a 4096 értéket nem éri el (4000H). A trigger ún. közép-trigger üzemmódot (trigger előtt 4096, trigger után 28672 minta).

### 3.10. Multiplexer/címszelektor

A RAM-ok kiolvasásánál használt multiplexer címzése a CS<sub>1</sub> D2...D0 adatvonalaival történik.

### 3.11. Kimeneti multiplexer

Az A/D kimeneteire csatlakozik csatornánként egy-egy 74HCT244-ös IC (IC<sub>1</sub>, IC<sub>5</sub>, IC<sub>7</sub>) is, amelyek az A/D kikapcsolt állapotában a RAM-okban lévő digitalizált értékeket két félbájtos formában a számítógép számára elérhetővé teszik. (A hagyományos Centronics portnak csak 5 bemenete van.) Az aktuális félbájt kiválasztását a Centronics port kimenőadataival vezérelt IC<sub>13</sub> végzi.

### 3.12. Triggerkomparátor

Az A/D átalakító első csatornájának felső 4 bitjét az IC<sub>26</sub>, 4-bites komparátor hasonlítja össze az IC<sub>14</sub>-ben tárolt indítási szinttel. Az eredmény (INT) a vezérlőegységet tartalmazó IC<sub>19</sub>-be kerül.

### 3.13. Órajel-generátor és órajelosztó

A DSO órajele az IC<sub>16</sub>, kompakt kristályoszillátorral előállított 16 MHz-es jele, illetve az IC<sub>17</sub>, IC<sub>18</sub> leosztott szimmetrikus négyszögjeleiből van kiválasztva. A CLK1 jelű 160 kHz-es jel az IC<sub>20</sub> inverteren keresztül a belső CAL160 csatlakozón elérhető. A CLK2 1,6 kHz-es jel – TTL szinttel – a belső CAL1.6H csatlakozón és a előlapon is elérhető. Ugyanez a jel 1/10 osztással a belső CAL1.6L csatlakozón megtalálható.

Ezek a kalibráló jelek segítik a frekvenciakompensációk beállítását, ellenőrzését.

### 3.14. Triggerszámláló

A triggerszámlálót a IC<sub>22</sub>...IC<sub>25</sub> teljes szinkron számlánc alkotja. A számlánc kezdőértéke 8FE1H. A triggerszámláló úgy van előkészítve, hogy az ENDT = H állapotig a teljes adatmennyiséghez még szükséges 28 672 mérési ciklus fusson le, ugyanennyi órajellel kezdeményezve. A triggerszámláló órajele a COUNT, engedélyezőjele a LOAD = H, és kimenőjele az ENDT.

### 3.15. Vezérlőegység

A vezérlőegység ellátja a teljes rendszer vezérlését:

- kiválasztja a CV0, CV1-gyel meghatározott órajelet (méréskor 16 MHz, 160 kHz, 1,6 kHz vagy

ECLK, kiolvasáskor mindig a DBW7. Az órajel a COUNT kimeneten keresztül áll a megfelelő egységek rendelkezésére;

- a számítógéptől érkező parancs hatására indítja az adatgyűjtési ciklust;
- megvárja az első 4096 minta begyűjtését;
- értelmezi a MANT, EOI, ELV által beállított indítási feltételeket (AUTO, INT, EXT, szint, él);
- a megfelelő indítási feltétel teljesülésekor indítja a triggerszámlálót;
- az ENDT = H hatására a vezérlőegység átkapcsolja az órajelet a DBW7-re, nagyimpedanciás állapotba kapcsolja az A/D kimeneteket, olvasásra kapcsolja a három RAM-ot és az RDY-vel értesíti a számítógépet a adatgyűjtési ciklus befejeződéséről.

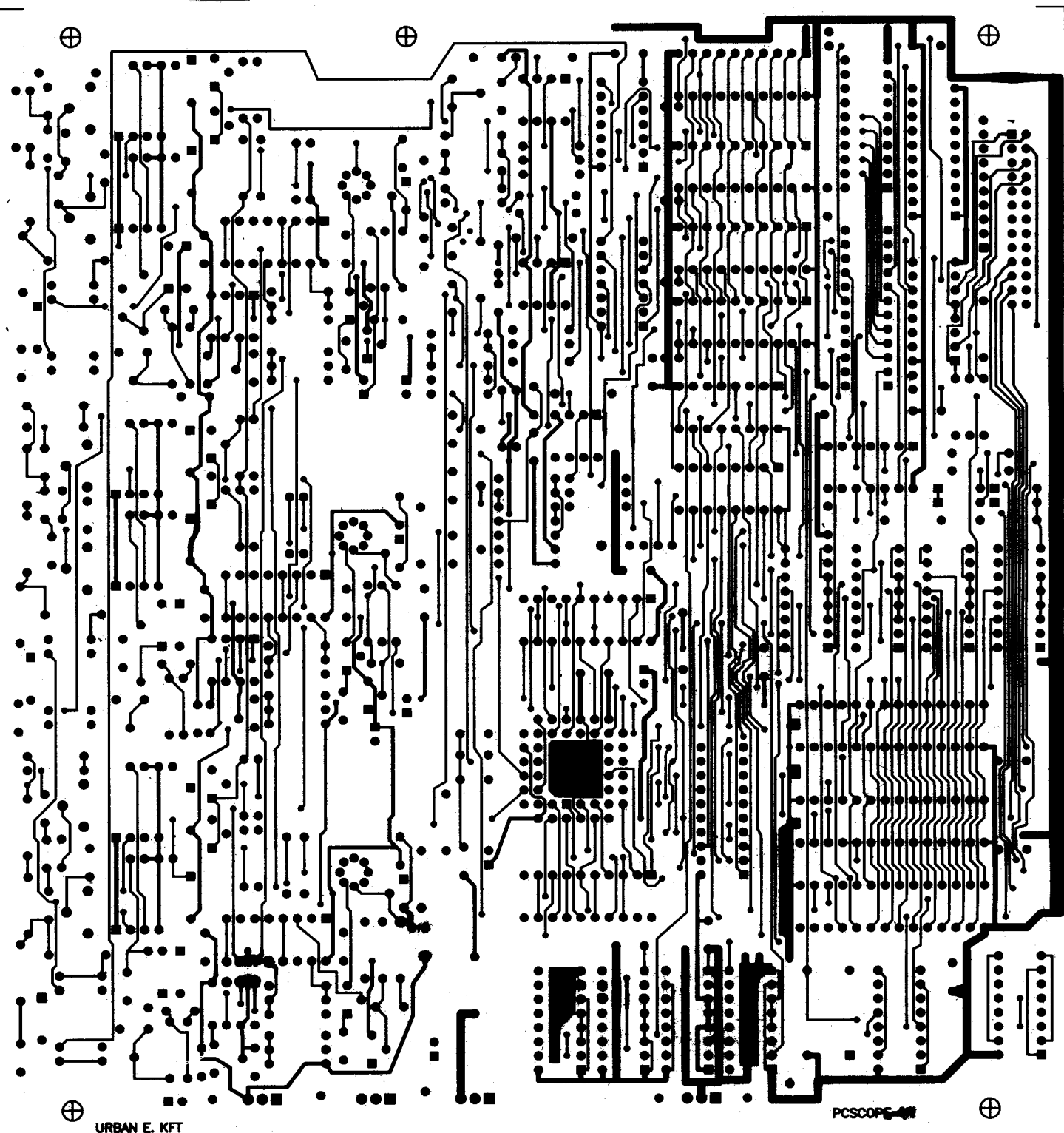
A számítógép 6 lépésben kiolvassa a három csatorna első digitalizált mintáját, majd egyesével növelve a címszámlálót, a további mintákat is. Új mérési ciklust csak ezután kezdeményez.

## 4. A DSO-val történő mérés folyamata

A program indításakor a DSO üres oszcilloszkóp-képernyővel jelentkezik be, de a három csatorna tárolóiba (IC<sub>27</sub>...IC<sub>29</sub>) ill. a központi egység IC<sub>14</sub>, IC<sub>15</sub> tárolóiba már beíródtak a kezdeti mérési paraméterek (AC/DC, Ydiv, offset- ill. trigger-szint, mintavételi frekvencia, trigger-mód, trigger-él, sávszűrés). Ez a művelet minden paraméterváltoztatásnál megismétlődik. A program ezt követően kezelői parancsra vár. A részletes kezelési utasítások az oszcilloszkóp kezelését ismertető fejezetben olvashatók.

## 5. A PC-oszcilloszkóp szerelése, élesztése

A PC szkóp nyákja kétoldalas finomrajzolatú (6., 7. ábra). Ez amatőr körülmények között nem készíthető el, ezért érdemes ezt az egész áramkör egységcsomagjával együtt az URBÁN ELEKTRONIKA szaküzletben megvásárolni, ahol az eredeti szerelt mintadarab is megtekinthető. Az egységcsomag mérethelyes alkatrészeket tartalmaz, ami az esztétikus szerelés elsőrendű követelménye, emellett mentesíti önt az alkatrész utáni rohangálástól, mert a csomagban minden együtt van a szerelés megkezdésének pillanatában.



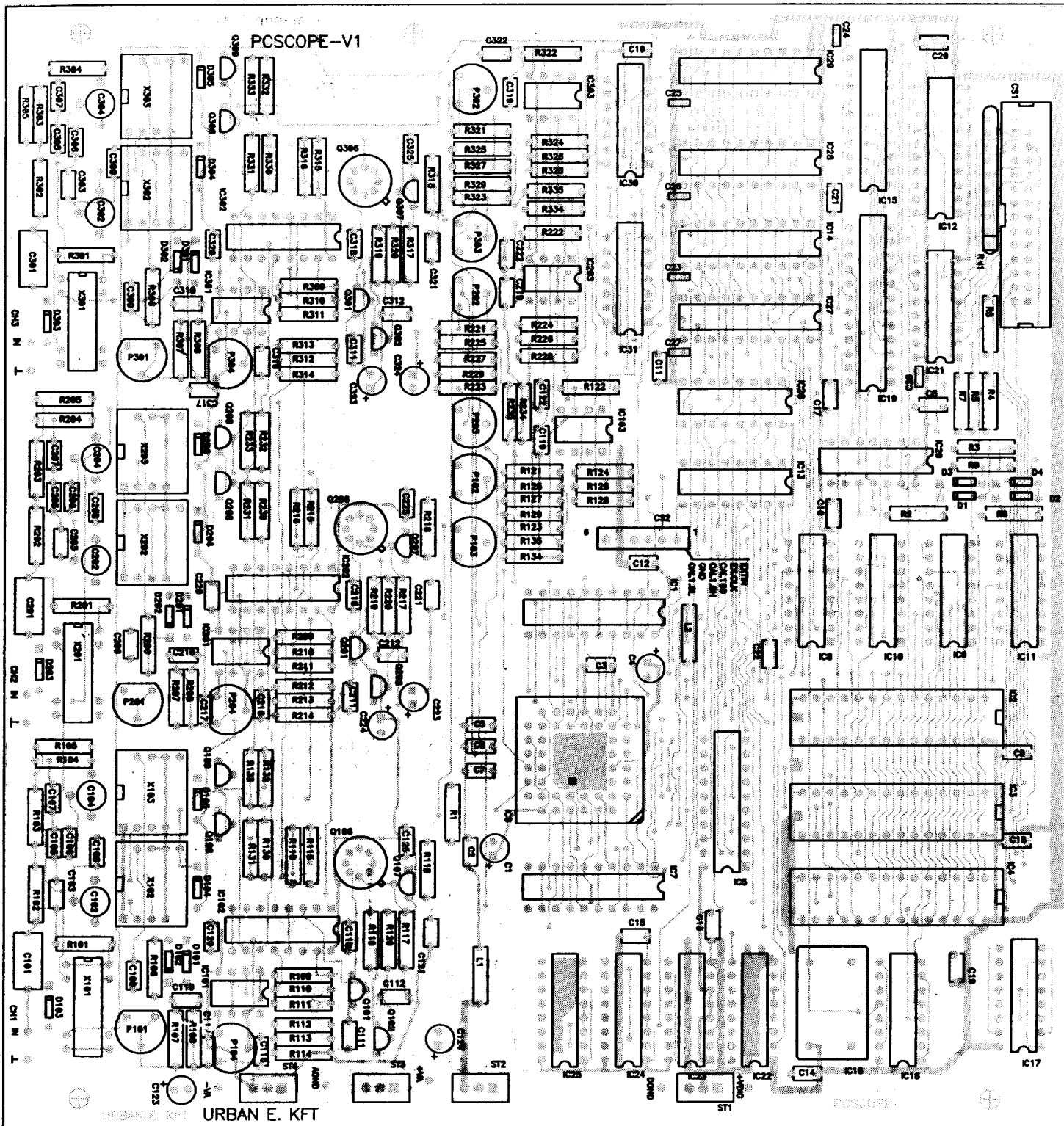
7. ábra

Az építés során fokozott gondossággal kell eljárni, hogy a figyelmetlenségből, szakszerűtlenségéből eredő hibákat elkerüljük. Egy kis többletráfordítás a szerelésre időben bőven megtérül az élesítés során. Beültetés előtt a panelt erős fényvel átvilágítva vizsgáljuk

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

Első lépésben a 8. ábrán látható beültetési rajz alapján az R, C, D elemeket forrasszuk be a magassági méretük függvényében, az alacsonyabbakkal kezdve! Minden elemet ültessünk

le a panel szintjére, hogy ne legyen azon zárlatot okozó, lógó alkatrész! Az RN ellenállásháló pozícionálására különösen figyeljünk, mert a két vége könnyen felcserélhető. A közös láb helyét az alkatrészben egy pont, a nyak-on pedig a négyzet alakú forrszem jelzi.



8. ábra

A forrasztások szakszerűségére ügyeljünk, pisztolypákát ne használjunk, mert az túlhevíti az ónt és leszedheti a forraszemetket!

A beültetés további sorrendje: IC-foglaltok, relék, csatlakozók, stabilizátor IC-k. A bemeneti nyers egyenfe-

szültségek nagyságától függően a logikai tápfeszültséget előállító stabilizátor IC-re a jobb hűtés érdekében célszerű egy kisméretű alumínium hűtőzászlót csavarozni, de ezzel ráérünk akkor foglalkozni, ha a használat során a táp-IC hűtőzászlóját megtapogatva nagyon

melegnek találjuk. A gondosan és esztétikusan összeszerelt áramkört a tápfeszültség bekapcsolása előtt a kapcsolási rajzzal összevetve még egyszer ellenőrizzük, hogy nem követtünk-e el valami hibát! Az élesztésre ennél az áramkörnél érdemes több időt fordítá-



ni, hogy ne adjunk esélyt annak, hogy egy drága alaplapi vagy notebook-os printerportot tönkretegyünk, ezért az első bekapcsolást és a szkóp használatát célszerű a *Rádiótechnika 1999/1. számában* ismertetett elektronikus printerportleválasztó/duplázó áramkőrön keresztül megoldani.

Ez az áramkör a PC printerportját teljes felületen leválasztva és megketőzve helyezi elének az asztalra, hogy a csatlakoztatáshoz ne kelljen a gép háta mögé bebújni. Biztosítja azt is, hogy a PC kikapcsolása, újraindítása nélkül biztonságosan barmikor, bármit szakszerűen rácsatlakoztassunk, mert a választókapcsolóval az egyik port inaktívvá tehető. Az URBÁN ELEKTRONIKA szaküzletben természetesen ez is megtekinthető és megvásárolható.

A leválasztó alkalmazása mellett is érdemes azonban a most ismertetésre kerülő üzembhelyezési tanácsok alapján folytatni a munkát, mert ezek a szerelt, élesztett kártyák vásárlóinak is érdekesek lehetnek, hiszen a szisztematikus üzembhelyezés más áramköröknél is jól alkalmazható ötleteket adhat. A beültetett kártyát lépésenként helyezzük üzembe. Az első bekapcsolás IC-k nélkül történik (már csak ezért is érdemes IC-foglalatokat beforrasztani!).

A bemenő táppontokra lehetőség szerint árammérőn keresztül kapcsoljunk megfelelő polaritású DC feszültséget. Az analóg és a digitális áramkörök tápellátásának szétválasztásával ez három árammérést jelent. Az üresjárású áram áganként kb. 10...30 mA; a stabilizátorok nyugalmi árama. Az ennél lényegesen nagyobb áram zárlatot jelez. Behatárolása tápfeszültség nélkül, ellenállásméréssel lehetséges.

Ha az üresjárású áram megfelelő, akkor feszültségméréssel folytassuk az üzembe helyezést. A +U<sub>D</sub> feszültség helyes értéke +5 V 5%, a DGND ponthoz viszonyítva. A mérést minden +U<sub>D</sub> ponton végezzük el! Ha mindent rendben találunk, akkor a tápfeszültség kikapcsolt állapotában helyezzük be az IC-eket. Ügyeljünk az IC-k pozícionálásánál, mert a fordított behelyezés esetén tönkre mennek! Ezután indítsuk el a programot.

Ha nincs hibaüzenet, akkor az illesztőrész valószínűleg jól működik. Mielőtt bármi mást csinálnánk, „ofszeteljük ki” az IC<sub>x01</sub> erősítőket a P<sub>x04</sub> trimmerpotenciometerekkel, a következőképpen. Állítsunk be 100 s/div

időalapot trigger nélküli üzembben. Az Yo/div értékét állítsuk 1-re. Indítsuk el az „Oscilloscope” módot! A már említett P<sub>x03</sub> trimmer segítségével keressük meg az idővonalat a képernyőn és állítsuk alulról az első osztásra mindhárom csatornát. Ugyanilyen paraméterek mellett Yo/div értéket módosítsuk 7-re.

Most a P<sub>x02</sub> trimmer segítségével állítsuk az idővonalat felülről az utolsó osztásra! Az Yo/div 1 illetve 7 értékek felváltva történő módosításával beállítható, hogy az idővonalak az osztásokra essenek.

Következhet a bemenőosztó „fara-gása”. Állítsunk be 1 V/div érzékenységet DC csatolással, Yo/div = 1 és belső trigger 3,5 osztásra. A CS<sub>2</sub> csatlakozón megtalálható CAL1.6H jellel végezzük a beállítást. „Oscilloscope” módban 100 s/div időalappal szabályos négyszögjelet kell beállítani a C<sub>x02</sub> trimmerkondenzátorok segítségével.

Váltunk a bemenet 100 mV/div-re! Most CAL1.6L jellel kompenzáljuk a jelalakot a C<sub>x04</sub> trimmerkondenzátorokkal! Ha mindezekkel rendben végeztünk, már csak az érzékenység beállítása van hátra. Adjunk ismert DC feszültséget a bemenetekre. Kikapcsolt trigger mellett RUN módban a P<sub>x01</sub> trimmerpotenciometerekkel kalibráljuk a csatornákat! A feszültségeket a kurzorok segítségével mérjük, mivel RUN módban ez lehetséges. Ezzel a

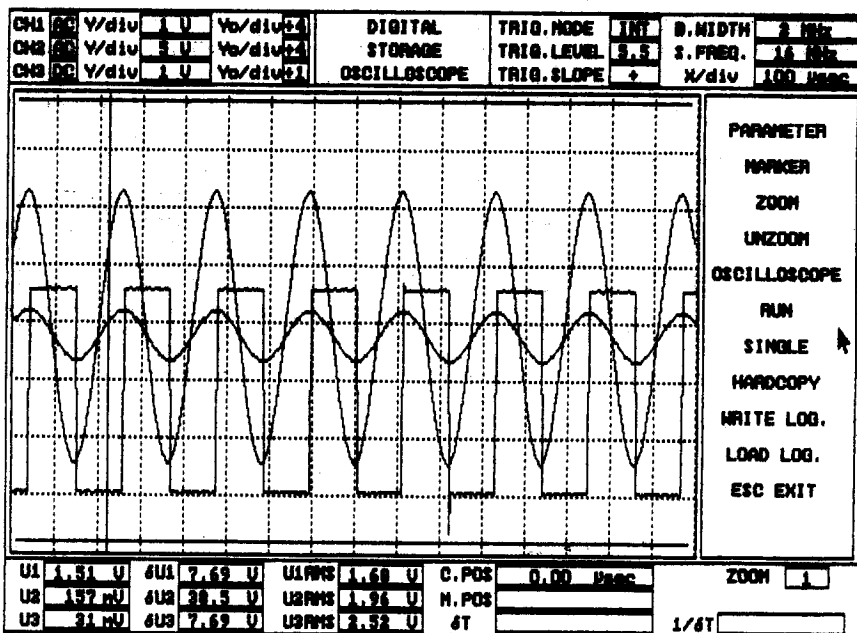
szkóp bemérése kész, a továbbiakból a kezelése könnyen elsajátítható.

## 6. Hálózati tápegység

Az összeszerelt, felélesztett oszcilloszkóp tápfeszültségéről természetesen gondoskodni kell. Erre két megoldás kínálkozik.

Az egyik szerint hozzáférhetővé tesszük a számítógép tápegységét a hátoldalon és ide, a 12 V-ra csatlakoztatjuk a bővítőt. A másik – kényelmesebb és műszaki szempontból is korrektebb – megoldás az, hogy az egységcsomaggal, vagy a készre szerelt áramkórral együtt megvásároljuk a szkópadapterhez készült hálózati tápegységet is. Ezen a tápegységen nincs hálózati kapcsoló, ezért az áramtalanításáról a számítógép kikapcsolásakor gondoskodni kell.

Az alapnyákon elhelyezkedő stabilizátor három csatornás: előállítja a logikai áramkörök +5 V-ját (+U<sub>D</sub>), a D/A +5 V-ját (+U<sub>DA</sub>) és az analóg rendszer 5 V-jait (+U<sub>A</sub>, -U<sub>A</sub>). Az 5. ábrán felüntetett módon a nyers egyenfeszültségeket egy külön dobozba szerelt, hálózati transzformátorból, egyenirányító hidakból és pufferelőkókból álló hálózati tápegység biztosítja a nyákba beültetett ST<sub>1</sub>...ST<sub>4</sub> stabilizátor IC-k számára. A hálózati tápegység az URBÁN ELEKTRONIKÁNÁL szintén megvásárolható.



9. ábra

## 7. A PC-oszcilloszkóp kezelése

A 25 eres szalagkábellel csatlakoztassuk a készüléket az LPT1 vagy LPT2 printerportra! A programot paraméter nélkül, vagy LPT1 paraméterrel indítva a kiválasztott printerport lesz érvényes. Formátum: név /2

Indítás után a 9. ábrának megfelelő oszcilloszkóp-képernyő látható (persze a mintavételezett görbék és a mérési eredmények nélkül). A felső blokkban az inicializált mérési paraméterek, az alsó blokkban a mérési eredmények helyei jelennek meg. Középen az oszcilloszkóp képernyőjét ill. a parancstáblát tartalmazza. Az oszcilloszkóp képernyője vertikálisan mindig 8 egyenlő részre van osztva. A horizontális osztások száma méréshatártól függően 18 vagy 12. A raszterhálót szaggatott vonalak jelzik. Az oszcilloszkóp képernyőjén bal oldalt egy folyamatos függőleges vonal látszik. Ez az időtengely kurzor-vonala.

A C.POS ablakban a trigger-időpont azaz „0.00 s” olvasható. A kurzor bal oldalán a triggeresemény előtti kisebb (kevésbé fontos kb. 10%), a jobb oldalán a triggeresemény utáni nagyobb (fontosabb) időtartamok helyezkednek el.

A kurzor a ←, →, **Ctrl** + ←, **Ctrl** + → billentyűkkel kétféle sebességgel mozgatható. Az alapmozgás 1 osztás, a **Ctrl**-lal módosított (gyors) mozgató 10 osztás. Az oszcilloszkóp képernyő szélein a kurzor akusztikusan hibát jelez és nem megy tovább.

Megjegyzés: a 10 osztásos mozgás hangjelzés után még tört osztásokkal finomítható. Próbáljuk ki a kurzor mozgatót! Azt fogjuk tapasztalni, hogy a C.POS ablakban az időkiírás követi a kurzor minden mozgását.

Az oszcilloszkóp-képernyő széleire az 100 s/div méréshatárban 215..1378 s tartozik. Természetesen más X/div értéknél ez az időtartomány is módosul.

Az oszcilloszkóp-képernyő felső és alsó részén egy vízszintes folyamatos vonal található. Ez a VMARKER (vertikális marker), ami feszültségméréshez szükséges. A felső VMARKER mozgatója a billentyűzet függőleges nyílaival, az alsó VMARKER-é pedig **PgUp** és **PgDn** billentyűkkel történhet. Ha valamelyik marker az oszcilloszkóp képernyőjéről kifut, vagy a kettő összeér, akkor hangjelzést kapunk.

A képernyő jobb szélén a parancstábla látható. Az egyes parancsok a piros színnel kiírt „forró” billentyűkkel, vagy az egérrel aktivizálhatók. Nyomjuk meg a MARKER parancshoz tartozó **M** billentyűt! Az **M** megnyomása egy függőleges, vastag, folytonos vonalat helyez el az aktuális kurzorpozícióban. Az M.POS ablakba átmásolódik a C.POS értéke. A T ablakba „0.00” kerül. Az I/T ablak üresen marad, mert az I/O nem értelmezhető. A MARKER a T időkülönbségek méréséhez szükséges, amit a kurzor mozgásával lehet kijelölni. Az I/T frekvencia jellegű dimenzió, de természetesen csak akkor mutat valós értéket, ha pontosan egy periódust jelöl ki. Megjegyzés: az **M** ismételt megnyomása, vagy akármilyen más parancs a markert és a hozzátartozó ablakok tartalmát törli.

A program indulásakor az alsó ZOOM ablakban „1” olvasható. A ZOOM parancs ismételt aktivizálásával a nagyítás 50-ig fokozható, illetve az UNZOOM parancssal 1-ig csökkenthető.

Megjegyzés: a kicsinyítés alsó határa mérés után csak a méréskor aktuális érték lehet (hibahang jelzi, ha ez alá akarunk menni). Ha valamelyik zoom-szinten már végeztünk kurzormozgást, akkor egyúttal a kicsinyítés alsó határát is beállítottuk, tehát ez alá már nem tudunk kicsinyíteni. Ha mégis szükségünk lenne 1-es zoom-szintre, azt a parancstáblában nem látható **Ctrl** + **U** billentyűkombinációval elérhetjük. Új mintavétel nem történik, de természetesen a kurzor az eredeti 0 pozícióba kerül, így lehetőségünk van új jelrészlet kiválasztására ill. kinagyításra. A képernyő felső részén – három színnel – az egyes csatornákra beállított mérési paraméterek láthatók.

A mérési paraméterek a parancsblokkban található PARAMETER parancssal változtathatók. A PARAMETER parancs aktivizálásával az egérkurzor a paraméterblokkba kerül. Az egér bal gombjával a kiválasztott ablakra kattintva kinyílik – a sugárnak megfelelő színnel – a beállítható paraméterek ablaka. Itt ismét az egér mozgásával és bal gombjával választhatunk. Ha minden szükséges paramétert beállítottunk, akkor az **Enter** billentyűvel vagy az egér jobb gombjával visszatérhetünk a parancsszintre.

A paraméterablakok általában egyértelműek, de egy pár megjegyzés idekívánkozik. Az Y/div ablakban megjelenő 0 az adott bemenőjelet levá-

lasztja. Digitalizálásra csak az Yo/div (Y ofszet) érték kerül. Ugyanitt az Off letiltja az adott csatorna megjelenítését az oszcilloszkóp képernyőjén. Az Yo/div a fényvonal függőleges pozícionálására szolgál. Értéke az oszcilloszkóp képernyő alsó határához, mint bázishoz viszonyított. A TRIG.MODE Off állapota szabadonfutó, az INT és EXT állapota indított üzemmódot eredményez. Belső indítás csak az első csatorna (sárga színű) jelére vonatkozik. Belső indításnál választható az indítási szint fél raszter lépésekben, valamint az indítási él („+”: felfutó él; „-”: lefutó él).

Az indítási szint is az oszcilloszkóp képernyő alsó határához viszonyított. Külső indítás az EXTIN csatlakozóra kapcsolt TTL szintű jellel valósítható meg. Ilyenkor csak az indító él választható.

Az üresen maradó ablakok jelzik azt, ami nem választható. Az indítási feltételek hibás választása esetén nem történik indítás. A végtelen várakozás egy billentyűvel oldható (lásd: a parancstábla alján megjelenő üzenetablakot).

Az utolsó paramétercsoportban a sáv szélesség, B.WIDTH nem választható paraméter (automatikusan rendelődik a mintavételezési frekvenciához). Az S.FREQ (mintavételezési frekvencia) három belső és egy külső lehetőséget tartalmaz. Az X/div ablakban 18 belső és egy külső lehetőség közül választhatunk. Külső mintavételezési frekvencia az ECLKIN csatlakozóra vezetett TTL kompatibilis jellel biztosítható. Külső órajellel csak 1,6 kHz-nél jóval alacsonyabb mintavételezési frekvencia jöhet számításba, mert a sáv szélesség nagyon korlátozott (2 Hz). Ez a lehetőség arra jó, hogy extrém hosszú, lassan változó folyamatokat tudjunk vele digitalizálni. Megjegyzés: ilyenkor az időablakok is csak relatív értékeket szolgáltatnak.

Az OSCILLOSCOPE parancs alkalmazása esetén a DSO csak korlátozott szolgáltatásokat biztosít. A három csatorna teljes digitalizálása ilyenkor is megtörténik, de a számítógép csak a beállított oszcilloszkóp képernyőhöz szükséges adatokat olvassa ki a RAM-okból. A megjelenítés a 3 × 32 kbájtos mintavétel miatt még így is csak megközelíti a real-time állapotot. Ez az üzemmód 160 kHz mintavételezési frekvencia alatt nem gyorsabb, mint a RUN üzemmód, hiszen ilyenkor több mint

20 másodpercet kell várni a digitalizálás befejeződésére. A parancsból kilépni valamelyik billentyű megnyomásával lehetséges.

A RUN parancs alkalmazásakor a DSO szolgáltatásai bővülnek. A megjelölésen kívül már feszültségadatok is tartalom. Az alsó menüsor első ablakában a három csatornához tartozó feszültség pillanatértéke található. Mellette a V-markerek által kijelölt potenciálkülönbség abszolút értéke látható. Az alsó, ún. RMS ablakokban AC üzemmódban effektív értékek, DC üzemmódban a valós effektív értékek találhatók.

**Megjegyzés:** az effektív érték számítása a képernyőn látható hullámformákból történik (viszonylag kevés minta, esetleg nem teljes periódus, stb.), ezért csak közelítő, tájékoztató érték.

A parancsból kilépni valamelyik billentyű megnyomásával lehet; ekkor az utolsó mérés eredményei találhatóak a számítógép memóriájában, tehát minden parancs hozzáférhető.

A SINGLE parancs alkalmazásakor a DSO egy mérést végez. A mérés időigénye a triggerfeltétel teljesülésétől számítva 16 MHz és 160 kHz mintavételi frekvenciánál nem számottevő, de 1,6 kHz, vagy EXT mintavételi frekvenciával meghaladhatja a 20 másodpercet is. Nem teljesülő triggerfeltétel esetén a SINGLE üzemmód megszakítható, de természetesen ilyenkor üres oszcilloszkóp-képernyőt kapunk. Sikeres végrehajtás esetén automatikusan visszatér parancs üzemmódba, és a további elemzések, képernyőnyomtatás vagy jegyzőkönyv-írás lehetséges.

A HARDCOPY parancs indítása kirajzol egy monokrom képernyőképet és vár egy billentyű lenyomására. Ha ez

a billentyű Esc, akkor végrehajtás nélkül visszarájzolja az eredeti képernyőképet és új parancsra vár. Ha más billentyűt nyomunk meg, akkor valamilyen EPSON kompatibilis nyomtatón végrehajtja a hardcopy műveletet, majd visszatér parancsmódba.

**Megjegyzés:** a HARDCOPY semmilyen nyomtatóellenőrzést nem végez, tehát minden felelősség a parancs kiadójáé.

**Write LOG.** parancs segítségével az aktuális könyvtárba jegyzőkönyvet készíthetünk. A jegyzőkönyvek nevei ('C\_LOG000.DAT'..'C\_LOG999.DAT') automatikusan, egyesével növekszenek. Ha nincs 'C\_LOGxxx.DAT' állomány az aktuális könyvtárban, akkor létrehoz egy 'C\_LOG000.DAT' nevű állományt. Ha talált valamilyen 'C\_LOGxxx.DAT' elnevezésűt, akkor az xxx részt 1-gyel növelve új állományt nyit. Ha már létezik C\_LOG999.DAT, akkor az összes új állomány a 'C\_LOG000.DAT' nevű állományban jelenik meg. Ennek megakadályozására célszerű – a programból való kilépés után – a jegyzőkönyveket más állománynévre átnevezni. A jegyzőkönyvek mérete 98304 bájt (hexadecimális [0..17FFF]). Tartalma a következő:

A 00000...00002 ([00000H...00002H]),  
32768...32770 ([08000H...08002H]),  
64536...64538 ([10000H...10002H])  
helyeken – sorrendben – a három csatornabemenet AC/DC állapota található. A „0” AC, az „1” DC állapotot jelöl.

A 00003...00005 ([00003H...00005H]),  
32771...32773 ([08003H...08005H]),  
64539...64541 ([10003H...10005H])  
helyeken – sorrendben – a három csatorna Ydiv értékeit tartalmazza.

–0: a csatorna csak az ofszet értéket tartalmazza, bemenőjel nélkül.

- 1: Ydiv = 10 mV,
- 2: Ydiv = 20 mV,
- 3: Ydiv = 50 mV,
- 4: Ydiv = 100 mV,
- 5: Ydiv = 200 mV,
- 6: Ydiv = 500 mV,
- 7: Ydiv = 1 V,
- 8: Ydiv = 2 V,
- 9: Ydiv = 5 V,
- 10: (0AH) kikapcsolt csatorna

A 00006...00008 ([00006H...00008H]),  
32774...32776 ([08006H...08008H]),  
64542...64544 ([10006H...10008H])  
helyeken – sorrendben – a három ofszetértéket tartalmazza (0...7). A 0 az oszcilloszkóp képernyő alsó határa, a 7 a legfelső rasztvonalat jelenti.

A 00009...00011 ([00009H...0000BH]),  
32777...32779 ([08009H...0800BH]),  
64545...64547 ([10009H...1000BH])  
helyeken – sorrendben – a TR.MODE, TR.LEVEL, TR.SLOPE értékek találhatóak. TR.MODE = 0 jelentése trigger = OFF, azaz AUTO üzemmód. TR.MODE = 1 jelentése trigger = INT, azaz belső indítású üzemmód. TR.MODE = 2 jelentése trigger = EXT, azaz külső indítású üzemmód. TR.LEVEL csak a TR.MODE = 1 állapotban értelmezhető. Az érték 0..14 (0H...0EH) tartományú. Jelentése (n + 1)félf raszter. TR.SLOPE AUTO üzemmódban nem értelmezhető. A 0 felfutó, az 1 lefutó élet jelent.

A 00012 (000CH), 32780 (0800CH), 64548 (1000CH) helyeken a mintavételi frekvencia értéke található. Jelentése a következő: 0: 16 MHz, 1: 160 kHz, 2: 1,6 kHz, 3: EXT (külső frekvencia).

(A befejező rész a 160. oldalon)

## A PC-oszcilloszkóp árajánlata

A PC oszcilloszkóp és a cikkben említett printerport-duplázó áramkör mintadarabja megtekinthető, egységcsomagban vagy készre szerelve megvásárolható az URBÁN ELEKTRONIKA szaküzletben. A PC oszcilloszkóp-egységcsomag ára 45 000 Ft, összeszerelve, élesztve 49 000 Ft.

A **printerport-bővítő** egységcsomagban 3 500 Ft, összeszerelve, élesztve: 4 900 Ft. A hálózati tápegység ára 4 500 Ft.

Folyamatosan kapható egységcsomag, panel és részegység a *Rádiótechnikában* és *Hobby Elektronikában* korábban megjelent cikkeinkhez is. Ezek egy része működés közben megtekinthető, kipróbálható. A vidéki olvasóknak segít az egységcsomagküldő szolgáltatásunk. A megrendelt csomagot postán utánvétellel elküldjük. Telefonon és levélben is rendelhet. Az Urbán Elektronikához nem kell hosszú levél. Rendelését röviden, egyértelműen közölje! Az üzletben beszerezhető a Rádiótechnika, Rádiótechnika Évkönyve, Hobby Elektronika korábbi számai, kiadásai is.

Levél cím: Urbán Elektronika, 1656 Budapest Pf. 50.

Honlap: <http://urbanelektronika.elender.hu>

Üzlet cím: Budapest VII., Dózsa György út 16. (Jobbágy u. sarok)

Nyitva: H–P 10–17-ig, zárás után üzenetrögzítő.

Tel./fax: 322-8892

# Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása 2.

## Kétpentódás, váltóáramú 2+1-es készülékek

Simoncsics László okl. villamosmérnök

*Az előző évkönyvben megjelent cikk folytatásaként egy nagyon gyakori készüléksaladót szeretnék ismertetni, a közismert 2+1-es, egyenesrendszerű készülékek történetét, felépítését és a restauráláshoz szükséges fontosabb adatokat. Az írást főleg kezdő, szakmailag kevésbé képzett gyűjtőknek és restaurátoroknak ajánlom.*

### Bevezetés

A vevőkészülékek két fajtája terjedt el, az egyenes- és a transzponáló rendszerűeké. Az elsónél – esetleges erősítés után – a demodulátor az adóállomás által kisugárzott nagyfrekvenciás jelet egyenirányítja, azaz arról a hangfrekvenciás jelet leválasztja. Az utóbbinál, amelyet helytelenül szuperrendszerűnek is nevezünk, a szuperheterodin rövidítéseként, egy állandó, ún. középfrekvenciás (KF) jelet állítunk elő (transzponálás) egy helyi oszcillátor frekvenciájának és a bejövő jelnek a keverésével. A KF fokozatban történik a középfrekvenciás jel erősítése és demodulálása. A hangfrekvenciás jel feldolgozása a kétféle készüléknél hasonló. A transzponáló készülékekre a szuper(heterodin) elnevezés annyira elterjedt, hogy én is ezt fogom használni a későbbiekben.

A két féle készülék egymás mellett fejlődött, és a szakemberek hol az egyiket, hol a másikat tartották előnyösebbnek. Az egyenes készülékek mellett szólt egyszerűségük és tiszta, viszonylag torzításmentes hangjuk, míg a szupererek nagyobb érzékenységükkel és szelektivitásukkal tűntek ki. Így ment ez 1936-ig, miután az olcsóbb 2+1 csöves készülékek a helyi adók vételére korlátozódtak, míg a többcsöves, drágább szuperkészülékek lettek az ún. távolsági vevők, majd 1942 után gyáraink végleg felhagytak a hálózati egyenes készülékek gyártásával.

A cikkben főleg az utóbbi időszak (1936–'42) 2+1-es váltóáramú készülékeit ismertetem, mert – mint azt látni fogjuk – ezeket szinte azonos felépítés-

ben gyártották a magyar rádiógyárak. Természetesen nem hagyhatom említés nélkül az 1925-től '35-ig terjedő időszakban bekövetkezett fejlődést sem. Néhány jellegzetes készülék felépítését ismertettem ebből a korból is, annál is inkább, mivel ezekről sokkal nehezebb információhoz jutni. (Az egyenes és a régebbi készülékekkel kapcsolatos néhány elavult fogalom ismertetését is fontosnak tartom, mivel a fiatalabb olvasók ezekkel nem találkozhattak. Hely hiányában ez a Rádiótechnika 1999/12. számában fog megjelenni.) Az amatőröknek szóló szakirodalom még sokáig foglalkozott az egyenesvevőkkel éppen egyszerűségük miatt. Igyekeztem a rendelkezésemre álló anyagból néhány fotóval színesíteni az anyagot.

Javasolom, hogy kezdő gyűjtők és restaurátorok kezdjék tevékenységüket az ismertetett készülékekkel. Ezeket vásárlás vagy csere útján be lehet szerezni, mivel öt rádiógyárunk (EKA, Orion, Philips, Standard, Telefunken) is készített hasonló kivitelben. Felépítésük könnyen áttekinthető, rendbehozataluk nem igényel olyan szakértelmet, műszerezettséget, mint egy bonyolult szuperé. Csőkészletük korlátozott, az 1936 és '38 között gyártottaké: AF 7, AL 4 vagy AL 1, AZ 1, az 1939 és '42 között gyártottaké: EF 6, EL 3, EZ 2 vagy CY 1. Ezekhez a csövekhez viszonylag könnyen hozzá lehet jutni a használtcikk piacokon vagy a gyűjtőtől. Az univerzális készülékekkel ebben a cikkben nem foglalkozom. A tanulni vágyók a cikk végén részletes irodalomjegyzéket találnak. A könyvek egy része a műszaki antikváriumokban még manapság is beszerezhető.

### Történeti visszapillantás

Az egyenes és a szuperkészülékek fejlődését és párharcát az adóállomások teljesítményének növelése határozta meg, és természetesen összefüggött az elektroncsövek fejlődésével [1]. Meissner 1913-ban szabadalmaztatta a

visszacsatolást, amelynek segítségével 1915-től már működtek csöves távtróüzemű adóberendezések. 1917-ben fedezte fel Lucien Lévi a „szuper elvet”, ezt az első időben csak arra használták, hogy a modulálatlan távírójeleket a vevőkészülékben hallhatóvá tegyék. A helyszínen előállított másik rezgéssel lebegtetve a hallható tartományba tartozó jelet kaptak. Korábban a sokkal érzékletlenebb tikkert (szagpatót) használták erre a célra.

A húszas évek elején a műsorszóró adók vételéhez, mivel ezek modulált jelet sugároztak, nem volt szükség a „bonyolult” transzponálásra, ezért szinte kizárólag egyenes készülékeket alkalmaztak [2, 3]. 1925-től egyre több országban indult meg a műsorszórás, ezért nőtt az igény a távolsági vétel iránt.

Ebben az időszakban az adóállomások teljesítménye 2–3 kW volt, amit csak az évtized végére növeltek. A triódák gerjedékenysége nem tette lehetővé az egyenesvevők érzékenységének növelését, ezért ismét elővették a szuperkészülékeket a KF erősítők neutralizálásával. Miután megszülettek az árnyékoltrácsú csövek, szükségtelenné vált a neutralizálás, átmenetileg megint győzött a jobb hangminőségű egyenes készülék.

A harmincas évek elején az európai adóállomások teljesítménye ugrásszerűen emelkedett. Az addigi 20–30 kW adóteljesítményeket megnövelték 100–130 kW-ra. Az egyenesvevők szelektivitása ezentúl kevésnek bizonyult. A csövek fejlődésével az addigi audion demodulátort a szuperereknél felváltotta a diódás demodulátor, és kialakult az automatikus erősítésszabályozás (AVC), a keverés is tökéletesedett a többcsöves csövek alkalmazásával. A szuperelv újból és véglegesen győzött, mert a készülékek kezelése egyszerűbb, szelektivitása és érzékenysége jobb volt, azon kívül olyan kényelmi felszereléssel, mint hangolászjelző (varázsszem) is el voltak látva. Az egyenesvevőket ezután csak a kispénzű em-

berek vásárolták, és az amatőrök építettek a helyi adók vételére.

## Egyenesrendszerű vevők az 1936 előtti időszakból

Ebben a fejezetben a rövid ismertetéseket úgy állítottam össze, hogy egyrészt hasznos információkkal szolgáljak a gyűjtőknek, másrészt, hogy hangsúlyozzam a kor jellegzetes megoldásait.

1930 előtt – a detektoros vevők mellett – a telespes triódákkal felépített készülékek domináltak, amelyeket részben importból szereztek be, részben nagyobb (Telefongyár, Ericsson, Tungstram és annak egy osztályából alakult Standard) és kisebb (Süss Nándor Rt., Márton Pál, Barta és Társa, stb.) hazai cégek állítottak elő [4]. Az Orion ebben az időszakban még komplett készülékeket nem, csak csöveket és alkatrészeket gyártott, és a Philipsnek is csak kereskedelmi lerakata volt Budapesten.

Ennek az időszaknak (1926) tipikus hazai készülékei a Tungstram Western rendszerű háromcsöves vevője és a Telefongyár ötsöves Neutrodynja voltak. Ezeket a már említett [3] irodalom részletesen ismerteti.

A Tungstram fejhallgató és hangszórós vételre szánt készüléke a gyártóriumos wolfram fűtőszálú telespes triódáinak (MR 3) felhasználásával készült. Ezek a csövek aláfűtésre nem, csak túlfűtésre voltak kényesek, ezért az erősítés szabályozása a fűtőszállal sorbakötött ellenállás, az ún. izzítóellenállás segítségével történt. Mivel a csövek erősítési tényezője kicsi volt ( $\mu=10$ ), a vevő három fokozatból állt: egy visszacsatolt triódás nagyfrekvenciás erősítőtől, egy visszacsatolt audion demodulátorból és egy transzformátoros csatolású végerősítő fokozatból. A helyi adó vétele esetén a hallgató az audioncső anódkörébe kapcsolható. A készülék egy felnyitható tetejű fadozba felülről volt becsúsztatva („szivarosdoboz”), az előlapon volt tíz kezelőszerv, a fejhallgató csatlakozója, és a csövek abból vízszintesen álltak ki, ugyanis az izzítóellenállások szabályozásánál a fűtőszálakat figyelni kellett. A hangolásnál az előcső tekercsét, az audion rezgőkörét kellett hangolni, a visszacsatolást és az audion előfeszültségét állítani. A telepek lemerülésével a két izzító ellenállást utána állítani és keretantenna használata esetén még azt

1. táblázat. Az 1936 előtti 2 + 1-es váltóáramú készülékek csövezése (forrás [5])

Gyártó/típus	Audion	Végcső	Hál. egyenirányító
<b>EKA</b>			
2 + 1	AS 4120	PP 430	V 430
<b>Orion</b>			
7016	AR 4101	L 414	V 430
7024, -25, -26, -29	AS 4100	PP 415	PV 495
111	AG 495	PP 415	V 430
204	AR 4101	PP 415	V 460
<b>Philips</b>			
Kiskombináció	AR 4101	PP 430	PV 495
Junior	HP 4101	PP 4101	PV 495
131 V Árpád	AR 4101	PP 415	AZ 1
<b>Standard</b>			
2A, 2AV	AR 4101	L 414	V 430
RX	HP 4101	PP 4101	PV 495
2X	AS 4120	PP 430	PV 495
<b>Telefongyár</b>			
Gloria	AR 4101	L 414	V 430
Gloriett	AR 4101	L 414	V 430
<b>Telefunken</b>			
121 V Diadal	AG 495	PP 415	V 430
Népvevő	AR 4101	PP 415	V 430

is forgatni. Az ismertetés annak érzékeltesítésére szolgált, hogy milyen bonyolult volt abban az időben a rádiózás.

A Telefongyár Neutrodynjára is érvényes az elv, hogy drágább készülékek egyszerűbb a kezelése. Az előlapon található három nagyméretű forgatógomb a hangolásra és két kisebb a fűtőfeszültség beállítására szolgált. A drágább készülékek tartozékai között szerepelt a fűtőfeszültség beállításához és az anódfeszültség méréséhez szükséges, zsebóra alakú mérőműszer. A készülék két neutralizált nagyfrekvenciás erősítő, egy audion demodulátor és két transzformátoros csatolású hangfrekvenciás triódából állt. A készülékben visszacsatolást nem alkalmaztak, ez a kezelést egyszerűsítette. Ebben az időben még állomásnévvel ellátott skálák nem voltak, ezek csak 1930 után terjedtek el, ezért egy listára – megtalált állomás neve mellé – külön feljegyezték a három forgatógomb állását.

Az évtized végére a csőtechnika ugrásszerű fejlődése (báriumcsövek, oxidkatód, többbrácsos csövek, közvetett fűtés) következtében a vevők is át-

alakultak. Megjelentek a hálózati táplálású vevők, és ezzel a készülékek kezelése egyszerűbbé vált. A városokban nem volt szükség a továbbiakban anód- és fűtőtelepekre, töltőkre és különálló anódpótlókra, a készülékeket egyszerűen a hálózatra kapcsolták. Az 1. táblázatban közlöm az 1936 előtt gyártott váltóáramú 2+1-es készülékek csövezését a [5] irodalom alapján. Annak ellenére, hogy a táblázat nem teljes, a közöltnél több készülék volt a piacon, kiolvasható a készülékek fejlődése a harmincas évek elején. Audioncsőként előbb transzformátoros csatolású triódát (AR 4101, AG 495), majd árnyékoltrácsú csövet (AS 4100, AS 4120), az időszak végén már nagyfrekvenciás pentódát (HP 4101) alkalmaztak. Végcsőként közvetlenfűtésű hangfrekvenciás triódát (L 414), majd egyre nagyobb teljesítményű végerősítő pentódát (PP 415, PP 430, PP 4101) építettek be. A készülékekben részben egyoldalas (V 430), részben kétoldalas (PV 495) hálózati egyenirányító csöveket alkalmaztak. A különféle csövek és a hangszórók típusát (mágneses, lengő-

2. táblázat. 1936 előtti 2 + 1-es vevőkben alkalmazott csövek megfelelő típusai a különböző gyártóknál

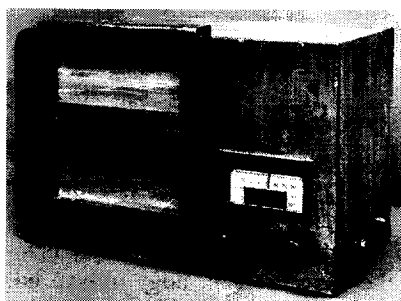
Tungsram	Philips	TFK	Vatea	Orion	Megjegyzés
<b>Audionként használt csövek</b>					
AR 4101	E 438	REN 1004	RV 4100	NW 4	(i) trióda (1)
AG 495	E 424 N	REN 904	RV 4100	NH 4	(i) trióda (1)
AS 4100	E 442 S	RENS 1204	SV 4100	NS 4	(i) ármýekoltrácsú (2)
HP 4101	E 446	RENS 1284	ST 4110	–	(i) pentóda (3)
<b>Végerősítőként használt csövek</b>					
L 414	B 406	RE 134	LX 414	E 4	(d) trióda (4)
PP 415	B 443	RES 174 d	TL 414	L 43	(d) pentóda (5)
PP 430	C 443	RES 364	TV 425	–	(d) pentóda (5)
PP 4101	E 443 H	RES 964	TV 4101	–	(d) pentóda (5)
<b>Hálózati egyenirányítók</b>					
V 430	1802	RGN 354	RE 425	GL 4/0,4	(d) egyoldalas (6)
PV 495	506	RGN 1054	RE 4100	GL 4/1	(d) kétoldalas (7)

Megjegyzés: Az Orion (Echo) csöveket a későbbi katalógusok Sator néven szerepeltetik. Rövidítések: (i) indirekt, közvetett fűtés, (d) direkt, közvetlen fűtés, a zárójelbe tett számok a 2. ábra fejbekötéseire vonatkoznak

nyelves, dinamikus) részben a gyártás ideje, de még inkább az ár határozta meg.

Az említett Tungsram csövek adatait több forrásban is megtalálhatjuk [5, 6]. A 2. táblázatban azért közlöm a csövek Philips és Telefunken megfelelőit, mert ezek a gyárak ekkor még saját csöveikkel látták el készülékeiket, és ebből az időszakból még találkozhatunk VATEA és Orion márkájú csövekkel is.

A hálózati készülékek megjelenése időszakának (1929) jellegzetes vevője a **Philips Kiskombináció**, amely fémházával és különálló, mágneses rend-



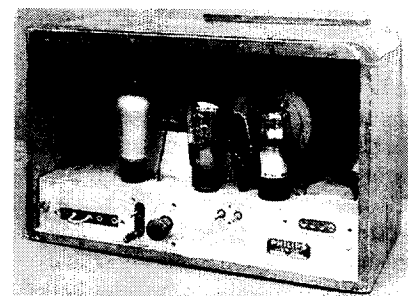
2. fénykép. A fekvő elrendezésű, fado-bozoz Philips Junior számskálával (1943)

szerű hangszórójával még alig hasonlított egy mai készülékre. Kezelése viszont lényegesen egyszerűbb, mint az előbb ismertetett készülékeké. Elmaradtak az izzító ellenállások, az antennacsatolást a különféle kondenzátorokkal, az antennatekercshez kapcsolt banánhüvelyek megfelelő kiválasztásával lehetett szabályozni. A készülék egyhangoltkörös, a visszacsatolás beállítása variokopplerrel történik. A hullámváltást a légmagos rezgőköri tekercs megfelelő részeinek rövidrezárásával végezhetjük, természetesen csak hosszú és középhullámú tartományban, mert akkor még rendszeres rövidhullámú műsorszórás is volt (1. fotó). A készülék felépítése nagyon zsúfolt, hiszen a korábbi Philips anódpótló dobozánál alig valamivel nagyobb festett

vasdobozban helyezték el. Az elektroncsövek a készülék hátulján függőlegesen állnak, a sárgaréz forgókondenzátor forgórésze félkör alakú („kapacitásegyes”), a készülék tetején látható skála 180°-os beosztású. A hálózati transzformátornál nincs megoldva a hálózati feszültségnek megfelelő átkapcsolás, az alkalmazandó hálózati feszültséget a dobozba beütötték. Az egyenirányított anódfeszültséget egy közös fémházbba beépített hat papírkondenzátor szűri. A nagyteljesítményű huzallellenállások üvegtestre vannak tekercselve, a nidertrafó és az 1:1-es áttételű kimenőtrafó közös fémházbba vannak elhelyezve. Az alkalmazott hangszóróhoz nem kellene kimenőtrafó, de e nélkül a végpentóda segéd-



1. fénykép. A vasdobozos Philips Kiskombináció hangszóró nélkül, hátulról (1928). A készülék még alig hasonlított egy mai vevőhöz



3. fénykép. Philips Junior hátulról. A képen a jellegzetes patkómágnesű lengőnyelves hangszóró és a panel alá helyezett hálózati transzformátor látható

rácsa felizzik és a cső tönkremegy, ha a készülék bekapcsolt állapota mellett a hangszóró vezetékét véletlenül kihúzzuk. A készülék több országban volt forgalomban, Németországban P5 Paladin néven, ebből a forrásból szereshető be a készülék kapcsolási rajza [7].

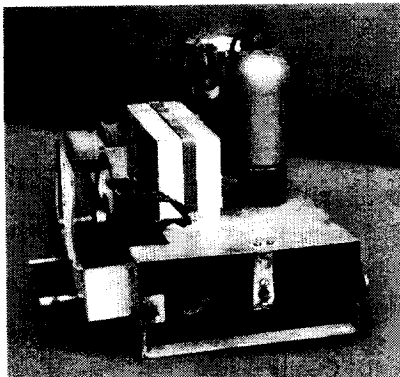
A következő kis készülékkel azért érdemes megismerkedni, mert alacsony árából adódóan (1933-ban 80 pengő, tízhavi részletre) szinte a néprádió szerepét töltötte be [8]. Az Orion 7016 típusú készüléket 1931 és 1934 között állította elő gyárunk, beépített hangszóróval [9].

Az ne tévesszen meg senkit, ha a készüléken olvasható a „Telefunken Licence” felirat, ez csak a visszacsatolásra vonatkozik, amely szabadalom alkalmazásáért abban az időben jelentős összeget fizettek a rádiógyárak, és ennek megfizetését jelentette az idézett felirat.

Az előlapon csak két nagytémérőjű forgatógomb látható a hangolás és a visszacsatolás szabályozására. Mind a kettőhöz bakelitszigetelésű forgókondenzátort alkalmaztak.

Felépítése a lehető legegyszerűbb, triódás audion transzformátoros csatlásslal, triódás végfok lengőnyelvs hangszóróval. A hangszóró tartását még nem a szokványos kosár végzi, hanem a szerkezet a felső, fából készült hátlapra van rögzítve, a papírmembránt maga a szerkezet tartja. A készülék már fémsasszira van szerelve, az alkatrészek a panel alatt helyezkednek el, az elektroncsövek hátul függőlegesen állnak. A hálózati feszültség beállítható. A papírszigetelésű szűrőkondenzátorok közös fémházba vannak beépítve. Az antennacsatolás a rezgőköri tekercs megfelelő leágazásának kiválasztásával szabályozható. A korai példányok még Orion márkájú csövekkel voltak ellátva, de miután a Tungstram 1931-ben megvásárolta a budapesti Kremencezky-féle üzemet, ezután már Tungstram gyártmányú csöveket építettek be.

Az 1. táblázatból kiolvasható adatok szerint voltak már 1936 előtt kétpentódás egyenesvevők kétoldalas hálózati egyenirányítóval. Az egyik ilyen készülék a Standard RX, a másik a Philips Junior. Mind a két készülék 1933–34-es kiadású, az első gerjesztett dinamikus, a második lengőnyelvs hangszóróval ellátva. A Philips készülékből több készült, ezért ezt ismerte-



4. fénykép. A Philips Junior panelja a dobozból kiemelve. Középen az egy blokkban elhelyezett papírszigetelésű szűrőkondenzátorok láthatók

tem, de a Standard készülék rajza is megtalálható a [10] irodalomban.

Mi volt az előnye a kétpentódás készüléknek a korábbi megoldásokkal szemben? A nagyfrekvenciás pentódák jelentősen nagyobb erősítése lehetővé tette a kisebb meredekségű, de már nagyáramú végerősítőcsövek kivezélését a helyi adónál. A hangszórók javuló mélyhang átvitele szükségessé tette az anódfeszültség jobb szűrését. Ez az első cső anódkörében további RC szűrítággal lehetséges. Tehát fontos, hogy az audion viszonylag alacsony anódfeszültség mellett is nagyerevítésű legyen, ezt csak a nagyfrekvenciás pentódák megfelelő munkaellenállások mellett (0,1–0,5 MΩ) tudják teljesíteni. Az audioncső kisebb anódfeszültsége mellett a visszacsatolás is „lágyabban” szabályozható. A niderrafók elmaradása olcsóbbá tette a készüléket, és egyben javította a hangminőséget. Ez különösen a dinamikus hangszóróval ellátott vevőknél tűnt ki. Az 1933-ban beindult lakihegyi nagydó 120 kW teljesítménye szükségessé tette az egyenes készülékekben a hullámszűrő alkalmazását.

A Philips Junior, szemben az addig alkalmazott megoldásokkal, amelyeknél a sasszi a készülék aljában, a hangszóró meg e fölött helyezkedett el, fekvő elrendezésű. A hangszóró a készülék bal oldalán, az átvilágított számskála a jobboldalán helyezkedik el. Az előlapon található két gomb, a baloldali a visszacsatolást szabályozza (bakelitforgó), a jobboldali – egy áttételen keresztül – a trolitulszigetelésű forgókondenzátort és a számskála előtt félkörben elforduló mutatót hajtja. A

készülék jobboldalán két kezelőszerv látható. A hátsó a lamellás hullámváltót forgatja, az első az antannacsatolást változtatja (csak közép és hosszuhullámon). A hullámsáv jelzésére a gyár a későbbiekben is alkalmazott – 600, 2000 és 50 számokat használta, ami a közép, hosszú és rövidhullámú sáv felső határát jelentette méterben. A panel hátoldalán található a többi kezelőszerv, amelyeket ritkán kellett állítani, a hálózati feszültségbeállító csavar, a hullámszűrő hangolására szolgáló forgatógomb, ennek leágazásai az antennahüvelyekre kihozva, a villanyantenna és a gramofoncsatlakozó. A hullámszűrő légmagos tekercse trolitulszigetelésű forgókondenzátorral van párhuzamosan kapcsolva. A gyár már itt is a későbbi Philips készülékekre jellemző hálózati csatlakozót alkalmazta. A panelből két villa áll ki, amelyre egy függőkonnectort lehet dugni, amelyet a hátlap levétele előtt le kell húzni (2., 3., 4. fotó).

A korszakra jellemző megoldás még, hogy a kötőhuzal varniscsöbe húzott merev vezeték, illetve a tekercsek, a hálózati transzformátor és az alkatrészek hasonló módon szigetelt saját kivezetéseikkel vannak bekötve. A Philips gyár az alkatrészekben az értékjelzés helyett saját kódját tűntette fel, ez megnehezítette a kapcsolási rajz reprodukálását, mert ehhez minden alkatrészt ki kell forrasztani és lemérni. A papírszigetelésű szűrőkondenzátorok ebben a készülékben is egy tömbben vannak elhelyezve.

## A készülékcsalád általános jellemzői

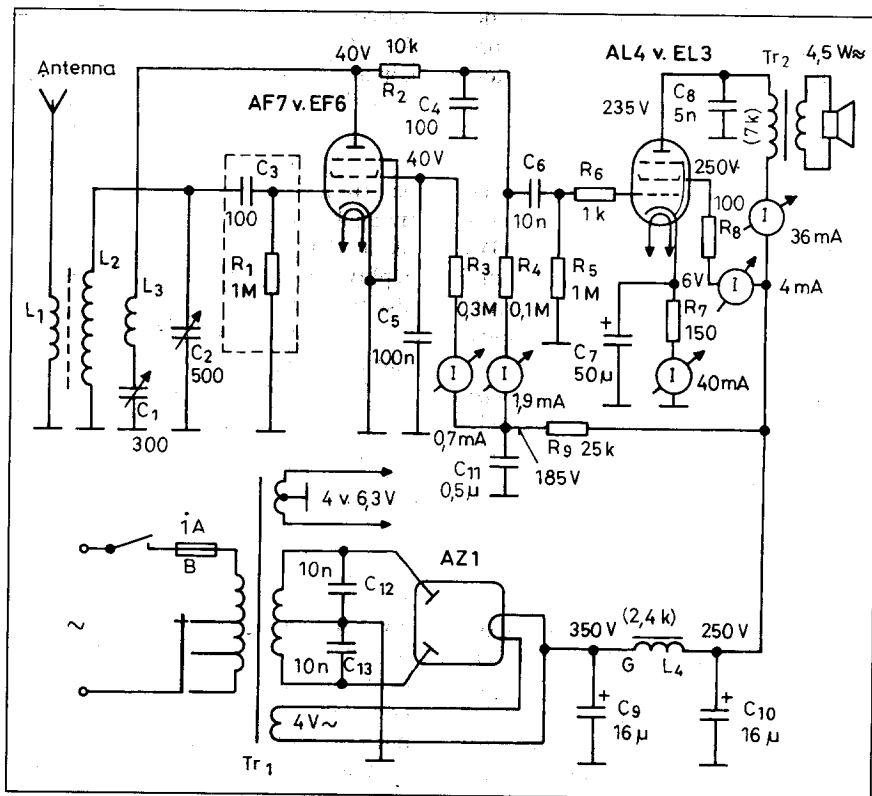
A továbbiakban ismertetésre kerülő készülékek kapcsolási rajzai és fényképei már hozzáférhetőek [11], így egyszerre több azonos felépítésű készülék ismertetését tudom – részben táblázatosan – elvégezni. Van viszont több adat, ami a kapcsolási rajzokból nem derül ki. Ilyen a dinamikus hangszóró gerjesztőtekercsének ellenállása, a forgókondenzátor szilárd dielektrikumú-e vagy légforgó, a nagyfrekvenciás tekercsek, kimenőtrafó, hálózati transzformátor adatai stb. Mivel az egyenesvevők többségében nem alkalmaztak hangerőszabályzó potenciométert, a hálózati kapcsolót hol a hullámváltó, hol az antennacsatolás szabályzó, hol a visszacsatoló forgó tengelyével együtt működtették. Amennyiben ezek az



adatok rendelkezésemre állnak, az egyes készülékek ismertetésénél közlöm.

Az 1936-ban Európában bevezetett elektroncső egységesítés, „tipizálás” megszüntette az addigi áttekinthetetlen helyzetet a csőfronton. Az egyezményben részt vevő gyárak (Philips, Tungsram, Telefunken és kisebb üzemek) a hálózati csövek fűtőfeszültségét egységesen 4 V-ban határozták meg, a körmös csőfej és kosaras foglalat lett szabványos, a típusjelzést és a fémezés aránysárga színét is egységesítették. Egy rövid ideig még a Tungsram a T betűt, a Vatea a V betűt alkalmazta a típusjel előtt. De az átállás évében a csövek még a régi paraméterekkel jelentek meg. Ha összehasonlítjuk az előbb ismertetett kétpentódás vevő csöveinek paramétereit az 1936-os kiadású készülékekben alkalmazottakéval, akkor a következő azonosságokat láthatjuk. A HP 4101-es nagyfrekvenciás pentóda adatai az AF7-ének, a PP 4101-es vég-erősítő pentódáé az AL 1-ének, a PV 495-ös kétoldalas egyenirányítóé az AZ 1-ének felelnek meg. A két utóbbi cső egyszerű csőfej cserével egymásba átalakítható. Az audioncsőnél ezt az átalakítást azért nem tudjuk elvégezni, mert a csapos kivitelnél a ballon tetején az anód, a körmösnél a vezérlőrács van kihozva. A csőfejlesztés egyik jelentős lépése volt ezután a nagymeredekségű ( $S = 9 \text{ mA/V}$ ) AL 4 típusú végcső megjelenése, mert kisebb vezérlőfeszültséggel tudott azonos kimenőteljesítményt produkálni.

1938-ban az autórádiók terjedése miatt tértek át a 6,3 V-os fűtőfeszültségű „E” sorozatra, ugyanis a 6 és 12 V névleges feszültségű gépjármű-akkumulátoroknál nehézséget jelentett a 4 V-os fűtőfeszültség előállítás. Az anódfeszültséget vibrátorral (szagató) állították elő. A csövek fűtőárama csökkent, de az egyéb paraméterek alig változtak. Ugyancsak nem változott a csövek előállításának lapításos technológiája. A szabványos csőfej is maradt a körmös, csak a fémezés színe változott pirosra. Ezeknél a készülékeknél már általános volt a mindkét adóra behangolható hullámszűrő, a vese alakú, „frekvenciaegyenest” légforgó, a nagyméretű, megvilágított állomásnévká- la, a beépített villanyantenna, az elektrolit kondenzátorok és a gerjesztett vagy permanens mágnesű dinamikus hangszórók használata. Ez alól kivétel az 1939–40-es néprádió, amelyben len-



1. ábra. Kétpentódás 2+1-es készülék kapcsolási rajza

gőnyvelves hangszórót alkalmaztak, mint az a tavalyi évkönyvben olvasható. Az időkorszak elején az egyenesvevők nem voltak lényegesen olcsóbbak a szuperekénél, ezeket ugyanolyan díszes, nagyméretű fadobozokba tették, igyekeztek a vevők jó hangminőségét nagy hangszórókkal kiemelni. 1939-ig minden évben tökéletesítették valamit a készülékgyárak, ezzel igyekeztek a konkurrenciát megelőzni. A helyi vétel kapcsoló, napszak kapcsoló, az induktív-kapacitív antennacsatolás szabályzó, a takarékkapcsoló, a sokféle hullámszűrő kezelése, mind megnehezítette az egyszerű emberek számára a készülékek használatát, ezért a látványos korszerűsítések inkább hangsúlyozták az egyenesvevők hátrányait.

Ebben az időszokban kezdték el alkalmazni a negatív visszacsatolást a hangfrekvenciás erősítők torzításának csökkentésére. Ez csak olyan készülékeknél alkalmazható, amelyeknek megfelelő erősítéstartalékuk van, hiszen a negatív visszacsatolás alkalmazása jelentős erősítéscsökkenéssel jár. De még a kétpentódás 2+1-es készülékeknek sem volt olyan erősítéstartalékuk, hogy észrevehető hangminőség javulást lehetett volna elérni. Egyes Telefunken készülékeknél az érzékeny-

ség (az 50 mW kimenőteljesítményhez tartozó nagyfrekvenciás bemenőjel szintje) növelése érdekében a kimenőtranszformátor szekunderoldaláról kismértékű pozitív visszacsatolást alkalmaztak a végerősítő cső rácsára. Ennek hatékonyságáról és hátrányairól ma már nem érdemes szólni.

Azoknál a készülékeknél, amelyeknek nem hiányzik a hátlapjuk, megtaláljuk azt a védelmet, amely biztosítja, hogy illetéktelenek, főleg gyerekek ne tudjanak bekapcsolt állapotban a készülékbe nyúlni. Ezt az egyes gyárak eltérő módon oldották meg.

Az Orion gépek paneljából speciális villás csatlakozó áll ki, amely csak a hátlapra szerelt bakelitházás hüvelybe illik. A Philips gyár a normál villás dugónak megfelelő csatlakozót alkalmazott. A Standard vevőknél a hátlapot rögzítő csavar kicsavarásával megbontunk egy lamellás érintkezőt, amely a készüléket áramtalanítja. A Telefunken készülékek hátlapjába szigetelt rövidzár van beépítve, amely a hátlap levétele estén a hálózati feszültséget megszakítja. Ezeket az érintésvédelmet szolgáló eszközöket a legtöbb készüléknél a javítások során kiiktatták.

Az 1940 utáni készülékeknél észlelhető fordulat az egyenesvevők meg-



ítélésében. A háborús helyzetből adódó gazdasági konjunktúra növelte a korszerűbb készülékek iránti keresletet. Az eladhatóságot már csak lényeges árkülönbözettel lehetett fenntartani, az árcsökkenés miatt olcsóbb megoldásokat alkalmaztak, pl. autotrafó, bakelitház, körskála, a hullámcsapdák és a rövidhullámú sáv elhagyása stb. 1941-ben két gyárunk, '42-ben a harmadik állt le az egyenesvevők gyártásáról, majd 1943-ban ezek végleg lekerültek a szerelészalagokról.

Az 1. ábrán felrajzolt kapcsolási rajz alapján tekintsük át a korabeli 2+1-esek működését. Az ábrába a [5] irodalom alapján feltüntettem a mérhető áram- és feszültségértékeket is. Az elmondottak támpontul szolgálnak az összes, tehát a 4 V és a 6,3 V fűtőfeszültségű készülékekhez is, mert a csövek paraméterei lényegesen csak a fűtőfeszültségben és a fűtőáramban térnek el. Az ábrán – az áttekinthetőség kedvéért – csak egy hullámsáv vételéhez szükséges tekercskészlet látható, és elhagytam az olyan kiegészítő egységeket, mint a hullámszűrőt, antennacsatolás szabályzót stb. Ezekről és a rajzon alkalmazottaktól eltérő megoldásokról az egyes készülékek ismertetésénél lesz szó.

Az  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  tekercsek légmagos vagy porvasmagos csévetestre vannak tekercselve, az antennatekercs többnyire elfordíthatóan. Tájékoztató menetszámok:  $L_1$  antennatekercs 40 menet,  $\emptyset 0,1$  mm CuS,  $L_2$  rezgőköri tekercs 90 menet,  $\emptyset 20 \times 0,05$  litze,  $L_3$  visszacsatoló tekercs 20–40 menet,  $\emptyset 0,1$  mm CuS (a  $C_1$  visszacsatoló forgó értékétől függően). Az  $C_2$  légforgó az állomásválasztást, a  $C_1$  bakelitforgó a visszacsatolást szabályozza. Az audioncső rácskomplexumát a  $C_3$  kondenzátort és az  $R_1$  rácslevezető ellenállást a gerjedésveszély miatt árnyékolni kell, ezért ezeket vagy az árnyékolt rácssapkába, vagy az egész audioncsövet takaró fémburába helyezik el. Az  $R_2$  ellenállás és  $C_4$  kondenzátor a visszacsatolás szempontjából fontos nagyfrekvenciás komponenszt szűri ki, hogy az ne jusson a végerősítő rácsára. Az  $R_4$  az audioncső munkaellenállása,  $R_3$  a segédrács feszültségét állítja be,  $C_5$  a segédrácsot hidegíti váltóáramú szempontból.

$C_6$  a két fokozat közötti csatolást végzi, egyben egyenáramúlag az audioncső anódkörét választja el a végerősítő rácskörétől. Ha ennek rossz a szí-

getelési ellenállása, ami régi papírkondenzátoroknál gyakran előfordul, akkor a végerősítő előfeszültsége megváltozik, ez erős torzítást okozhat.  $R_5$  a végerősítő rácslevezető ellenállása, ha a cső előfeszültségét nem a katódkörben ( $R_7$ ), hanem a tápfeszültség negatív ágában elhelyezett ellenálláson ejtik, ahol a nagyfeszültségű tekercs középkivezetése földelve van, akkor  $R_5$  alsó fele ennek az ellenállásnak a negatív pontjára van kötve.  $C_7$  a katódot váltóáramúlag földre köti.  $R_6$  és  $R_8$  ellenállásoknak csak az a szerepe, hogy a végcső gerjedését nagyfrekvencián meggátolja.  $C_8$  ugyancsak azokat a frekvenciákat vágja, amelyeket a hangszóró már úgysem visz át.  $Tr_2$  kimenőtrafó a dinamikus hangszóró 4–5  $\Omega$ -os ellenállását illeszti a végcső 7000  $\Omega$ -os kimenő-ellenállásához. Hiányzó trafó esetén  $a = 35 - 40$  közötti áttételű kimenőt bátran alkalmazhatunk, ha a hangszóró átlagos. A kapcsolási rajzokon sajnos ezek az adatok többnyire nincsenek feltüntetve. Kimenő-transzformátor adatokat, ha az eredetit szeretnénk áttekerni, több forrásból is nyerhetünk [12]. 4 cm<sup>2</sup> vasmagkeresztmetszethez, 0,2 mm légréssel a következő menetszámok alkalmazhatók: primer 4400 menet,  $\emptyset 0,135$  mm, szekunder 34 menet,  $\emptyset 0,8$  mm.

$Tr_1$  hálózati transzformátor B biztosítékkal a primerkörben és beállítható hálózati feszültséggel. Példánkban kétoldalas egyenirányítás és direkt fűtésű egyenirányító-cső szerepel, ezért ennek külön fűtőtekercse van. Végezünk egy gyors számítást a hálózati transzformátor adatainak meghatározására, ez segíthet, ha az eredeti trafó zártas, sérült vagy hiányzik [13]. A vevőcsövek fűtésére 20 W-ot, az egyenirányító fűtésére 4 W-ot, az anódcső-ellátásra 20 W-ot számolva ez összesen 44 W-ot tesz ki. Erre a méretezések és a táblázatok 6,5 cm<sup>2</sup> vaskezeltszemetet ajánlanak. A szükséges menetszám 7 menet/volt a primer-, 8,5 menet/volt a szekunderoldalon. A készülék átvizsgálásánál kiderül, hogy milyen leágazások voltak a primertekercsen, de a főbb adatok: 110 V-ra 770 menet,  $\emptyset 0,5$  mm-es, 220 V-ra további 770 menet,  $\emptyset 0,35$  mm-es huzalból. A szekundertekercsek adatai: 54 menet,  $\emptyset 1,2$  mm (6,3 V), 34 menet,  $\emptyset 0,7$  mm (4 V) és  $2 \times 2975$  menet,  $\emptyset 0,12$  mm ( $2 \times 350$  V).

EZ 2, indirekt fűtésű cső alkalmazása esetén fogunk találkozni olyan

megoldással, ahol közös fűtőtekercs táplálja az erősítő- és az egyenirányító-csövet. Amikor a konstruktőrök rájöttek, hogy a cső élettartama szempontjából nem előnyös a katód és a fűtőszál közötti nagy feszültségkülönbség, visszatértek a direkt fűtésű csőre, vagy külön tekercsről fűtötték a közvetett fűtésű csövet is. Az anódfeszültség szűrését  $C_9$ ,  $L_4$  és  $C_{10}$  végzik. Néhány szót érdemes az induktivitásról szólni, amely többnyire a dinamikus hangszóró gerjesztőtekercse. Ezzel a gyarak megtakarították a fojtótekercset és a drágább állandómágnest. Egy átlagos rádióhangszóró gerjesztéséhez 4 W teljesítmény szükséges, ebből kiszámítható, hogy 40 mA anódcső mellett 100 V feszültségesés szükséges, ez 2,5 k $\Omega$  ellenállást jelent. Fogunk találni párhuzamos gerjesztéssel, ezeknél lehet kisebb a gerjesztőáram, nagyobb az ellenállás. A másik fűtőtekercs feszültsége 4 V vagy 6,3 V az alkalmazott csöveknek megfelelően. A fűtőtekercsnek vagy a közepét, vagy valamelyik végét földelik. A nagyfeszültségű tekercs feszültségét az határozza meg, hogy milyen hangszórót használnak, átlagos érték  $2 \times 350$  V.  $C_{12}$  és  $C_{13}$  nagy vizsgálati feszültségű kondenzátorok az ún. hálózati keresztmodulációs bűgös csökkentésére szolgálnak, amely csak akkor jelentkezik, ha a készülék a helyi adóra van hangolva, így lehet megkülönböztetni az elégtelen szűrésből adódó bűgástól.  $R_9$  és  $C_{11}$  az anódfeszültség további szűrését végzi az audioncső számára.

Az 1936-os készülékekben alkalmazták a kisebb meredekségű, közvetlen fűtésű AL 1 típusú végcsövet, mely a korábbi csapos cső körmös megfelelője, ezt elég nehéz beszerezni. Az AL 1 végcső –15 V előfeszültséget igényel, ezért ha AL 4-gyel akarjuk helyettesíteni, a tápegység negatív ágában lévő, előfeszültség ejtő ellenállást kisebbre kell cserélni, hogy az új cső a szükséges –6 V előfeszültséget kapja, a többi alkatrész változatlan marad.

### Az egyes készülékek jellemzői

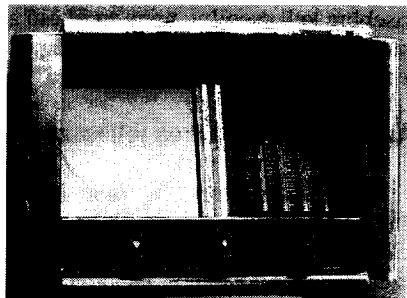
A 3. táblázat tartalmazza az itt röviden ismertetésre kerülő 23 készülék kibocsátási évét és csövezését, ezért ezeket és az általános ismertetésben közölt adatokat, pl. három hullámsáv, két hullámszűrő, villanyantenna stb. helykímélés érdekében nem ismertettem meg.

## Orion készülékek

**222:** Álló elrendezésű dobozban a hangszóró a vízszintes skála fölött helyezkedik el. Az antennacsatolást soros bakelitforgóval lehet állítani. Az egyes hullámsávokhoz tartozó tekercesek sorba vannak kapcsolva, a hullámváltás úgy történik, hogy a megfelelő tekerces alsó pontját földre zárjuk, így az antennacsatolás szabályozókörében a rövidhullám is benne van. A gramofoncsatlakozás egyszerűen az audioncső rácsára történik, ennek a megoldásnak az a hátránya, hogy lemezjátszásnál a hangerő nem szabályozható. A hullámváltónak nincs külön gramofon-állása. Soros gerjesztésű dinamikus hangszórót használtak fel (3 k $\Omega$ ), ezért az első elektrolitkondenzátoron – különösen bekapcsoláskor – nagy feszültség lép fel. A vevőcsövek fűtésének földelése egy, a két fűtést összekötő huzalellenállás közepéről történik, amellyel a bűgőfeszültséget minimumra lehet állítani.

**22:** Fekvő elrendezésű készülék, a skála a készülék jobboldalán a forgatógombok fölött helyezkedik el. A rövidhullámú antennatekerces 10 pF-os kondenzátoron keresztül kapja a jelet, ez kikerüli a hullámszűrőket. Az antennacsatolás szabályozása közép- és hosszúhullámon inductív, vagyis az antennatekerces 90°-ban elfordítható a rezgőköri tekerceshez viszonyítva. A gramofoncsatlakozás a végcső vezérlőrácsára történik. Az elektrolitkondenzátorok előbb említett túlterhelését a 2  $\times$  10 k $\Omega$ , 6 W-os párhuzamos ellenállások csökkentik, mivel ezek 12 mA-rel megnövelik az anódáramot, elég kb. 1,5 k $\Omega$ -os gerjesztőtekerces ellenállás.

**56:** Hasonló elrendezésű dobozban van, de nagyobb méretű függőleges skálával. A visszacsatolás „lágyabbá” tétele érdekében 2 k $\Omega$ -os ellenállást tettek a visszacsatoló tekercesekkel sor-



5. fénykép. A Philips 31 V hat forgatógombbal és nagyméretű skálával (1939)

ba. A hálózati kapcsolót a hullámváltó tengelyére szerelt mechanika működteti. Az antennacsatolás szabályozása kézi és automatikus, ez azt jelenti, hogy az antennatekerces kézzel beállított pozícióját a forgókondenzátor tengelyének elmozdulása úgy módosítja, hogy nagyobb frekvenciák felé a tekerces távolodik.

**933:** Lekerekített, álló doboz, amelyben a vízszintes skála a hangszóró fölött helyezkedik el. Az indirekt fűtésű egyenirányító-cső lehetővé teszi a vevőcsövekkel közös fűtőtekerces használatát. A nagyfrekvenciás részben változás, hogy az audioncső katódkörébe egy újabb hullámszűrőt helyeztek el. A hálózati kapcsoló az antennacsatolás szabályozójának tengelyére van szerelve úgy, hogy a kikapcsolás az antennatekerces leginkább kiforgatott állásában történik.

**022:** Ez a készülék olyan kevésbé tér el a részletes ismertetésben szereplő 122 típustól, hogy bemutatása felesleges. Külsőalakjában csak a kör alakú skála az eltérés, konstrukciójában az egyszerű visszacsatoló forgó, szemben az ott alkalmazott differenciálforgóval.

**122 és 202** (Lásd a részletes ismertetésben)

## Philips készülékek

**Matador:** Álló elrendezésű készülék, a vízszintes skála a permanens mágnesű hangszóró alatt helyezkedik el. A tápfeszültség szűrését még a Juniorban alkalmazott, egy tömbbe épített papírkondenzátorok végzik. A sokgombos egyeneskészülékekre általában jellemző, hogy két-két kezelőszervet egy belső és egy külső tengelyen keresztül szabályoznak, ami a készülékek külsőalakját kedvezően befolyásolja. Itt a párosítás: differenciálforgóval megoldott antennacsatolás a visszacsatolással, a lamellás hullámváltó a hanglással.

A hálózati kapcsoló szintén lamellás, a kikapcsolás a hullámváltó negyedik állásában történik. A gramofon az audioncső rácsára csatlakozik, és a kimenő-transzformátor primertekercséről külső hangszóró-csatlakozási lehetőség van kondenzátoros leválasztással.

**Olympia W:** Díszesebb, fekvő elrendezésű dobozban helyezkedik el. A függőleges skála mellett, a jobboldalon van a gerjesztett dinamikus hangszóró, a szűrészt már elektrolitkondenzátorok-

kal oldották meg. A készülék konstrukciója a nagyobb meredekségű végcső kivételével az előzővel azonos.

**York W:** (Lásd a részletes ismertetésben)

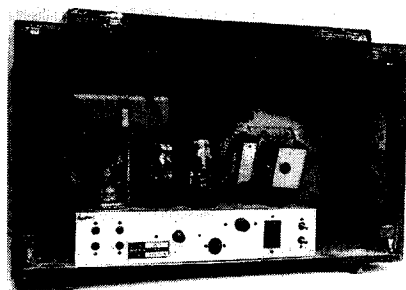
**31 V:** Hasonló díszes, nagy, fekvő dobozban, mint a szuperkészülékek, hat előrenéző kezelőszervvel, amelyek párosával vannak közös tengelyen kihozva. Balról antennacsatolás és visszacsatolás, takarékkapcsoló (a lamellás hálózati kapcsolóval) és a katódköri hullámszűrő kikapcsolója, hullámváltó és a hangolás, amely automatikusan szabályozza az inductív antennacsatolást is. A panel hátulján még öt kezelőszerv van, és ebben nincs benne a készülék belsejében elhelyezett hálózati feszültségbeállító. Ennyit az egyenesvevők túlbonyolításának illusztrálására. A gerjesztőtekerces ellenállása 2,5 k $\Omega$  (5., 6. fotó).

**32 V:** Az utolsó Philips hálózati egyenesvevő, külsejében teljesen eltérő, de konstrukciójában hasonlít a 31 V-hez. A körskala és a bakelitdoboz az alacsonyabb eladási ár érdekében született. Kisebb méretű permanens dinamikus hangszórót alkalmaztak, a takarékkapcsoló állás is megmaradt.

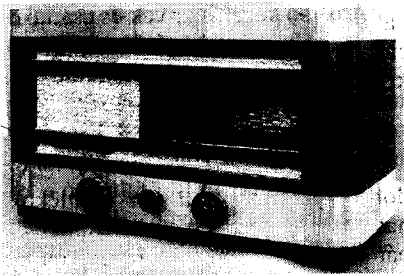
## Standard készülékek

**Darling:** Talán a legszebben formatervezett, álló elrendezésű, talpas dobozban helyezkedik el. Maga az asztalosmunka is csodálatos, a kor ízlését nagyon jól tükrözi. Felépítése szokványos, gerjesztett dinamikus hangszóróval, lamellás hullámváltóval, gramofoncsatlakozóval. Egyetlen érdekesség, az egyenesvevőknél szokatlan hangszínszabályzó potméter, amelynek tengelye a készülék hátoldalán van kihozva.

**Princ (722):** Kevésbé díszes álló elrendezésű dobozba helyezték. A hangszínszabályzót elhagyták, a háló-



6. fénykép. A Philips 31 V hátulról. Bal oldalon az audioncső árnyékoló serlege látható



7. fénykép. A Philips York W állomás-név-skálával (1938)

zati kapcsoló a visszacsatolóforgó tengelyére van szerelve. A hullámváltó lamellás, a hangszóró gerjesztett mágnesű.

**Extra (822):** Jellemzője a fekvő elrendezésű doboz, a hangszóró előtt vízszintes rácsozással. A yaxley-tárcsás hullámváltó alkalmazása lehetővé teszi a külön gramfonállás alkalmazását. Az audioncső katódkörében kikapcsolható hullámszűrő van.

**Ideál (1022):** (lásd a részletes ismertetésben)

**Prima (2020):** Hasonlóan az Ideálhoz, fekvő elrendezésű készülék. A hátállású yaxley-tárcsás hullámváltónak köszönhetően, a gramfon, és a három hullámsáv mellett két helyiadó állás található. Egyetlen egyenesvevő, amelyben a szokásos hangerőszabályzó potmétert alkalmazták a végerősítő rácskörében. Különlegesség a készülék oldalán kihozott háromállású ún. nap-szakkapcsoló, amely a hosszú és középhullámú antennatekercs különböző leágazásait kapcsolja, és ezzel az antennakört a vételi sávra hangolja. Ez a készülék is tipikus példája az egyenesvevők elbonyolításának.

### Telefunken készülékek

**Regős:** Álló elrendezésű készülék gerjesztett dinamikus hangszóróval, kapacitív antennacsatolás szabályzóval. A hullámváltó lamellás és a gramfon állás a hullámváltó negyedik pozíciója. Csak a rövidhullámú rezgőkörnek van külön antennatekercse, egyébként az antenna a rezgőköri tekercs leágazására csatlakozik.

**237 V, 238 V:** Fekvő elrendezésű doboz elöl három, oldalt egy gombbal. Az oldalt kihozott hullámváltó hasonló az előzővel, de az antennacsatolás inductív – kapacitív szabályzású. A baloldali gomb az állomásnévskálával, a hangolóforgó tengelyével kényszerkapcsolatban van a kifordítható antennatekercs, a középső az antennacsatolást

szabályzó bakelitforgó, amelynek tengelyére van rögzítve a hálózati kapcsoló, a jobboldali a visszacsatolás szabályzó bakelitforgó. A gerjesztőtekercs ellenállása 2,2 k $\Omega$ .

**239 V:** Nagyméretű, fekvő elrendezésű készülék. Ez a gyár alkalmazta a legnagyobb gerjesztett hangszórókat, amelyeket a dobozba rögzítésnél még egy talppal is meg kellett fogni. Mind a négy kezelőszerv előre néz, és két-két ikertengelyen van kihozva. Baloldalt visszacsatoló forgó a hálózati kapcsolóval és antennacsatolás szabályzó, jobboldalt hullámváltó és hangológomb. Ennél a készüléknél a lamellás rendszernél jobb hullámváltót alkalmaztak (lásd a 240 V ismertetésénél), a hangszóró is azonos a 240 V-ben alkalmazottal.

**240 V:** (lásd a részletes ismertetésben)

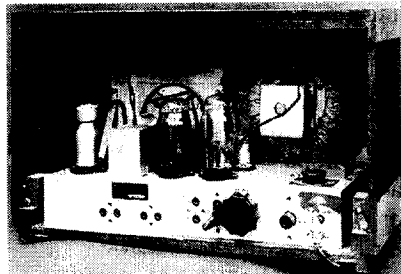
**241 V:** Kisebb, modern formájú, fekvő készülék. A takarékoság jegyében csak egy hullámszűrővel, trolitul-forgóval. Elmaradt a takarékkapcsoló, de a hullámváltó a korábbiakkal azonos. Már csak kézi inductív antennacsatolás szabályzás van, így négy tengely elegendő. A pozitív visszacsatolás a végcsőnél megmaradt.

### Néhány készülék részletes ismertetése

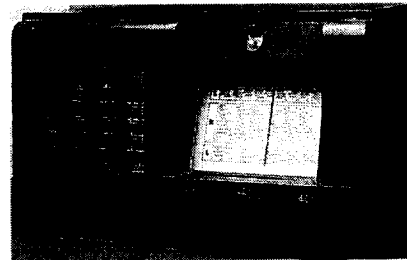
A továbbiakban mind a négy gyárunk egy-egy kiválasztott készülékét ismertetem olyan mélységig, amely már segítséget nyújthat a restaurátoroknak akkor is, ha bizonyos részei a készüléknek hiányoznak, vagy időközben nagyfokú átalakítás történt.

#### Philips York W

A W a váltóáramú (Wechselstrom) kivitel jelenti, megkülönböztetésül az



8. fénykép. A Philips York W hátulról. A porvédő vászonba takart gerjesztett dinamikus hangszóró felett a kimenő-transzformátor látható



9. fénykép. Standard Ideál (1022). A középső gomb alatti kapcsoló nem eredeti. A skála fölötti világító Standard felirat látható (1939)

azonos nevű univerzális (U) kivitelől. A korához képest meglepően modern kinézetű, fekvő elrendezésű doboz baloldalán a hangszóróhelyem, amely átnyúlik a skála fölé és alá, jobboldalán a két skálaizzóval megvilágított, háromszíntű fotóskála, középen az öt forogógomb található. A baloldali ikertengely középső gombja az antennacsatolást szabályzó bakelitzigetelésű differenciálforgót, a külső a szigetelt tengelyű visszacsatoló bakelitforgót szabályozza egy mechanikus áttételen keresztül. A középső gomb egy lamellás hangzínkapcsoló, amely egy 20 nF-os kondenzátort kapcsol párhuzamosan a kimenőtrafó primerével. A jobboldali ikertengely belső gombja a lamellás hullámváltót és hálózati kapcsolót működteti, a külső a hangolást végzi, a tengelyről menő skálahúr forgatja a 4 mm tengelyátmérőjű légszigetelésű forgókondenzátor skáladobját, egy másik skálahúr innen a skálamutatót mozgatja. A doboz különös ismertetője a középen vízszintesen végighúzó sötét csík. A hátlap sötétbarna, a doboz alja teljesen kivágott, nagy, szürkére festett, perforált vaslemezrel fedve, amely a plombálás alkalmas csészéket is tartalmazza. A lemez fedi azokat a furatokat, amelybe a panelt rögzítő négy M4-es csavar kerül.

A hátsó kezelőszervek és csatlakozók balról: gramfon-, hangszóró-csatlakozás, antenna és föld, dugaszolható hullámszűrő-leágazás, Bp. I. h. cs. jelzéssel a középhullámú hullámcsapda trolitulforgójának beállítógombja, Bp. II. h. cs. felirattal a hosszúhullámú hullámcsapda csillámkondenzátorának beállító csavarja, végül a hálózati csatlakozó már említett villája.

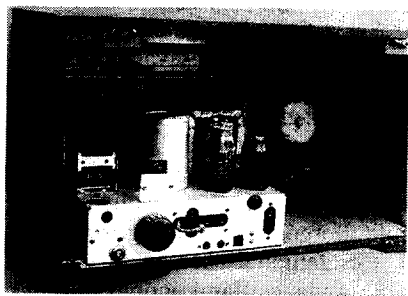
A konstruktőrök minden alkatrészt, amit csak lehetett, még a hálózati transzformátort is a panel alatt helyeztek el. Az audioncső nincs teljesen fém-

burában, csak a rácspapka van árnyékolva és a hozzávezető huzal a lemeztároló csatlakozótól kezdve. A hullám-váltónak nincs külön gramofon állása, ebben az üzemmódban a hangerő nem szabályozható, és az első cső nem kap előfeszültséget. Az elektrolitkondenzátorok kivételével a többi szűrésben részt vevő kondenzátor közös tömbben helyezkedik el. A hálózati feszültség kiválasztását csak a készüléken belül végezhetjük egy dugasz segítségével.

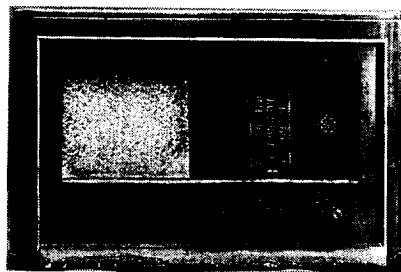
A 18 cm membránátmérőjű hangszóró a jellegzetes U alakú gerjesztett mágnesű, amely porvédő vászonba burkolva hat facsavarral van rögzítve az előlapra. A gerjesztőtekercs ellenállása 2,8 k $\Omega$  (az AL 4 valamivel kisebb anódáramra van beállítva). A hálózati transzformátor nagyablakú M vasmagú, 22 x 32 mm vaskeresztmetszettel, a csévetest prespán oldalfalú, amelyen a kivezetések nagy félgömbalakú forrpontra vannak kihozva (7., 8. fotó).

Restaurálási tanácsok: A Philips gyár által alkalmazott alkatrész kódolás valamelyest megnehezíti a hiányzó alkatrészek pótlását, de a kapcsolási rajzból [11] az értékek kiolvashatók. Ha lehetséges, az eredetiség kedvéért használjunk mintás acetáthuzalt a be-kötéshez, vagy varnicsőbe húzott ónozott rézdrótot, szürke fémcsapkák ellenállásokat, felirat nélküli, paraffinózott papírkondenzátorokat. Az elkókat két szimpla elkóval pótoljuk, amelyek közül az elsőnek a háza a paneltől el van szigetelve.

A nagyfrekvenciás szerelvények pótlása a legnehezebb. A lamellás hullámváltó érintkezőit feltétlenül finom csiszolóvászonnal dörzsöljük meg, és a lamellák hajlításával növelhetjük az érintkezők nyugalmi helyzetű nyomását.



10. fénykép. A Standard Ideál hátulról. Az audioncső árnyékoló burája mellett a légforgóval kényserkapcsolatban levő trolitulforgó látható



11. fénykép: Telefunken 240 V (1940) Standard Ideál (1022)

Impozáns külsejű, fekvő elrendezésű készülék, amelynek jellegzetes külsőt kölcsönöz – ebben az évben (1939) minden Standard készüléknél – a hangszóró helyem előtt alkalmazott négyzetes nádfonat. Érdekes megoldás volt ezen kívül, hogy a papírkála elé vékony fémgözzel ellátott üveget tettek, amely tükröként szolgált, amikor a skálaizzó nem világított. Ez a fémgözzelés nem volt időálló. Egyéb külső ismertetőjegyek: a skálaüveg fölött megvilágított Standard felirat, barna hátlap, amelynek bal oldalán látható fémsarkok a „service lap” tartására szolgálnak, a panel alatt szürkére festett fémtakaró facsavarrakkal rögzíthető.

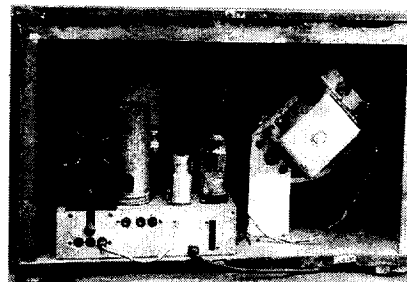
A kezelőszervek balról jobbra: szigetelt tengelyű bakelitforgó, amely a visszacsatolást szabályozza és a mögötte elhelyezett hálózati kapcsolót a bal szélső állásban működteti. A középső kettős gomb, ahol a külső a forgókondenzátort és a skálamutatót mozgatja egy hosszú skálahúr segítségével, a belső az egytárcsás három leszedősi-nes yaxley-rendszerű hullámváltót kapcsolja (a [10] és [11] kapcsolási rajzokon hibás). A középső gomb alatti kapcsoló benyomásával a forgókondenzátor állásától függetlenül a Bp. I. vételére kapcsolhatjuk a készüléket. A jobb oldali az induktív antennacsatolás szabályzó, amely a közép- és hosszúhullámú porvasmagos rezgőköri tekercsek előtt az antennatekercsüket 90°-ban elforgatja. Ugyanerre a tengelyre van szerelve az a kiskapacitású bakelitforgó, amely középhullámon, ahol a legzavaróbb az antennacsatolás „elhúzása”, a rezgőkört ezzel ellentétesen hangolja. Az én példányomon a leírás szerinti skálavilágítás kapcsoló, amely eredetileg a készülék jobb oldalán volt, hiányzik, ezért az égőről, amely a kapcsolási rajz szerint a primerkörről működik, nem tudok adatokkal szolgálni (9. fotó).

A hátsó kezelőszervek és csatlakozók balról: csavarhúzóval beállítható csillámtrimmer a hosszúhullámú hullámszűrő (Bp. II.) behangolására, billenőkapcsoló az audioncső katódköri hullámszűrőjének kapcsolására, forgatógombbal állítható trolitulforgó a középhullámú hullámszűrő (Bp. I.) behangolására, banándugó a hullámszűrő leágazásainak kiválasztására, külső és villanyantenna csatlakozás, alatta gramofoncsatlakozás, hálózati zsinór bemenet, a készülék áramtalanítását szolgáló, hátlaprögzítő csavar, külső hangszóró-csatlakozás (10. fotó).

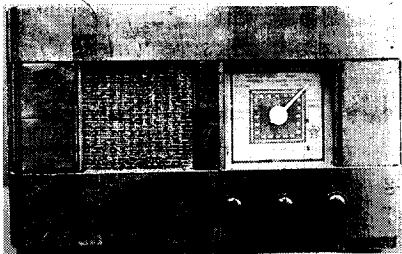
A készülék belső felépítése az eddigi alapján a kapcsolási rajzból követhető. Különleges megoldás, hogy a kapacitív antennacsatolás szabályzó 500 pF-os trolitulforgó a hangolókon- denzátor tengelyével kényszerkapcsolatban van. Így biztosítható, hogy az antennacsatolás a teljes skála mentén azonos beállítást igényel. A panel fölött helyezkedik el a légforgó a fém skáladobbal, a túldalalon tengelykapcsolatban a sárkányalakú trolitulforgóval, mellette az audioncső foglalata az árnyékoló burával, az elektrolit kondenzátor, a hálózati transzformátor a feszültségválasztó csavarral és prespánlapok közé szorított biztosítóval. Hátralálható a katódköri hullámszűrő porvasmagos tekercse és kerámia kondenzátora.

A 18 cm membránátmérőjű hangszóró a jellegzetes, oldalán kivágott csésze alakú gerjesztett mágnessel, 4db M3-as csavarral van az előlaphoz rögzítve. A gerjesztőtekercs ellenállása 1,8 k $\Omega$ .

A kimenőtrafó a hangszóró peremén található, a lengőcséve kivezetései közvetlenül vannak forrasztva a szekundertekercs forrűleire. A hangszóró csatlakoztatható egy négycsapos csőfej felhasználásával, de forrasztható is.



12. fénykép. A Telefunken 240 V hátulról. A képen a nagyméretű gerjesztett hangszóró rögzítése látható



13. fénykép. Orion 122 (1941)

Restaurálási tanácsok: a papírkálát lehet fénymásolni és 0,5 mm vastag kartonra felragasztani. A forgatógombok 4 cm átmérőjű, elől sima, oldalán durvarecélú gombok, a skálához különleges nyúlásmentes fonállal pótolható. Kötőhuzalnak használjuk a színes pamutburkolatú, gumiszigetelésű rézhuzalt, az ellenállások szürke színűek, fémsapkás kivezetésűek, a papírkondenzátorok Standard feliratúak, nagyfrekvenciás helyekre Hoges gyártmányú, tárcsa-, csésze- vagy cső alakú kerámiakondenzátorokat használtak. A hálózati transzformátor kivezetései varniscsöbe húzott saját huzallal vannak megoldva. Az audioncső árnyékolóburája nem hagyható el, szükség esetén konzervdobozból elkészíthetjük.

### Telefunken 240 V

Impozáns külsejű készülék, a korabeli reklám szerint „egyhangoltkörös luxusvevő”, ami fából vaskarika, de kétségtelen, hogy amíg az Orion és a Philips erre az évre (1940) már olcsóbb készülékkel jött ki, a Telefunken gyár beletett minden csodát, ami csak egyesvevőnél elképzelhető volt. Maga a doboz fekvő elrendezésű, baloldalt a hátrafelé döntött hangszórónyílás, jobboldalt az azonos méretű fotóskála. A hat kezelőszerv középtől kissé jobbra helyezkedik el, mert a 24 cm kosárátmérfő hangszóró miatt a panel csak kb. a fél készüléket foglalja el. A hangszóró rögzítése az előlapba menő három facsavar mellett, külön talpszerelvénnyel történik, amely M4-es csavarokkal a fenéklemezhez van fogva. A három ikertengely funkciója balról jobbra: visszacsatoló-forgó a hálózati kapcsolóval és a takarékkapcsoló tumblerrel működető gomb, a „napszakkapcsoló” és az induktív antennacsatolás szabályzó, hullámváltó a hangológombbal. A 40, illetve 50 mm átmérőjű forgatógombok pereme sűrűn recézett (11. fotó).

Kezelőszervek és csatlakozók a hátoldalon balról: antenna és föld, fölötté a hosszuhullámú, majd a középhullámú hullámszűrő csillám hangolókonkondenzátora. A két csavarral a hullámszűrők megfelelő leágazásai választhatók. A lemezzjátzó bemenet után a villanyantenna csatlakoztatható banándugóval. A hálózati zsinór bemenete mellett a készülék áramtalanítására szolgáló védelem található (12. fotó).

A felépítésben az eddig bemutatottakhoz képest a többlétszolgáltatás a háromállású „napszakkapcsoló”, és a pozitív visszacsatolás a kimenőtrafó szekunderköréről a végerősítő rácsára a hangfrekvenciás erősítés növelése érdekében. Az előző nem az antennacsatolás szabályozására szolgál, hiszen arra van egy kézi állítási lehetőség, és a forgókonkondenzátor tengelyén lévő excentertárcsa még a magasabb frekvenciák felé el is távolítja az antennatekercest, hanem az antenna lehangolására szolgál oly módon, hogy a közép és hosszuhullámú állásban az antennatekerces három leágazása közül lehet a „nappal legerősebben szólót” kiválasztani. A kismértékű pozitív visszacsatolást úgy állítják be, hogy a szekunder-tekerces menetszámát megnövelik és erre a pontra kötik a rácslevezető ellenállást. Amennyiben ezt ki akarjuk iktatni, arra vigyázzunk, hogy a végcső az előfeszültséget szintén ezen a tekercsen keresztül kapja.

Megemlítendő még a takarékkapcsolás, amelynél a kétoldalas egyenirányító mindkét anódjára kapcsolt váltófeszültséget 380 V-ról 250 V-ra csökkentik. Ezt az átkapcsolást ennél a készüléknél megbízható tumbler végzi. A hullámváltó az eddigiektől eltérő, öntisztító lamellás rendszerű. A kapcsoló földelt tengelyéből fémpecek állnak ki, amelyek – egy táblázatnak megfelelően – rugóbronz lamellákat képesek az egyes állásokban a földre kapcsolni. Az antenna, a rezgőköri és a visszacsatoló tekercsek is sorba vannak kötve, és a megfelelő tekercsvégek a lamellákhoz kihozva. A lemezzjátzó állás áramkörileg azonos a hosszuhullámúval.

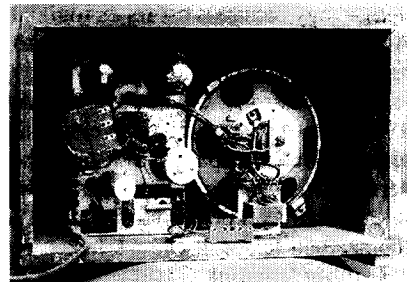
A kisebb panelméret miatt több dolog került felülre, a hálózati transzformátor és a hullámszűrők. A hálózati transzformátor magmérete 30 × 25 mm, a csévetest oldalfal nélküli, a kivezetések kivitele varniscsöbe húzott saját huzal, a hálózati feszültség kiválasztása csavarozással történik. A kimenőtrafó a panel alatt, a végcső fog-

lalata mellett helyezkedik el az előbb említett visszacsatolás miatt. A hiánnyok pótlására használunk barna ellenállásokat, bakelitházias Remix papírkondenzátorokat, Siemens porvasmagokat, és acetátszigetelésű kötőhuzalt. A rövidhullámú tekercs 25 mm átmérőjű, légmagos. Az audioncső árnyékolása alul menetes csatlakozású magas fémhengerrel van megoldva.

### Orion 122

Az eddigiektől lényegesen eltérő, a végtelékig leegyszerűsített, takarékos konstrukció. A doboz fekvő elrendezésű, a hangszóró és a skála nyílása azonos méretű. Jobboldalon található három kisméretű, fekete forgatógomb, amelyek közül a baloldali a visszacsatoló forgót működteti, a középső a hangolást végzi, a jobboldali a hálózati kapcsolóval ellátott hangerőszabályzó potenciómétert forgatja. A csak közép- és hosszuhullámú adók vételére alkalmas készülék hátoldalán az antenna és földcsatlakozáson kívül semmi más nincs, a hullámszűrők behelyezése is tetszőleges (13. fotó).

Hátulról a készülékbe nézve látjuk, hogy a panel függőlegesen helyeztű, és a doboz előlapjával párhuzamosan áll. Ezzel egy sor egyszerűsítés adódott a mechanikában. A skála a panel alá került, előtte mozog a – 360°-os elfordulású trolitulzigetelésű forgókonkondenzátor tengelyére előlről ráhúzható – mutató. A forgókonkondenzátor a panel síkjában van rögzítve. A két hullámsáv közötti váltást a forgókonkondenzátor átfordulásával működtetett két lamella végzi. Szintén takarékos megoldás az autotrafó és az egyoldalas egyenirányító (CY 1) használata. A készülékben párhuzamos gerjesztésű dinamikus hangszórót alkalmaztak. A gerjesztőtekerces



14. fénykép. Az Orion 122 hátulról. A függőlegesen álló panelen látható a ferdén elhelyezett autotrafó, közepén a trolitulforgó. A mellette levő tekercs nem eredeti

egy 4 k $\Omega$ -os ellenálláson keresztül az első szűrőelkóra van kötve, ugyanígy kapja a végerősítő az anódfeszültséget. Szintén különleges megoldás az antennacsatolás szabályozására az antennatekerccsel párhuzamosan kötött 10 k $\Omega$ -os potenciométer, amely az előlapon hangerőszabályzó potenciométerként van kihozva.

A készülék kidobozolásához alul kell 2 db M4-es csavart megbontani, felül 2 db facsavart kicsavarni és a forgatógombokat leszerelni, ekkor a panel kifordítható. A kimenőtrafó, amely itt kisebb, mint a kismert Orion kimenők, a hangszóró alatt van facsavarakkal a doboz aljára rögzítve. A hangszóró, kinézetre azonos a többi korabeli gerjesztett hangszóróval, porvédő vászonba van burkolva. A gerjesztőtekerccs ellenállása 4 k $\Omega$ . A hálózati transzformátor a panelen ferdén van szerelve, leágazással a vevőcsövek (6,3 V) és az egyenirányító cső (20 V) fűtésére, a csavarral állítható hálózati feszültségek és az anódfeszültség részére (240 V). Az audioncső nincs teljes burában, csak a szokásos Orion alumíniumserleg árnyékolja a rácscsapkát és a rácskomplexumot. A nagyfrekvenciás tekerccs légmagos, amely fadugóval és facsavarral van a panelra rögzítve. A lamellák középhullámú állásban vannak rövidzárva, erre figyeljünk a skálamutató felhelyezésénél (14. fotó).

Restaurálásnál használjunk barna ellenállásokat, kettős elektrolitkondenzátort, papírkondenzátorokat és színes pamutbevonatú, gumiszigetelésű kötőhuzalt. Ügyeljünk arra, hogy a [11] kapcsolási rajzban sok hiba van, ha módunkban áll, használjuk a [14] rajzgyűjteményt.

\*

**Csapos csövek, európai foglalat.** 1936 előtti csövekhez alkalmazott négy- vagy ötcsapos csőfej és foglalat. A 2. táblázatban felsorolt csövek bekötését a 2. ábrán láthatjuk.

**Körmös csőfej, kosaras foglalat.** Az 1936-ban egységesített csöveknél átértékelt a kisebb kapacitású öt- és nyolccerintkezős körmös csőfejre. Az ismeretett készülékekben felhasznált és a 3. táblázatban felsorolt csövek bekötését a 3. ábrán láthatjuk.

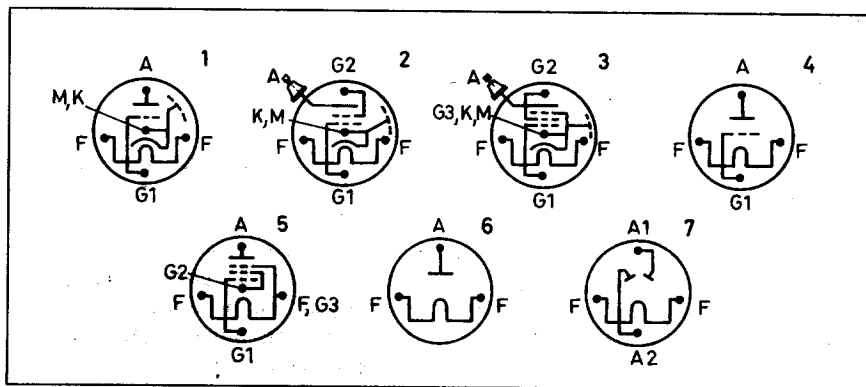
#### Irodalom

- [1] Forbáth László: A „berz” és „Aladin lámpása” (Rádió Compass, 1941-42)
- [2] Eugen Nesper: Der Radio-Amateur „Broadcasting” (Berlin, 1924)
- [3] Molnár János: Gyakorlati Rádiókönyv (Műszaki Könyvkiadó, 1926)

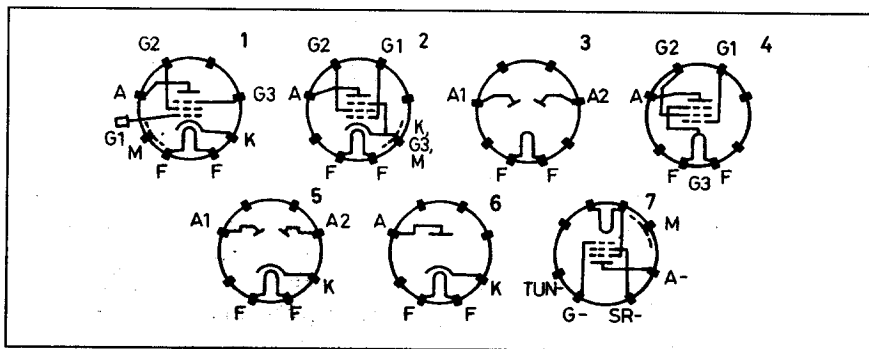
3. táblázat. Kétpentódás 2 + 1-es készülékek felsorolása és csövezése az 1936 és 1942 közötti időből. A zárójelben az AZ 1-től eltérő egyenirányító-csövet tüntettem fel

Évszám	Orion	Phillips	Standard	Telefunken	Csővezés
1936	222	Matador	Darling	Regós	AF 7, AL 1, AZ 1
1937	22	Olympia W	Princ	237 V	AF 7, AL 4, AZ 1
1938	56	York W	Extra	238 V	AF 7, AL 4, AZ 1
1939	933 (EZ 2)	31 V	Ideál (EZ 2)	239 V	EF 6, EL 3, AZ 1
1940	022 (CY 1)	32 V	Prima (EZ 2)	240 V	EF 6, EL 3, AZ 1
1941	122 (CY 1)	-	-	241 V	EF 6, EL 3, AZ 1
1942	202 (CY 1)	-	-	-	EF 6, EL 3, AZ 1

Megjegyzés: A vastagon szedett készülékek részletes ismertetése található a cikkben, az EKA gyártmányú 2+1-es vevőket a táblázat nem tartalmazza, mert külalakjuk eltérő, de konstrukciójuk a Standardéval azonos



2. ábra. Csapos csövek fejbekötése. A csőtípusokat lásd a 2. táblázatban



3. ábra. Körmös (kosaras) csövek fejbekötése. (1) AF 7, EF 6; (2) AL 4, EL 3; (3) AZ 1; (4) AL 1; (5) EZ 2; (6) CY 1; (7) TUNGSRAM segítség a csövek bekötésének megtanulásához: G vezérlőrács, SR segédháló, A anód, M metallizáció

- [4] Szepessy Árpád: Magyar Rádió Évkönyv (A szerző kiadása, 1929)
- [5] Holló J., Magó K., Valkó I. P.: Tungstram Rádió Tanácsadó (EIVRT kiadása, 1944)
- [6] Magyar Béla: Elektroncső atlasz I. (MK, 1958)
- [7] Empfängerschaltungen der Radio-Industrie VI. (Berlin, 1951)
- [8] Reklám (Rádió és Fótó Amatőr, 1933.)
- [9] Kóger László: Orion 7016 (Nosztalgia Rádió Hírújság, 1999. II.)
- [10] Standard Rádió 15 év, szervizkönyv, kapcsolási rajzgyűjtemény (A cég kiadása, 1944)
- [11] Kádár Géza: Rádióvevőkészülékek Kapcsolása I. (MK, 1966)
- [12] Magyar Béla: Rádiótechnikások zsebkönyve (Nehézipari Kiadó, 1954)
- [13] Kádár Géza: Bevezetés a rádiótechnikába (MK, 1955)
- [14] Kiss Tivadar: Rádióévkönyv, Kapcsolások könyve (Hungária Kiadó, 1948)



# Hangsugárzók építése

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök

## Bevezetés

Minden tekintetben megváltozott környezetben élünk. Korábban nem ismert szituációknak kell – jól-rosszul – megfelelnünk. A „mindenki egyenlő, de vannak, akik egyenlőbbek” társadalmából átléptünk a szélsőségek társadalmába. Tömegesen vannak, akiknek napi megélhetési- és fedélgondjaik adódtak, míg másoknak a kastély- és golfpálya-építés súlyos problémáival kell megküzdeniük. Akinek villamosjegyre sem telik, nem igazán érti, hogy másvalaki saját luxusautójának hegesztési varratait miért akusztikai – autó-HIFI-s – eszközökkel, dB-párba útján próbálja szétbontani.

A jelentős változások elérték a szó-rakoztató elektronika területét is. Ma már a köztudatban a High Fidelity is mást jelent, mint akár tíz évvel ezelőtt is, vagy még régebben.

Egyrészt tényleges jelentésváltozásról is szó van, hiszen olyan új eljárások és eszközök születtek, amelyek

korábban egyáltalán nem is léteztek, másrészt a HIFI újból divatba jött. A korábbiakhoz képest szélesebb vásárlóréteg számára van lehetőség hozzáférni a HIFI tárházához, különféle eszközeihez, mert a hazai piac is kínálja ezeket, s nem kell vásárlás céljából bejárunk Európát.

Megváltozott a szemlélet is. Amíg még néhány évvel ezelőtt is a hifisták tábora a kívülállók számára – és nem ritkán a közvetlen családtagok számára is – az állandóan zajongó, mindenféle ostoba ládákat cipelő és rakosgató, gubancos drótokkal és féligkész erősítőkkel bajlódó, hóbortos, megszállott emberek társaságát jelentette, most valahogy becsülete lett a HIFI-nek. A számos bemutatóhely, az elérhető, megta-pasztható készülékek, a hatalmas választék s a szép hang bővölete ma már sokkal több embert érint meg, mint akár csak néhány évvel ezelőtt. Ebben nyilván döntő szerepe van a fogyasztói társadalom alapvető működési elvének is: *keltse fel egy igényt és elégítsd ki!*

A boltokban mostanában látható, fizikailag érzékelhető, megtapintható kínálat, látvány már nem azonos egy „nyugati” turistaútról hozott sóvárgó emlékekkel, hiszen nem kell fakult fényképről, ronggyá lapozott prospektusból egymásnak mutogatni a megkívánt tárgyat, elég betérni – degesz pénztárcával – a hazai üzletkebe, s ami ott éppen nem látható, kapható, jobb helyeken az is megrendelhető. Most már csakugyan nem útlelvi és valutakeret, hanem immár *csak pénz* kérdése az egész...

## Régi új dolgok...

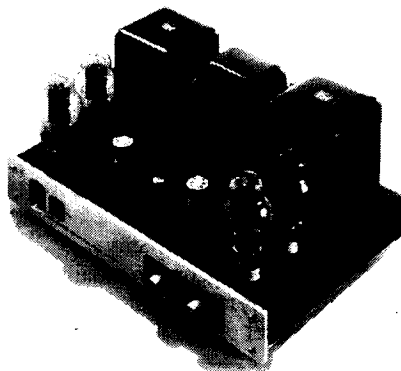
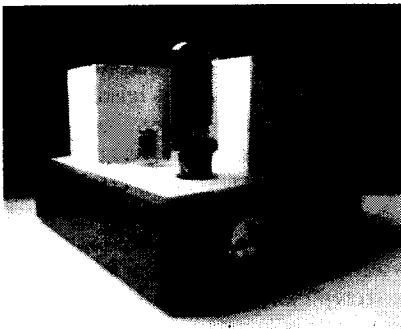
Fontosabb dolgok is történnek. Régen elfelejtett konstrukciók kelnek manapság újra életre, abból a felismerésből táplálkozva, hogy *az újabb egyszerűbb nem jelent okvetlenül egyúttal jobbat is*. Ez különösen igaz az elektroakusztikában, főleg az elektroncsöves kontra tranzistoros erősítők vitája vonatkozásában. Az eredmény: szerte a világon előkerülnek a lomtárból az évek óta ott porosodó, elfelejtett elektroncsöves, csöves konstrukciók, s klubok alakulnak csöves erősítők építésére. Régi, patinás és most alakult cégek

hoznak forgalomba (méregdrága) 3 ... 25 wattos elektroncsöves erősítőket (1. ábra). Mivel ezek a teljesítmények mai, harsány világunkban kicsinek tűnnek, hangszerés cégek sebtiben előás-sák *kitűnő hatásfokú*, 50 ... 60 éves konstrukcióikat és – jó pénzért – ezekhez az erősítőkhöz ajánlják (2. ábra).

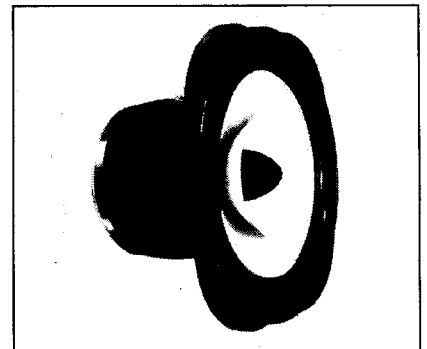
## A nagy áttörés: a házimozi

A tényleges jelentésváltozás fő oka azonban új hanganyagok, hordozók és eljárások, illetve műsorforrások keletkezése. Korábban örült a kedves néző, ha otthonában egy dobozból 1 csatornán, a kissé unatkozató, alaposan ellenőrzött, 3/3-as faktor szerint megsűrűsített nagyvilág – fekete-fehér képpel és dobozhangon – egyáltalán megjelent. A fejlődés során bekövetkezett az az állapot, mikor már szinte alapkövetelmény a több tucatnyi – műholdas, bárki által már nem cenzurázható – műsorcsatorna vétele, a hatalmas színes kép és a jelenlét-érzés – lehetőleg a lakószobában is.

Ez utóbbi a gyakorlatban azt jelenti, hogy a kép- és hanganyag megfelelő előkészítettsége (elő- és utómanipuláltsága) folytán lehetőség van arra, hogy akár egy normál vagy nagybaccska méretű lakószobában is olyan hatásokat élhessünk meg – elsősorban a rendkívül hangsúlyossá vált szerepkörű – elektroakusztikai eszközök segítségével.



1. ábra. 1999-es évjáratú gyári elektroncsöves HIFI-erősítő monó (fent), ill. sztereó (lent) változatban



2. ábra. Szélessávú (30 Hz...22 kHz), szupererős mágnesű (2,0 tesla), 97 dB érzékenységű(!) Lowther hangszerés kifejezetten elektroncsöves erősítők számára a Welborne Labs-tól, pottom 1250 \$-ért párját...

vel, amely azt az érzetet kelti bennünk, mintha a cselekmény helyszínén annak részesei lennénk. Ehhez azonban korszerű műsorok és korszerű eszközök szükségesek.

## A néző és a hallgató – otthon

A nézőt (az emberi pszichét) két oldalról kell kielégíteni a felfokozott hatás eléréséhez. Egyrészt a *kép látószögét* alaposan meg kell növelni, közelíteni kell a normál emberi látás szögterjedelméhez.

Az autóversenyzők, a pilóták, a darukezelők, az artisták, illetve a nagy kiterjedésű, háromdimenziós térben speciális, veszélyes foglalkozást, sportot űzők különösen pontosan tudják, hogy az emberi látás szögterjedelmének milyen döntő hatása van a balesetveszélyes tevékenységekre. A „már a szemem sarkából is láttam” kezdetű beszámolók arra utalnak, hogy nagyon fontos a periférikus látás irányából érkező – bármilyen hiányos – információ valamely nagy figyelmet igénylő, térbeli mozgással járó tevékenység során.

Az üzlet reményében számos célzatos kutatás folyik. Már a korai látápszichológiai vizsgálatok kiderítették, hogy amint egy látvány az emberi érzékelésben egy meghatározott (kb. 25...30 fokos) látószög alá csökken, tudatunk – általában – mintegy másodrendűen kezeli az ebben a szűkített szögterben zajló eseményeket, nem tulajdonítva annak túlzottan nagy jelentőséget. Ezzel szemben a jelentősen megnövelt (120...180 fokos vagy nagyobb szögterjedelmű) látótér, tervezett, mesterségesen kialakított látvány fokozottan vonja be a cselekménybe a szemlélőt – akár akarata ellenére is! – ugyan úgy, mint egy valós cselekmény során.

Ez már a statikus terekben is így van. Egészen mást jelent egy albumot lapozgatni, mint a Feszty-körképet vagy a borogyinói csata diorámáját a helyszínen megtekinteni. Élményben, átélésben nem mindegy, hogy a színházban, beltéri vagy szabadtéri koncerten az első sorokból, a szereplőkhöz közel szemlélem az eseményeket, vagy pedig a terem végéből, a kakasülőről, illetve a stadion, a rét túlsó oldaláról.

Az utóbbi években fokozottan kerültek előtérbe a szélesvásznú, óriásképernyős mozik mintájára a nagy méretű (esetenként szélesített formátumú) tévéképernyők, amelyek a megfelelő (ajánlott) nézési távolságból a néző

számára már kedvezően nagy látószöveget eredményeznek a jelenlétérzés felépítéséhez. A nem titkolt és a már nem túl távoli cél a szobafal méretű képernyő kidolgozása.

A kellő optikai körülmények azonban egyáltalán nem elegendők a kívánt élmény eléréséhez. Ehhez ugyanekkor feltétlenül szükség van még a *hanghatások felfokozásához* is, egyfajta sajátos akusztikai környezet megteremtéséhez. Ez az a pont, ahol a *szokásos értelemben vett HIFI* rajongói zavarba kerülhetnek. A különleges, a jelenlétérzést kiváltó akusztikai hatások egyrészt többet, másrészt kevesebbet jelentenek, mint a HIFI eddig szokásos értelmezése. Az mindenképpen bizonyos, hogy eleve jó, vagy igen jó akusztikai/elektroakusztikai környezet kialakítása szükséges, azonban nem biztos, hogy ez a környezet egyúttal az átlag HIFI-rajongó csodálatát is kiváltja, főleg nem pl. valamely klasszikus zenemű hallgatása közben.

Ezzel szemben a hatás teljességgel lenyűgöző lehet bárki, akár a HIFI-rajongó számára is pl. egy akciófilm jelenetében. A kommandósokat szállító helikopter megérkezése, a kiugráló, fedezéket kereső katonák üvöltözése, a gépfegyverek kattogása, a rakéták süvöltése, a gránátok robbanása közben mintegy ott érezzük magunkat a harc-téren, az őserdő tisztásán. De hihetetlenül jelentős lehet a hatás pl. a *Ben Hur* gyilkos kocsiverseny jelenetében is. Valódi jelenlétérzésünk lehet, felfokozott izgalmat, akár némi halálfélelmet is átélhetünk – a film készítői szándéka szerint. Különösen magával ragadó lehet az a pillanat, amikor a dübörgő helikopter, sugárhajtású vadászgép, kilőtt rakéta vagy netán egy űrhajó – mintegy a fejük fölött – megérkezik, áthalad felettünk (Csillagok háborúja 1., 2., 3., ... 122... stb.).

A megfelelő akusztikai hatáshoz feltétlenül szükséges ekkor valamely eléggé jó hangminőség (de ez nem biztos, hogy okvetlenül kielégíti a magasabb zenei vagy sztereó-HIFI-s követelményeket), a korábbiakhoz képest kiterjedtebb hangtér, a kettőnél több hangcsatorna és *elengedhetetlen a kellően nagy, szuper hangerő, elsősorban a legmélyebb hangok tartományában.*

## Sokcsatornás hang tegnap és ma

Sejthető, hogy nem teljesen új dologról van szó. A szélesvásznú film

fénykorában számos olyan alkotás született, amelynek kísérőhangja különleges eljárással készült, és megfelelően kialakított filmszínházban maximális jelenlétérzést nyújtott. A hazai közönség (korábban a moziban, később a tévében is) megismerkedhetett *A halál ötven órája* című, II. világháborús amerikai akciófilmmel. Jellemző, hogy ez a műalkotás a normál tévé képernyőjén szemlélve lapos, közhelyes, émelyítően ál-patetikus tucatfilm benyomását keltheti, kelti számos nézőben, *mert nem erre a médiára készült.* Ezzel szemben már egy kisebb moziban is sokkal erőteljesebb hatást tesz a közönségre. Akinek viszont annak idején (20...30 éve) alkalma volt a budapesti – még átalakítás előtti, az *igazi-óriásvásznas* Corvin moziban megtekintenie a fimet az akkori technika mellett elérhető legjobb minőségű, *ötcsatornás effekt – surround – hangtérben*, megismerhette azt a lenyűgöző érzést, hogy mit jelent – ha akarja, ha nem – jelen lenni egy film mesterséges világában, ott és akkor. Ennek során egyszerű dolgok is felértékelődtek. Frenetikus hatást keltett pl. a nézők háta mögül, feje fölött megérkező, a ködből váratlanul kibukkanó felderítő repülőgép hang/képmélysége, a betonbunker döngő vasajtói, kongó falai közt zajló cselekmények sorozata, az alagútban szétlőtt mozdony gépi halálsikolya és még számtalan más, az alkotók szándéka szerint kivitelezett és igazából *csak is alkalmas környezetben*, nagy képernyő/vetítőtávaszon és sokcsatornás hangtér mellett élvezhető effektus.

Ekkor az émelegős jelenetek váratlanul hitelessé váltak, a néző szinte szó szerinti módon azonosulni kényszerült a szereplőkkel, indulataikkal, a szorult helyzetekből maga is kiutat készült keresni, adott helyzetekben félt vagy rettegett, és mindenképpen be szeretett volna avatkozni a cselekménybe. Utólag persze lehetett azon filozofálgatni, hogy melyik jelenet és miért volt bosszantóan sematikus, mesterkélt vagy suta, mégsem ez maradt meg a legtöbb nézőben, hanem az effektek kiváltotta sokk mély élménye.

Erre a hatásra azonban tudatosan és igen nagy szakértelemmel, jó pszichológiai érzékkel „rá kell játszania” az alkotóknak, s ez az említett film esetében meg is történt. A tapasztalatok szerint azonban ez a hatás erősen témafüggő is. Számos, hasonló technikával készített film esetében a lenyűgöző jelen-



létérzés mérsékelt lesz, vagy el is marad. Általában csak a háborús és lövöldözős, robbantgatós akciófilmek, továbbá a sci-fi világá ad olyan lehetőséget egy cselekményben, ahol ezek a néző képzeletét megragadó, érzékelését becsapó speciális effektusok indokoltan bevetethők.

Egy párbeszéd, zenés filmben ritkán nyílik lehetőség a meghökkentő képi- és hanghatások alkalmas kihasználására, illetve ezek a jelenetek sem igazán jönnek be, hiába lehet *azonos szóról szóra a készítői technika és a lehallgatási tér* (l. az ugyanezzel a technikával készített Kánkán, Fanny Girl, My Fair Lady stb.)

### Az effekt mindennek előtt

Belátható, hogy a jelzett esetben a hangsúly máshova került, mint a HIFI-nél. A térélmény – a voltaképpeni történet vagy eszmei mondanivaló helyett – immár a legfontosabb lett, nyomatéka minden határon túl megnövekedett, a rendező, a hangmérnök „rájátszik” a térélményre. A HIFI-ben megkövetelt *plastikus hangtér* a gyakorlatban átalakult *effekt-hangtérré*, alkalmanként toladó, harsogó térhatásokkal. Mivel azonban a hanganyag számos (videó, DVD, kábel- és műholdas, ill. analóg/digitális tévé) forrásból eredhet, ezek előkészítettsége (manipuláltsága), csatornaszáma és utómanipulálási lehetősége eleve szélsőségesen eltérhet egymástól. A hallgatási térben megjelenő sokféle minőségű hanghatásnak voltaképpen a szó régebbi értelmében tekintett, „igazi” HIFI-sztereó hangzáshoz nem sok köze van, bár igazi, súlyos ellentét sincs a két irányvonal között. Különösen így van ez az eredetileg is kifejezetten effektésre manipulált hanganyagokkal.

Azon hanganyagok esetében pedig, amelyek régebben, így tehát még manipulálatlanul készültek, az történik, hogy a különféle utómanipulációs áramkörök úgymond „átdolgozzák” azokat, töredékinformációkból sohanemvolt, manipulált effekteket állítanak elő. Így lesz a monó kísérőhangból HIFI-borzalom: sokcsatornásra szétbontott, dögös diffúz térhang – bármiféle értelmezhető irányhatás nélkül...

### Azok a mélyhangok...

Találunk egyéb valós problémát is. Sajnálatos, sokat vitatott és némiképp

ellentmondásos, hogy a HIFI-ben a legmélyebb, 20 ... 50 Hz közötti sáv átvitelének során – hosszú távon – több negatívumot tapasztalhatunk, mint amennyi előny származik ezen hangok kifogástalan visszaadása valamely műsor, pl. normál hanglemez hallgatása során.

Egyrészt közismert, hogy technikai és egyéb okokból – bosszantó módon – a hanglemezek igen nagy részén kifejezetten szegényes a legmélyebb hangok visszaadása (lásd később). Minden hanglezgyűjtő tudja, mely lemezein kielégítő még a mélyhangátvitel s melyeken hiányzik – indokolatlanul! – ez a tartomány. Másrésztől nem kevés az olyan lemez, amelyen hangfelvételi hiba vagy a felvételi helyszín kényszerű adottságai (pl. szabadtéri koncert) folytán a környezet (közlekedő földi és légi járművek) vagy a vágógép, légkondicionáló zaja, mélyhangú dübörgése hallható. Az sem biztos, hogy lemezjátáshoz eleve zajtalan, rumplimentes (mert csak erre a minőségre s nem jobbra volt pénzünk...). Nem ritka eset, hogy ilyenkor a zenei élvezet rovására, vagy éppen ennek emelése érdekében (és mélysugárzóink épsége megőrzése érdekében is) a legmélyebb hangok mérséklését, vágását választjuk.

Ez az eljárás nem követhető a jelenlétérzéssel manipuláló, a mélyhangokat hangsúlyozottan kezelő, „házimozi” effekthangosítás esetén. A filmek készítői általában semmit sem bíznak a véletlenre; a hangeffektusok éppen úgy előre gondosan megtervezettek, mint a képi effektusok, így az eredő, a jelenlétérzés csak akkor jön létre – a filmgyárban és a hangstúdióban előre kifundált módon – otthonunkban is, ha az akusztikai hatások valóban megjeleníthetők pl. a *kellő hallgatási hangerő* és a kifejezetten *hangsúlyos mélyhangátvitel* következtében. Mi több, a mélyhangok, az effektek hangsúlyozása egészen ravasz módon, már-már nem akusztikai eszközökkel is fokozható pl. a speciális tévéző-fotelba beépített mélyhangú hangszóró vagy ahhoz hasonló, valamely rezgető eszköz segítségével. Belátható, hogy a hallgató/néző ülőalkalmatosságában található elektroakusztikai átalakítónak („rázógépnek”) és a HIFI-nek már semmi köze sincs egymáshoz, de kitűnően szolgálhatja egy akciófilm céljait, a robbanás, földrengés stb. „megmozgatja” foletünket is...

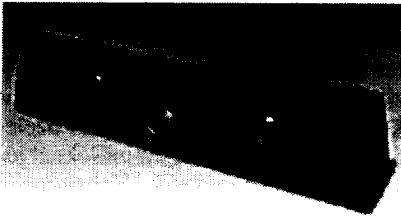
A mély és/vagy igen mély hangok hatása az emberi szervezetre jóval je-

lentősebb, mint azt az átlagember gondolhatná. Egyes személyek vihar, zivatar előtti rossz közérzete – többek között – annak is tudható be, hogy felfokozott érzékenyséjük folytán a közeledő zivatar kísérő hangjait másoknál jóval korábban érzékelik. Voltaképpen ezek az *infrahangtartományba eső hangok* terhelő, ingerlő hatással vannak az idegrendszerükre. Ez a felismerés képezte/képezi alapját az infrahang-fegyverekkel kapcsolatos titkos kutatásoknak is.

A természet gyermekei vagyunk, így nem kell csodálkoznunk azon, hogy a természeti jelenségek hatással vannak az idegrendszerünkre. Ez főképp akkor jelentős, ha valamely veszély érzetét közvetítik számunkra. Ismeretes, hogy a nagy tömegű víz hullámozását (a tengeri vihart, a tengerrengést, szökőárt stb.) vagy a veszély jelentős atmoszférikus jelenségeket (pl. mennydörgést, tájfunt, tornádót) jelentős intenzitású infrahangok is kísérik. A veszélyhelyzet észlelése mindig is nagy jelentőségű volt – a természet erőinek kiszolgáltatott – ember számára, így idegrendszerünk ezeket a jelzéseket sajátos módon, génjeinkben hordozott ősi-információk alapján, automatikusan veszjelzésként kezeli. Mivel a filmipar minden áron, minden lehetséges eszköz felhasználva igyekszik a saját profitját növelni, az emberi természet és idegrendszer sajátosságait eleve figyelembe veszik az alkotók egy hatásos effekt megtervezése során. Ezért jutnak hatalmas szerephez a legmélyebb, nagy intenzitású hangok a jelenlétérzés kialakítása, fokozása során egy-egy akciófilmben, sci-fiben, s így vált szinte kötelező, majdhogynem első számú szereplővé a szub-basszus hangsugárzó a házimoziiban.

### HIFI – kontra házimozi

Természetes igény volt eddig is a mélyhangok megfelelő minőségű visszaadása a HIFI-ben, de nem folyt akkora harc a Hz-ekért és a dB-ekért, mint most a házimoziiban. Itt válik szét tulajdonképpen a HIFI és a házimozi egymástól: a házimoziiban a néző inkább hajlamos bármiféle kisebb minőségi kompromisszumra (fázisztisztaság, pontos sztereó tér, valódi lokalizálhatóság, az akusztikus hangszerek hangjának élethű, korrekt hangvisszaadása stb.) az effektek megvalósíthatósága érdekében. A HIFI-ben nem az effekte-



3. ábra. KEF Model 200C Centre Channel Speaker. A tévékészülék alá, pl. a padlóra vagy a készülék tetejére helyezve házimozzi effekthangszórónak használhatjuk. A korábban nem volt, fura alakú eszköz szerepe ma domináns lett. A Dolby házimozzi-rendszerekben az információ zömét jelentő, középről érkező hangokat sugározza a teljes frekvenciasávban. Monó jelforrás vagy üzemmód esetén is fontos szerepet kap. 55 Hz...20 kHz sávban működő, háromutas, 200 wattos (max. 115 dB-es), zárt doboz

ket élvezzük, hanem a természetű hangzást. Nem tartjuk elfogadhatónak az elkent, zavaros, netán mesterségesen széthúzott vagy túlhangsúlyozott, ugráló térhatást, a túlemelt mélyhangokat stb.

A két dolgot nem összekeverve, természetesen a HIFI-rajongó is élvezheti, élvezi a jó minőségű, effektus házimozit. Mindamellet mindkét rendszer (jórészt) azonos elemekből építkezik és egy eleve magas minőségi szint feletti a felhasznált eszközkészlet (pl. hangszóró, teljesítményerősítő) lehet teljesen azonos is. Mi több, egy jól megtervezett, alkalmas eszközökkel kiegészített, kitűnő HIFI alkalmas lehet az összes zenei igény magas szintű kielégítésére, beleértve ebbe a házimozsi effekthangját is.

Az utóbbi időben a kereskedelmi kínálat igen jelentős százalékban fordult a házimozzi-kategóriájú hangrendszerek felé. A jelenség magyarázata sokrétű lehet. A kvadrofónikus rendszereknek is volt tábor, csak – kereskedelmi értelemben – nem eléggé széles és így nem volt rá fizetőképes kereslet, a kezdeményezés megbukott.

### Új hangtechnikák

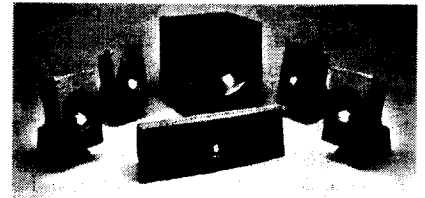
A Dolby Laboratórium által kidolgozott és a Rádiótechnikában vázlatosan már ismertetett *Dolby Pro Logic*, továbbá az újabb, ettől némiképpen eltérő működésmódú *Dolby Digital*

rendszer lehetőséget teremtett egyfajta kompromisszumra, ami életben hagyta a hagyományos (monó, sztereo) rendszereket is, de alkalmas dekóder és elektroakusztikai környezet (erősítők, hangszórók) mellett a korábbinál minőségileg jobb térhang- (surround sound) visszaadást tett lehetővé.

A két rendszerben a jobb, a bal és a középcsatorna teljes sávzélességű. A Dolby Pro Logic rendszerben a térhangot előállító csatornák monó jelet tartalmaznak, csökkentett, 100 Hz...7 kHz sávzélesség mellett. A Dolby Digital rendszer valamennyi csatornája önálló és teljes sávzélességű. Az elülső ill. hátsó csatornák mellett még egy további csatorna jele is hozzáférhető, ez az alacsonyfrekvenciás effektuscsatorna (Low Frequency Effekt = LFE), amelynek jele 20...80 Hz közötti sávban jelenik meg (a felső frekvenciahatár 120 Hz). Azt, hogy melyik rendszerrel van voltaképp dolgunk, azt egyrészt a műsorjel-forrás (hardver a beépített dekóderrel), másrészt a műsoranyag (hordozó, kódolás) dönti el. Tarkítja az állapotokat, hogy egyéb kódolási eljárások is vannak kidolgozás alatt, ill. használatban (pl. AC-3), így a helyzet ebben a pillanatban meglehetősen nyitott.

A fentiek értelmében is belátható, hogy elsősorban az effektusokkal dúított hanganyag jutott jelentős nyereséghez. A filmipar és az elektroakusztikai ipar közötti szoros együttműködés ebben teljesen nyilvánvaló, így tényleges nyerteseknek azon kevesek számíthatnak, akik nagy képernyőméretű készülékekkel és a hozzá csatlakozó házimozsi-hangrendszerrel olyan filmalkotásokat tekintenek meg otthonukban, amelyek eleve ezen új technikát hasznosítva készültek. A nagyközönség ebből a meglehetősen költséges és terjedelmes technikából egyelőre mit sem észlel, a házimozsi ma még nem tömegcikk, de egy lakótelepi lakásban nem is lehetne hová telepíteni ezek egyikét-másikát a lakók és a bútortartók kiköltöztetése nélkül.

Mindamellet előre kell tekintelnünk. A kereskedelemben ma már számos olyan erősítőféleség, műholdvevő (és újabban már DVD-lejátszó is) kapható, amelybe alkalmas többcsatornás és többüzemmódú, pl. Dolby (más úton hozzá nem férhető, külön nem árusított) hangdekóder is beépítettek. Az ilyen hangforrások jelének felhasználása egy saját HIFI-ben kézenfekvő, és mindenki saját lehetőségei, lakótere,



4. ábra. KEF Home Theatre komplett hangszórórendszer: középen elöl a 75 wattos 80C Centre Speaker, oldalt a 4 db 55S, 30 wattos (vagy 60S, 75 W-os) Satellite/Surround Speaker, hátul a 20B, 70 wattos (vagy 30B, 100 wattos) Active Subwoofer

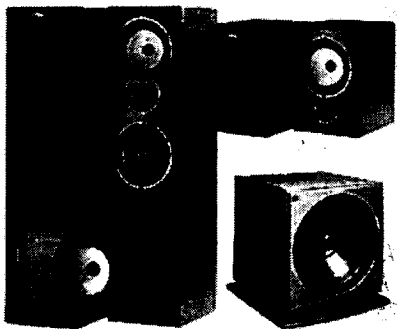
eszközkészlete szerint döntheti el, hogy milyen mértékig támaszkodik a gyári kész rendszerre és ehhez hogyan illeszti a saját hangrendszerét. Támpondul ismert, jó hírű cégek kínálatából mutatunk be ötleteket, példákat arra, hogyan építsük ki, fejlesszük fel otthoni rendszerünket ahhoz, hogy azt több hangcsatornával, alkalmas műholdvevővel, térhangdekóderrel, tévékészülékkel stb. kiegészítve a HIFI-hangzás mellett egyre inkább alkalmassá tegyük effektus hanganyagok, pl. a házimozsi-effektus számára is. Természetesen igazodnunk kell meglévő jelforrásainkhoz (pl. ProLogic dekóderes műholdvevő) és a kiegészítés lényegében a hangszórók és a teljesítményerősítők számának alkalmas növelését jelenti, kinek-kinek a saját lehetőségei szerint.

### Döntő az összehangoltság

A házimozsi-hangrendszer alapvető felállításban több, mint terjedelmes. Összességében öt darab összehangolt minőségű hangszóró speciális felállításán és használatán alapul. A hangszórók teljesítménye illetve terhelhetősége lényegesen eltér(het) egymástól. Több mint gyakori, hogy a szub-basszus sugárzó saját beépített félvezető vagy integrált áramkörös erősítővel rendelkezik.

A legtöbb cég kínálatában több készlet is szerepel. Ezek között megtalálhatók a HIFI-hang sugárzására alkalmasabb, illetve az elsősorban tévé-műsor (egyéb videomédia) effektus hangterének visszaadására szolgáló, valamivel olcsóbb, illetve másképpen, más elemekből kialakított készletek.

Nagyon fontos szempont, hogy a házimozsi-rendszerek olyan részle-



5. ábra. KEF Q-sorozatú Home Theatre ajánlati összeállítás, részben HIFI-hangsugárzókból: Q95C a közép-csatorna számára, 2 db Q55 nagy álló, szélessávú HIFI-hangsugárzó az elülső jobb- és bal csatorna számára és 2 db Q15 kis szatellitesugárzó a hátsó jobb és bal csatornához, továbbá a 30B Active Subwoofer. Iránymutató rendszer házi készítésű hangszugárzó rendszerünk lehetséges továbbfejlesztéséhez

mekből állnak, amelyek leglényesebb tulajdonságaikban (minőség, érzékenység, teljesítmény stb.) gondosan illesztettek egymáshoz; műszakilag és meghallgatások alapján egymáshoz vannak hangolva, ami pl. nem azonos hangszóróteljesítményt, hanem főleg azonos hangminőséget, jellemző teljesítményelosztást jelent (elsősorban a mélyhangok javára) stb.

Közös jellemzőjük, hogy a hangcsatornák/hangsugárzók három kategóriába sorolhatók. A legmélyebb hangokat 1 darab aktív vagy passzív szub-basszus láda (subwoofer) sugározza le. Ennek mérete általában tekintélyes és gyakori, hogy hangteljesítménye hatalmas. A domináns – közép – hangtér lesugárzása egy darab közepes teljesítményű, szélessávú hangszugárzóval (center speaker) történik, ez nem ritkán egy kitűnő, normál HIFI-eszköz, közvetlenül a képernyő alatt/felett (3. ábra).

A házimozsi nagy kiterjedésű effekt-hangerének kialakítása, a térhang (surround sound) információ felhasználása a rendszerek egy részében ún. szatellit sugárzókkal, kisebb teljesítményű, főleg csak az irányérzékelés szempontjából fontos tartományban működő hangszugárzókkal történik, de ezekből általában 4 darabot alkalmaznak (4. ábra). Más esetekben, igényesebb összeállításban az elülső két szatellit igazi, nagy teljesítményű HIFI-

hangszugárzó, a házimozizás mellett egyéb HIFI-sztereó hangvisszaadásra önmagában is alkalmas (5. és 6. ábra).

Az így adódó, látszólag 6 hangcsatorna ténylegesen a műsoranyagtól magától és a dekódolás beállított üzemmódjától is függ, de voltaképp a legjobb esetben sem haladja meg a négyet. Ezekből egy az irányérzékelésben különböző szub-basszus csatorna, a másik három csatorna pedig – dinamikusán, a dekóder által szabályozottan – megoszlik: a közép-csatorna és a jobb/bal, illetve az első/hátsó térfél között. Ez utóbbi tulajdonképpen az időközben kihalt SQ/QS kvadrofónia valamiféle késői utódjának is tekinthető, mivel az átvenni kívánt effekt hangtér nem igazi sokcsatornás hang, hanem a tervezők elképzelése szerint elő- és utómanipulált termék. Noha a két módszernek voltaképp nem sok köze van egymáshoz, belátható, hogy a tervezők a csalimesék filozófiájából indultak ki: ha nem kellett a vásárlóknak a négycsatornás hang négy hangszugárzóval, nosza, majd a hathangszugárzós, más néven árusított, sokkal drágább rendszer – kis árukapcsolással, jobb csomagolásban – bizonyára fog kelleni...

### Gyári házimozsi-hangsugárzók

Anélkül, hogy ingyen reklámot kívánánk nyújtani bármelyik cégnek, a jó híré gyártók közül találok kiválasztottuk a KEF céget a jellemző kereskedelmi kínálat bemutatására, és ezt elsősorban a rendszer megismerése érdekében tettük.

A cég kitűnő, házimozsi-kategóriájú KEF Home Theatre elnevezésű hangszugárzó rendszerei illeszkednek a nagyképernyős tévé és a térhang-eljárás adottságaihoz. A kínálatban teljesítményben és érzékenységben egymáshoz jól illeszkedő egységeket találunk, többféle ár- és teljesítménykategóriában.

A 4. ábrán az egyik javasolt összeállítás, az 1 darab Model 80C Centre Center Speaker, a 4 darab Model 55S Satellite/Surround Speaker, továbbá az 1 darab Model 20B Active Subwoofer látható. A center- (középirányú) csatorna mélyreflex kivitelű, 80 Hz ... 20 kHz átviteli tartománnyal, 10 ... 75 wattos erősítőhöz. A zárt doboz kivitelű szatellitesugárzók 120 Hz ... 20 kHz átviteli sávban, 10 ... 30 wattos erősítőteljesítményre készültek. A zárt doboz szub-basszus ládák 100 wattos be-



6. ábra. Házimozsi-elrendezés az 5. ábra szerintihez hasonló hangszugárzóösszeállítással. A center-sugárzót – tipikus megoldásként – a nagyképernyős tévé tetején helyezték el; a néző/hallgató felé forduló, oszlop formájú mellő bal és jobb oldali irány-sugárzók viszonylag közel vannak a tévéhez, a szub-basszus effekt-láda mélyátvitelét sarokban történő elhelyezés segíti (a hátsó jobb és bal oldali két szatellit-hangsugárzó a képen természetesen nem látható)

épített erősítővel készülnek, és különlegesen nagy hangnyomás elérésére alkalmasak.

Más ajánlott összeállításukban a két elülső szatellit-sugárzó helyett két nagy teljesítményű, a HIFI-szériából ide átemelt hangszugárzót ajánl a cég (5. ábra). Ez a koncepció a HIFI szemszögből tekintve szimpatikusabb, mint az előző, így ugyanis alkalmanként összeegyeztethetők az általában jó (HIFI) hangminőség követelményei az effekt kielégítő élvezhetőségével. Az említett két példa alapgondolatai a különféle gyártók kínálatában tipikusnak tekinthetők, és számos más cég házimozsi-rendszer-kínálatában az említett két összeállítás valamely variációja köszön vissza.

Miért érdekesek számunkra ezek a nem éppen olcsó hangszórókészletek? Azért, mert amennyiben a házimozsi effektet a tervezők (hangmérnökök és IC-tervezők) elképzelései szerint – és egyáltalán – élvezni kívánjuk, ismerünk kell azt a felállást, hangrendszert, amelyre eleve azokat tervezték. Más oldalról viszont azt is kérdezhetjük: milyen további eszközökkel egészítem ki meglévő HIFI-berendezésemet ahhoz, hogy alkalmanként a házimozsi-effekteket is élvezni tudjam?

### A fejhallgató, sajnos...

Egy mindvégig a háttérben lappangó kérdés eldőlni látszik a házimozsi esetében: ez már nem, vagy nem igazán, „nem úgy” élvezhető fejhallgató-

val. A házimozi-effektek ugyanis a legmélyebb hangoknak az emberi test egészére (pl. az üreges szervekre, hasra, tüdőre stb.) gyakorolt hatásával manipulálják a nézőt/hallgatót. A fejhallgató ezt teljességgel kizárja, s a szerző ezt tekinti a leglényegesebb különbségnek a fejhallgató és a hangdoboz között, bármely kategóriáról is legyen szó. Teljesen más átélést eredményez, hogy csak *hallom az üstdobot, vagy az egész testemmel érzem is*. Akinek pl. volt szerencséje a visegrádi várjátékokon időnként fel s alá sétálgató, parádézó olasz dobzenekarral 2...3 m közelségben találkozni, tudja, hogy ennek a kökemény, fantasztikus, leírhatatlan dobzóznak az érzékelése nem csupán, vagy inkább *legkevésbé füllel* történik.

## A szub-basszus ma

Már a hanglemezyártás kezdeti időszakában felvetődött az a probléma, hogy mind a lemezvágás, mind a lejátszás során az elektromechanikai átalakítás kellemetlen technikai mellékkörülményekkel jár együtt, nevezetesen a frekvencia növekedésével együtt a vágótű lökete, amplitúdója egyre kisebb. Így külön intézkedés nélkül a magasabb hangok a lejátszás során elmerültek, elvesztek volna a zajban. Ez az oka annak, hogy a magasabb hangtartományt évtizedek óta, már a 78-as fordulatú lemezeknél is – különféle szabványosított karakterisztikák szerint – egy vagy több törésponti frekvenciával jellemzett módon kiemelik.

Mi történik akkor, ha mindezek mellett a hanganyag szokatlanul nagy amplitúdójú mélyhangokat tartalmaz? Az átlag hangerőt a közepes hangtartományra beállítva ez szokatlanul nagy túllöketet, kitérést eredményezne a lemezvágás során, amelyet vagy lehetséges, vagy nem felvinni a készülő lemezre. Ha végül sikerülne is elkészíteni a felvételt, a legtöbb olcsó lemezjátszó-készüléken ezek a lemezek lejátszhatatlanok lennének, mivel az egyszerű túlfelfüggesztés a rugalmatlansága, kellemetlen engedékenysége hiánya a nagy lökettű barázdában nem tartaná benn a lejátszófejet és az ismételt kirepülne onnan. Ez rengeteg vásárlói reklamációhoz vezetett volna, így a hanglemezek legnagyobb részéről hiányzik ez a kritikus hangtartomány. Ezen felül a túl nagy amplitúdó egyúttal kényeszerű barázdaritkítással, a felvehető műsoridő csökkenésével is járt volna.

Az egyes lemezek között mindössze abban van különbség, hogy a mélyhangok szűrése mennyire agresszíven történt.

Amennyiben jellemző műsorforrásunk hanglemez, ne nagyon számítsunk arra, hogy a 20...50 Hz-es tartományban számottevő amplitúdójú jelet kapunk a hanglemezek túlnyomó többségéről. Sőt, nem kevés az a hanglemez, ahol már jóval e frekvenciák fölött is korlátozzák a hangtartományt. Így az ilyen lemezen az átlaghangerőt némileg meg lehetett növelni, ami különösen valamely nem éppen élvonalbeli gyártónál segíthetett a jel-zaj viszony javításában.

A CD elterjedésével, a lakklemez lassú visszavonulásával ezek a lemezvágási problémák lényegében megszűntek. A lemezgyárakban a továbbiakban nem kell küzdelmet folytatni a mélyhangok ellen, hiszen a CD esetében nincs ilyen akadály, így a mostanában készülő (CD-) felvételekről már nem szűrözik ki a mélyhangokat. Azt is mondhatnánk, hogy a hanglemezyárak (ahol manapság a CD-k készülnek...) „felfedezték” a mélyhangokat.

Ez ugyanakkor komoly problémákat is felvet a reprodukció során. Amíg korábban a hanglemez/lemezjátszó rumplija elkerülése céljából szinte automatikusan beépítettük a HIFI-erősítőbe a 16...20 Hz-es mélyvágót, a rumpliszűrőt, most egyszerre csak egy modern felvételen megjelenik az orgona legmélyebb, 16,35 Hz-es hangja. A CD-ről nehézség nélkül le lehet játszani, és vissza is lehetne adni, de hogyan és mivel...

A probléma kissé fogósabb, mint gondolnánk. Az emberi hallás ugyanis a mélyebb hangok tartománya felé – különösen a kis hangnyomásszintek környékén – roppant fogyatékos. Magyarán szólva, a mélyhangokat csak akkor halljuk igazán, ha már azok eléggé hangosak.

Ez a természetben rendjén is lenne, mert hiszen ki is szeretne állandó dübörgésben élni, a távoli mennydörgést, a széllekeéseket, a tenger hullámainak legmélyebb morajlását olyan kitűnően, „jó hangosan” hallani, mint az emberi beszédet vagy a gyermek sírást. A természet erői elsősorban a mélyebb hangok keltésében jeleskednek, viszont az ember számára ezen hangok meghallása inkább zavaró volt, mintsem fontos. Így az emberiség törzsfejlődése folytán hallásunk a mély tartományban – mint-

egy önvédelemből – gyengén fejlődött ki, a nem kívánatos frekvenciákra a füleink erőteljes amplitúdó- és frekvenciafüggő szűrőt tartalmaznak.

Amennyiben valahogy mégis szükséges ezen hangok érzékelése, kellő intenzitás mellett az mégis megtörténik. A mesterséges hangkeltés során is ez a helyzet, így mélyhangú hangszereink valójában tekintélyes hangerőnél érvényesülnek igazán. Megszólaltatva egy orgonát, a hangerő általában nagy vagy igen nagy, hiszen pl. templomban, katedrálisban, hangversenyteremben hangjának jól kell érvényesülnie a nem ritkán több száz, több ezer hívó vagy éppen a fellépő 50...100 tagú kórus éneke, netán egy szimfonikus zenekar játéka mellett is.

Különösen nagy hangenergiákról van szó a legmélyebb tartományban. Ezekre a hangokra a kísérletező kedvű kortárs zeneszerzők roppant fogékonnyak, így modern orgonabemutatókon néha meglepő akusztikai jelenségeknek lehetünk tanúi. Ilyenek pl. a legmélyebb síphangokkal történt kísérletezések során felfedezett, néhány Hz-es frekvenciájú összelebegtetések, a legmélyebb síp hangjánál is mélyebb hangok és effektek különleges, interferenciás keltése stb.

Akár a hagyományos orgonajátékot, akár a modern, kísérleti jellegű megszólaltatásokat vesszük figyelembe, napirendre került a mélytartomány *korlátozás nélküli visszaadása* otthonunkban. Igen ám, de a fül mélyhangokra vonatkozó hallásgörbéjének figyelembe vétele egyúttal azt is jelenti, hogy a legmélyebb hangokat – akár kicsi az átlaghangerő, akár nagy – mindenképpen igen nagy villamos teljesítmény igénybevételével kell a rendszerünkben kezelni.

A hallásgörbe azt mutatja, hogy az éppen meghallott – mondjuk 30 Hz-es – mélyhang már meglehetősen nagy villamos teljesítményhez és fizikai hangnyomásszinthez tartozik. Ehhez képest a fülünk számára „kicsit hangosabb” sem sokkal nagyobb teljesítményt jelent, összevetve mondjuk az 1 kHz körül tapasztalható igen jelentős különbségekkel. Viszont a 20 Hz-es, azonos intenzitású hang visszaadásához, azonos hangélményhez, egyáltalán a meghallásához az előbbi villamos teljesítmény többszöröse szükséges.

A gyakorlatban tehát még viszonylag csendes muzsikáláshoz is meglepő teljesítmények szükségesek, ha a

16...20 Hz körüli hangokat hallható szinten kívánjuk lesugározni.

Azt is mondhatjuk, hogy az emberi fül amplitúdófelbontása a mélyhangú tartományban roppant fogyatékos. Az észlelési küszöb eleve igen magasan, nagy fizikai jelszintnél van, és a fájdalomhatárig viszont már igen kevés diszkrét változást, fokozatot tudunk megkülönböztetni; ellentétben a közepes frekvenciájú (1...2 kHz körüli) hangokkal, ahol roppant széles jeltartományban, nagy amplitúdófelbontással működik érzékelésünk, „finom” a hallásunk.

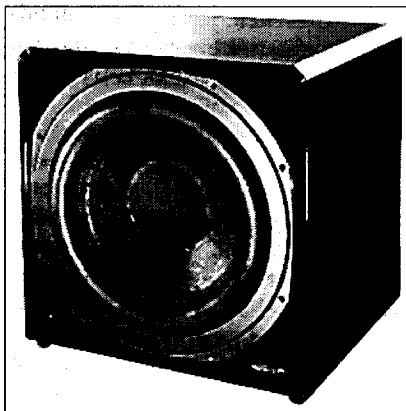
Ha pl. az eredeti, kifogástalan hangképet nyújtó hangrendszerben a hangerőt 1 kHz-re vonatkozóan lecsökkentjük mondjuk 50 dB-lel (lehalkítjuk a dübörgő HIFI-t), a mélyhangokra az emberi fül sajátosságai folytán további csökkenés jön létre, pl. 30 Hz-en ehhez 40 dB többlet járul, azaz összesen 90 dB jelcsökkenés észlelhető.

Ez azt jelenti, hogy hallásunk számára eltűntek a műsor mélyebb hangjai. Az azonos hangkép megtartásához nem lett volna szabad 30 Hz-en is végrehajtani az 50 dB-es szintcsökkentést. 30 Hz-környékén elegendő lett volna csupán 50 dB – 40 dB = 10 dB-lel csökkenteni a jelszintet.

Ez ugyanakkor azt is jelenti, hogy amennyiben az erősítőt úgy hallgatom, hogy annak 1 kHz táján – közepes hangerőnél – az átlagos kimeneti teljesítménye 1...10 W, a 20 Hz körüli mélyhangok megfelelő visszaadásához ennek a teljesítménynek a sokszorosára, átlagosan kb. egy nagyságrenddel nagyobbra van szükségem. Lehet, hogy ezt már az erősítőm nem képes teljesíteni, a hangsugárzó nem képes visszaadni, így áthidaló megoldás szükséges.

Ez a probléma korábban azért nem jelentkezett, mert *nem voltak ilyen mély hangok a műsoranyagokban*, illetve ha mégis, az rendszerint zavarforrásból származott és a rumpliszűrővel, hangszínszabályozóval stb. azonnal kirtottuk. Korábban sem az erősítő, sem a hangsugárzó nem viselte el ezt a tartományt, és ezt az állapotot természetesnek vettük.

Mindez a múlté. Manapság ezzel a mélytartománnyal élnek – nem ritkán visszaélnek – a rendezők, hangmérnökök; a produkció szerves részét képezi, tehát nem dughatjuk a fejünket a homokba. Ezeket a hangokat is le kell sugározni, vissza kell adni, de ehhez



7. ábra. A MicroStar Digital Subwoofer 40 cm-es kockája 1500 W teljesítményszinten szórakoztat minket és szomszédainkat (Energy)

régebbi eszközeink már nem elegendők. Ezért szükséges a szub-basszus láda és nem ritkán a hozzá tartozó, „méretes” külön teljesítményerősítő is. Ha viszont eleve feltételezzük a jelentős átlaghangerőt, pl. egy 100 wattos egyedi teljesítményű erősítőkből kialakított hangrendszert (amely átlagosan legfeljebb 20...30 W körüli teljesítménnyel működik), akkor a szükséges szub-basszus teljesítményre az eddig elmondottak alapján elképesztő teljesítmények adódnak.

A 7. ábrán egy ilyen alapon tervezett ládát láthatunk annak bizonyítására, hogy a mélyhangokhoz ténylegesen nagy teljesítmény igényeltetik. Erdemes a műszaki adatokon elmerengeni, mert azért nem igazán vagyunk még a házi akusztikai erőművekhez hozzászokva, s ha ezt előre tudtuk volna, akkor erősebb betonszerkezettel, vasalással építettük volna meg a házunkat...

Az Energy cég „MicroStar Digital Subwoofer” névre hallgató „falbontó” szerkentyűi két változatban is készülnek. A nagyobbik, 40 cm-es élhosszúságú, szabályos kocka alakú (tehát meglepően kicsi) dobozka alig 1500 W (1,5 kW) teljesítményszinten suttogja el a 80 Hz alatti mélyhangokat, míg 30 cm-es kockába épített kistestvére csupán 1000 W (1 kW) szinten képes ugyanerre. A két „csendes” lakótárs számtalan ravaszsággal javítja a hangképet, az eredő hangminőséget. Így pl. az elülső irányú szub-basszus fázisa 0...180°-ban potenciométerrel eltolható, a keresztvezési frekvencia környezetében netán fellépő, zavaró fázishibák minimalizálhatók. A beépített szűrőá-

ramkör felső törésponti határfrekvenciája 50...100 Hz között állítható. A beépített erősítő tartalmazza a hangszóró (lengő) jellemző amplitúdókarakterisztikáját, így a tárolt görbe és a vezérlőjel összevetéséből kialakítható „jósolt” torzítás ellen belső, alkalmazkodó kompenzálást használnak. Ez ugyan nem a lengő aktív figyelésén alapuló, igazi torzításkompenzálás, de ahhoz eléggé közeli üzemmód. Így a hangszórókonstrukció elbonyolítása (külön figyelőtekerics stb.) nélkül is mód nyílt hatásos torzításcsökkentésre, vagyis a túl nagy vezérlőjel hatására nem jöhet létre lengőfelütközés, durva mechanikai határolódás. Ismerve a lengő mindenkor feltételezett (jósolt) helyzetét, a „Clipping Protection Circuit” elnevezésű áramkörből a lengőbe kényszerített kompenzációs áram akadályozza meg a vágási, felütközési helyzet kialakulását. Az erősítőt intelligens, kapcsolóüzemű hálózati tápegység támoogatja, amely távvezérelhető, igen kis átlagteljesítményeknél – energiatakarékossági megfontolásból – automatizált módon ki is kapcsolható, ki is kapcsolódik.

A hangszórók sem szokványos „jószágok”. A membrán alapanyagát a Dupont által kidolgozott és pl. a szőrfgyártásnál is bevált könnyű, de roppant szívós Kevlar-szövet képezi. A membrán gumipereme termoplasztikus eljárással öntött, erős műgumi, amely hatalmas membránlöketet tesz lehetővé. Az állandómágnes tömege 6 kg, a lengőcséve átmérője 7,63 cm.

## A hangsugárzók kiválasztása

A bevezetőnek is tekinthető indoklás után a következőkben konkrét javaslatokat találunk különféle hangsugárzótípusok megépítésére. Felvetődik a kérdés: hogyan is fogjak hozzá?

A kezdők részére a legegyszerűbb konstrukciók ajánlhatók, amelyek megépítése a legalacsonyabb költséggel és a legkisebb munkával jár. Mindamelltt egy későbbi – mennyiségi és minőségi – továbbfejlesztés során ezek az egyszerű modellek kitűnően felhasználhatók pl. szatellitugárzók céljaira.

Azok számára, akik úgy döntenek, hogy anyagi vagy egyéb megfontolásból csupán egy darab jó minőségű, széles sávú, a korábbiakban elmondottak szerint center-hangforrásnak értelmezhető hangsugárzót építenek meg, ehhez

valamely olcsó, szatellit-hangszórós megoldást választanak (szub-basszus láda nélkül), azok számára igen jó minőségű, megfelelő mélyhangátvitellel rendelkező típusokat is bemutatunk. Ismertetésünkben nem maradhat ki néhány csúcsmínőségű, szélessávú HIFI-hangszugárzó, továbbá – passzív – szub-basszus láda sem. A bemutatott hangszugárzókészlet egyes darabjai alkalmasak HIFI-célokra is, de megfelelő felállításban és bővítésekkel (erősítők, további hangszugárzók) jól szolgálnak egy kitűnő házimozzi-hangrendszer funkciójában is.

Mindamellet – ismerve olvasóink gyakori problémáját – a közölt fizikai méretek az adott konstrukció szerves, meghatározó részét képezik. Számos esetben történtek kísérletek arra, hogy a közölt mérettől eltérő változatokat építsenek olvasóink, s ezzel kapcsolatban sok kérdés is érkezett szerkesztőségünkbe. Egy jól sikerült hangszugárzódoboz fizikai méretei többnyire pontos összhangban vannak az ajánlott vagy konkrétan felhasznált hangszórótípus tulajdonságaival. Amennyiben az adatok valamely hányada megváltozik (más hangszórót használunk, más méreteket alkalmazunk), az így elkészített hangszugárzó akusztikai jellemzői is meg fognak változni. A változás mértéke és jellege valójában nem jósolható meg (legfeljebb kimérhető, meghallgatható), így ilyen esetekben épkezláb tanácsot sem tudunk adni.

A továbbiakban majd példával is szolgálnak arra, hogy egy hangszugárzó méreteinek 1...2 cm-es megváltoztatása – erre érzékeny típusnál – hallatlan sok további változást vonhat maga után, az alkalmazandó hangszóróféleségtől a hangváltóig.

Ne felejtjük el, hogy amennyiben gyári ajánlások alapján dolgozunk, a cégek az ajánlás elkészítéséhez – saját és a vásárlók érdekében – néha igen tetemes előzetes munkát fektettek be, sok esetben olyan korszerű eszközökkel, mérés technikákkal, amelyekhez való hozzáférés csak nagyon kevesek számára adatik meg. Nem is beszélve arról, hogy a mérésekhez szükséges helyszínek (pl. valódi süketszobák) száma, választéka hazánkban az elképzelhető legminimálisabb. A süketszoba a „ház a házban” épített, voltaképp gumiszigetelőknön, rugókon felfüggesztett, akusztikai értelemben teljesen elszigetelt, lebegő helyiség, belső, méretezett hangelnyelő borítással, padlózat

helyett kifestett, járható acélhálóval. A papír tojástartók ezreivel borított, betonpadlójú, normál üzemi helyiség inkább vicc, mint komoly megoldás, és persze hiába hordták teherautószámra az ismert céghez a tojástartókat, az elvárt hatás természetesen elmaradt.

Más probléma is adódhat. Számos esetben fordul elő, hogy korlátozott eszközkészlettel: az éppen beszerezhető hangszórókkal, találmokra kiválasztott, elkészített hangváltókkal, jólrosszul működő gyári vagy saját erősítőberendezéssel valaki – nem kevés munka, áldozat, szenvedés árán – felépít magának egy elektroakusztikai környezetet. Kellő ideig hallgatva a berendezést, annak hangját – nem kevés esetben saját munkája felett érzett sikerélmény okán – megszokja, megkedveli, főleg miután a választékában ez az egyetlen hangforrás szerepel. Ha akusztikai ízlését nem, vagy csak a diszkóban kontrollálja, nem hallgat időnként tisztán akusztikai hangszerekkel előadott, élő zenét, ítéloképessége tartósan eltorzul. A szerző pl. kifejezetten keresi azokat a szituációkat, ahol olyan zenekaroktól, zenészekről juthat zenei élményhez, amelyek produkciójának nem képezi alapvető részét a villamosenergia-ellátás.

A jótékony hatás nem maradhat el, származzék az akusztikai élmény akár egy Duna/Tisza-parti evezős táborútnél rögtönzött, akár pedig a Zeneakadémia, neves karmesterrel és kitűnő zenekarral tartott koncertről. Lehet, hogy egy kis zeneiskola évről koncertje művészi szempontból nem teljesen kifogástalan, hisz néha már az is sikerélménnyel tölti el a csöppnyi kis előadót, hogy a hangszere, furulyája, fuvolája egyáltalán helyesen megszólal, mégis, egy zeneiskolai fúvószenekar – akusztikai értelemben – gyakorta igazabban szól, mint a százezer forintos, csillogó-villogó HIFI. Ez segíti a hallgatót abban, hogy a helyére tegye a dolgokat, és a számtalan csapnivalóan rossz (pl. „kétkezett”, „játéktermes”) hangkeltő eszköz által megviselt ízlését, hallását üdítő, hiteles hangélmény útján regenerálhatja.

### Komplett rendszer

A házimozisrendszer a korábban elmondottak értelmében tehát semmiféle ellentmondásban nincs a HIFI-vel, amennyiben elemei (az erősítők és a hangszugárzók) mindkét célra egyaránt

alkalmasak. Belátható, hogy a HIFI okvetlenül megköveteli – a sztereoerősítő mellett – a két darab igen jó minőségű elülső hangszórópárt (esetleg szub-basszus ládával kiegészítve), a házimozisrendszer pedig további hangszórókat (és megfelelő dekódert, további erősítőket) igényel.

Ha a rendszer egyes elemeit kellő körültekintéssel választjuk ki, építjük meg, mindkét feltétel egyidejűleg teljesíthető. Erre akkor van a legjobb esélyünk, ha készletben ajánlott hangszórókat (kitet) szerzünk be valamely jó hírű cégtől. Miután ez nem éppen olcsó mulatság, a kísérletezésnek talán még soha nem nyílt olyan tág tere, mint a házimozsi hangterének saját kialakítása során. Így komoly esély van arra, hogy meglevő HIFI-készletünket alkalmi vételek során beszerezett különféle hangszugárzókkal kiegészítve jó eredményre juthatunk. Természetesen az elsőrendű szempont az, hogy az alap HIFI-rendszer jó minőségű legyen.

Számtalan cég kínál kit formájában házimozsi-hangszórókészletet. Ezúttal a 8. ábrán és a 9. ábrán az Audax cég kínálatából mutatjuk be az egyik legújabbat. A készlet összeállítása során az volt a cél, hogy a rendszer minőségileg összehangolt, hangszínből, egyéb jellemzőkben kiegyenlített legyen. Ez úgy érhető el, ha a kiválasztott különféle hangszórótípusoknál eleve azonos (pl. kónusz, felfüggesztés, lengő stb.) alapanyagokat és gyakorlatilag azonos gyártástechnológiát használnak, tehát az eszközök egy gyártmánycsoport részei.

A kiválasztott hangszórók jelentősen irányított sugárzási karakterisztikával rendelkeznek, ami nem igazán kívánatos a HIFI-ben. Erre a megoldásra abból a megfontolásból jutottak a cég tervezői, hogy a *Dolby Digital* eljárás mellső jobb és bal csatornája erőteljes irányinformációkat hordoznak. A jobb és bal térhangcsatornák ugyanakkor – elvileg – egymástól teljességgel független további tér- (irány-) információkat hordoznak. Amennyiben az esetleges széles sugárzási szög folytán a környező falakról, padlóról, mennyezetről visszaverődő és késleltetett szennvedett hangok jelentős intenzitásúak lennének, a tervezett (mesterségesen kialakított) térhatást, effekthangteret ez előnytelenül befolyásolná, zavarná, a vizsgálatok szerint pl. csökkenne a szótagérthetőség. Az effekthangtér kialakításában tehát igen nagy szerepe



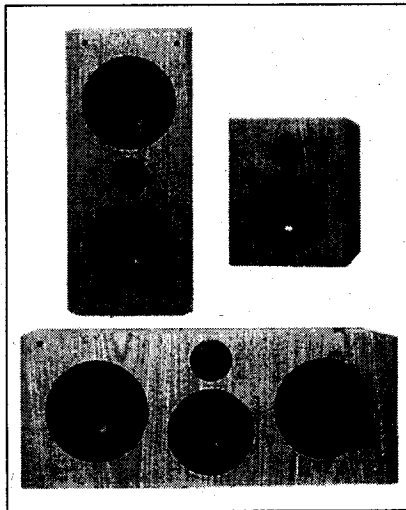
van annak, hogy a diffúz hangtér helyett a rendszer elemei erős irányított-ságúak és a hallgatás helyén főleg a közvetlen, az elsődleges forrásból származó hangok dominálnak. Ez a megkötés nem csupán a hangszugárzókra vonatkozik, hanem – más értelemben ugyan, de – a hallgatóra/nézőre is. Mivel a moziban sem lehet előadás közben tetszésünk szerint össze-vissza jár-kálni, az effektek kialakításánál a házi-mozi nézőközönségéről is ugyanezt feltételezzük. A néző/hallgató itt is lényegében ugyanúgy helyhez kötött, mint a filmszínházban.

Ahhoz, hogy az effekthangtér az eredeti elképzelések szerint jöhessen létre a hallgatás helyén, a tévékészülékhez (képernyőhöz) meglehetősen közel kell elhelyezni az elülső csatorna két hangszugárzóját mind vízszintes, mind függőleges értelemben. Ez némiképp ellentmond a HIFI-sztereo hangtér célszerű, általában nagyobb bázisztávolságot igénylő kialakításának, amely probléma a meghallgatások során valamely kompromisszumos megoldással mérsékelhető. Át kell hidalni azt a ropant zavaró problémát, hogy miközben a szereplő mindössze – és legfeljebb... – a képernyő jobb szélén tartózkodik, hangját – jelentős szögeltéréssel – a helyiség egy távolabbi részéről, a jobb szobasarokból halljuk, mert – a HIFI-szemponctok szerint – netán oda telepítettük a mellő csatorna jobb oldali hangszugárzóját.

Az effektek másrésztől leginkább akkor „jönnek be” számunkra, mint hallgató/néző számára, ha mintegy körülbástyázzuk magunkat a hangszugárzókkal. Minél jobban tágítjuk az elrendezést, annál jobban érvényesülnek a zavaró másodlagos, visszavert hangok a közvetlen hangok rovására és így csökken az effektek hatásossága.

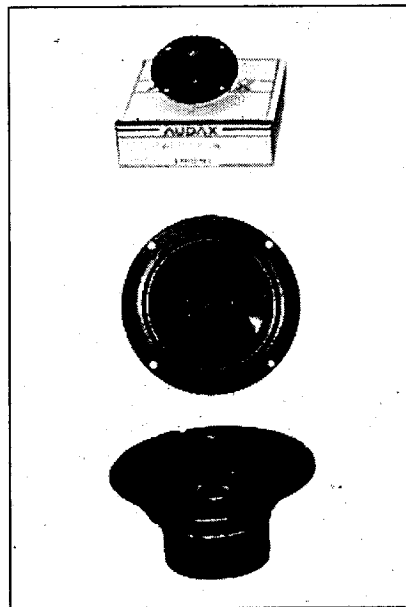
Mindezen megfontolásokat és kialakult körülményeket még az is befolyásolhatja, hogy – a hangmérnöki munkán túl – melyik kódolási eljárást használták a műsor készítői.

Még egy megfontolást kell figyelembe vennünk. A filmkészítés során és a filmszínházak (a beépítendő hangrendszer) kialakításánál eleve azzal számoltak, hogy rövid időre – az effektek alatt – a megengedett, illetve a létrehozandó hangnyomás 105...110 dB körüli lehet. Ez nem csekély érték, viszont ehhez közel hasonlót kell(ene) a házi-mozi hangterében is produkálnunk. Ez mondjuk egy ősfenyves köze-



8. ábra. Az Audax cég ajánlott házi-mozi-hangszugárzó-készlete: az irány-sugárzó (balra), a satelitsugárzó (jobbra) és a centercsatorna sugárzó-ja (lent). A rendszer része még ezen a képen nem ábrázolt szub-basszus lá-da (Audax, gyári kivitel)

pén épült kastélyban nem okozhat nagy gondot, de ha egy városi lakótelepen ketten-hárman házimozizgatnának es-ténként ekkora hangerővel, azt már –



9. ábra. Audax gondosan összehangolt hangszórókészlet a Micro Series gyártmánycsoportból, házimozirendszerek számára: a TM025F1 dóm, az AP130ZO 5,25"-os mély/középsugárzó és az AP170ZO 6,5"-os mélysugárzó (Audax)

többek között – a betonpanel sem sokáig tűrné.

Mindenesetre az ajánlott Audax hangszugárzó/hangszóró készletet, annak csúcsterhelhetőségét úgy tervezték meg, hogy az egységek egy tipikus kialakítású lakószobában rövid időre képesek legyenek 105 dB hangerő létrehozására és az összegzett csúcsteljesítmény eléri a 110 dB-es szintet. Ehhez mintegy 100 W villamos teljesítmény szükséges csatornánként, figyelembe véve, hogy az ajánlott hangszórók 87...88 dB hangnyomást hoznak létre 1 W villamos teljesítmény hatására, 1 m távolságban mérve.

A házimozici-céla ajánlott Audax hangszórókészlet alapvető eleme a Micro Series gyártmánycsoport 16,5 cm (6,5") átmérőjű mély/középsugárzója. Ha ezt kiegészítjük a hozzá ajánlott, lágy szövetalapú „Micro Tweeter” dómmal kialakított magassugárzóval, akkor viszonylag kis méretű rezonáns dobozba építve, kiegyenlített sugárzású és egyszerű felépítésű rendszert kapunk, amely megfelelő formában alkalmas a jobb és a bal iránycsatorna lesugárzására.

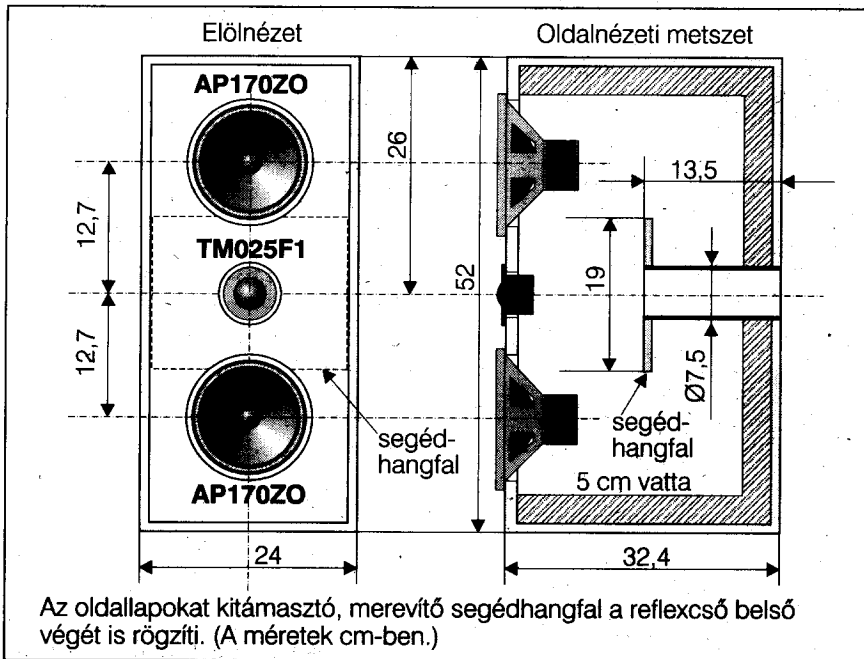
A közép- (center-) csatorna a „lelke” a házimozici-rendszernek. Erre a célra egy közepes teljesítményű, közel a teljes hangfrekvenciás sávban kifogástalanul működő hangszugárzót kell vagy célszerű alkalmaznunk. A szükséges teljesítmény és a csekély torzítás érdekében az ajánlott center-sugárzó kétutas rendszerű, a mélyebb hangokat két darab, a korábban már említett 6,5"-os Woofer, a sáv többi részét egy 5,25"-os (13 cm-es) közép/magassugárzó hangszóró adja vissza, mélyreflex dobozba építve.

A kiegészítő térhang- (surround-, szatellit-) csatornák számára egyszerű, kis méretű, zárt dobozos, kétutas rendszert ajánl az Audax cég, a már említett 6,5"-os mélysugárzóval és a dómmal.

A szub-basszus sugárzó kocka alakú rezonáns doboz, egymással szemben beépített két speciális, hosszú löketű, 12"-os mélynyomóval. Az ajánlott kivitelnél a hangszórók meghajtásáról saját beépített 150 wattos teljesítmény-erősítő gondoskodik.

#### Az iránycsatorna hangszórói

A jobb és a bal (elülső) iránycsatorna 2 hangszugárzója álló kivitelű, kb. 30 literes belső térfogatú speciális rezonáns doboz. A doboz két darab



10. ábra. Az Audax házimozsi-kit baljobb iránycsatornájának hangszugárzója (lásd még a 8. ábra bal oldalán)

AP170ZO típusú, 6,5"-os Audax hangszugárzót tartalmaz, az előlap alsó, ill. felső részére beépítve (10. ábra). A műanyagházas (PC, Polimer Chassis) felépítésű, különleges HD-A technológiával készített membránú mélyszugárzó strapabíró, az effekteket jól tűró felépítésű hangszóró, kifejezetten ajánlott házimozsi-hangszugárzók céljára.

A TM025F1 típusú, textilalapú dómmal szerelt magassugárzó a két mélyszugárzó között helyezkedik el. A dóm erős neodimium mágnessel és a légrésben ferrofluid hűtéssel/csillapítással rendelkezik. Ez utóbbi a légrést kitöltő, igen apró szemcsés, műanyagbevonatú, mágnesezhető fémkéramiapor. Hatására a légrésben nő az erővonal-sűrűség, javul a lengő csillapítása, hűtése és ezáltal a terhelhetősége.

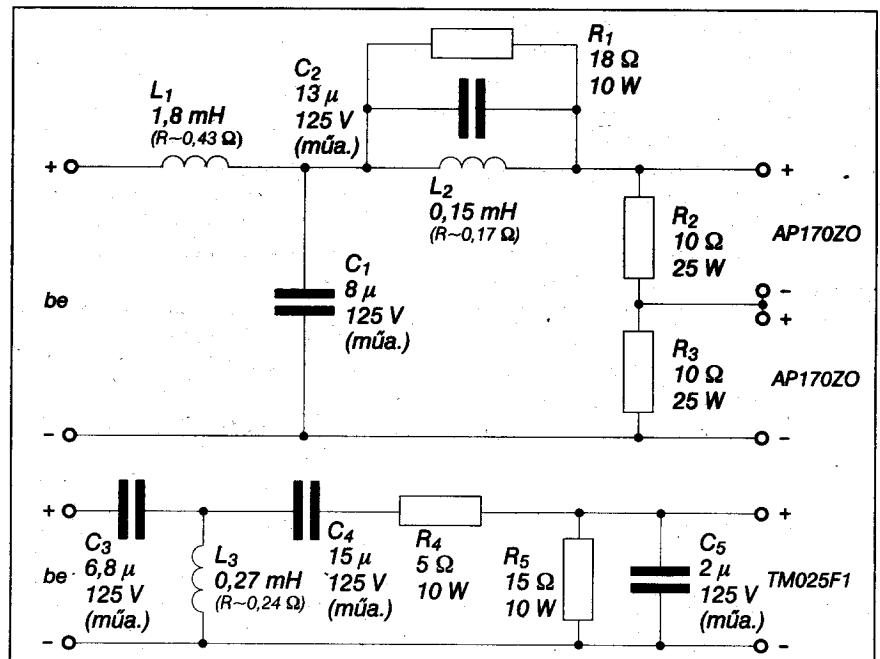
A doboz a jelentős hangteljesítmény folytán legalább 19 mm-es (vagy vastagabb) rétegelt lemezből, bútorlapból, pozdorjalapból készüljön. A legolcsóbb a bevonat nélküli pozdorjalap. Ennek házilagos megmunkálása célszerűen keményfémbetétes szerszámokkal történhet, a gyengébb minőségű acélszerszámot (pl. körfűrész-tárcsát) az anyag néhány vágás után szinte „megeszi”, a tárcsa túlmelegedik, kilágyul, kicsorbul. Számos helyen pontosan készre vágva rendelhetjük meg a szükséges anyagot, ami eredőben ol-

csóbb, mint az eldobott néhány fűrész-tárcsa.

A doboz összeerősítése egyrészt ragasztással, másrészt pozdorjacsavakkal történik. Pozdoja alapanyaghoz kizárólag pozdorjacsavakat használjunk (barkácsboltokban, csavarboltok-

ban és szereltbútort árusító helyeken szerezhető be). A közönséges facsavar kúpos, így becsavaráskor a laza szerkesztetű pozdorjalapot szétfeszíti, nem tart, tehát az anyag tönkremegy. A pozdorjacsavar többféle méretben és hosszban kapható. Jellemzője, hogy ugyan hasonlít a facsavarhoz, de egyrészt majdnem végig menetes, továbbá nem kúpos, a hossza mentén egyforma átmérőjű maggal rendelkezik. Használatához a magméretével azonos átmérőjű furatot kell készítenünk az anyagba. A csavar behajtása kézzel, alkalmas méretű, hatszögletű imbuszkulccsal vagy imbuszbetétes, fordulatszámabályozós, kézi fűrógéppel történhet. A pozdorjalap meglehetősen szívós, így a gyakorlati tapasztalatok alapján – mindenképpen a gépi behajtást ajánljuk.

Csavarozás előtt kenjük be valamilyen ragasztóval az érintkező felületeket. A barkácsboltok hálózatában számos alkalmas ragasztó beszerezhető. Legolcsóbb a vizes alapú, tejfölszerű „Mozaik” ragasztó. Használatánál jó, ha igyekszünk; bekenés, összeillesztés után már ne nagyon mozgassuk a ragasztandó tárgyakat. A ragasztó 10...15 perc után kocsonyásodni, gélesedni kezd; a szilárdság rovására megy, ha a ragasztandó tárgyakat ismételten illesztgetjük, elmozgatjuk egymáson. Roppant nagy előnye, hogy a munka-



11. ábra. Az Audax iránycsatorna-hangszugárzójának javasolt hangváltója



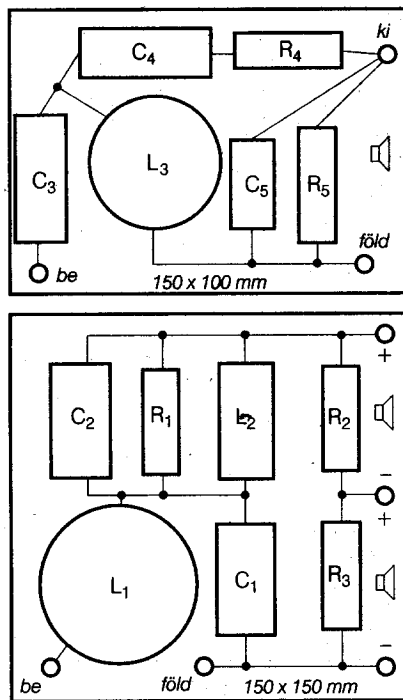
eszközök – és szükség esetén a ragasztott tárgyakon a ragasztó-elcsorgások is – vízzel könnyen tisztíthatók. Ez persze csak akkor igaz, ha a tisztogatásra rövidesen sor kerül. Másnapra ugyanis kőkeményül szilárdul a ragasztó és igen nehéz bármiről eltávolítani. A kötés igen szilárd és hosszú ideig vízálló, gyakorlatilag vízben áztatva sem igen puhul vissza. Bevált anyag.

A műanyagalapú (műgyanta típusú, Epokitt-féle) ragasztók lényegesen drágábbak és kezelésük is kellemetlen. A ragasztó oldószerére, az elillanó lemosó-, hígítószerre sokan allergiások, továbbá a kézre került ragasztó bőrbetegséget is okozhat. Az illetéktelen helyre (pl. kézre, ruhára) került anyag eltávolítása nehéz, néha szinte lehetetlen (csak ecetes ollóval...). A megkötött műgyanta soha többet nem oldható vissza.

A javasolt dobozféleség rezonáns kivitelű. A hátoldalon kialakított reflexnyílásban helyezkedik el az Ø75 mm-es, 133 mm hosszúságú reflexcső. Ilyen méretű pl. a (barna vagy szürke) műanyag esőcsatorna, amely 1–2–3 méteres darabokban nagyobb barkácsáruházakban, építőanyagtelepeken szerezhető be.

A reflexcső belső végére, a doboz belsejében egy – a doboz anyagával egyező vastagságú anyagból készített – kis panel van felerősítve. A panel olyan széles, hogy oldalirányban faltól falig ér, itt ragasztással rögzíthetjük. A panel így egyrészt merevítésként szerepel, csökkenti a két oldalfal esetleges rezgéseit. A panel közepe természetesen a reflexcső számára furatot tartalmaz. A jelzett kialakítás a reflexdobozok egyik kellemetlen tulajdonságát hivatott mérsékelni; nevezetesen jelenlétével a reflexcsőben létrejövő nagy légssebességből következő torzításokat csökkenti, nagy térfogatsebességeknél linearizálja a reflexcső viselkedését. A reflexcső végei viselkedésének további javítása érdekében mind a külső bemeneti nyílásnál, mind pedig a belső kis panelnél a cső végénél alkalmazzunk 5...6 mm sugarú lekerekítést. Ezt ragasztott és már megszilárdult dobozon tudjuk kialakítani, ha más nincs, pl. reszelővel.

A reflexcsővel a rendszer rezonanciapontja 49 Hz-re adódik. A megfelelő csillapítás érdekében a doboz hátfalát, az alsó és a felső oldalait, továbbá egyik oldalát 5...6 cm vastag csillapítóanyaggal vonjuk be. Ez lehet akusztikai célokra árusított lágy műanyaghab lap,



12. ábra. Az iránycsatorna hangváltóját a legegyszerűbb légszereléssel elkészíteni a fenti elrendezésben, két csoportban (magas, mély), majd pedig az alkatrészeket a jelzett méretű szigetelőlapra ragaszthatjuk szilikongumival

ipari vatta, üvegszálás vagy kőgyapot, salakgyapot hang- és hőszigetelő anyag (pl. a Therwoolin stb.)

Az így kialakított kétutas hangsugárzóhoz az Audax cég által ajánlott, számítógéppel optimalizált frekvencia- és impedanciamenetű hangváltó a 11. ábrán és a 12. ábrán látható. Megfigyelhető, hogy a 2650 Hz keresztelési frekvenciájú, – összességében – negyedfokú váltószűrő tartalmazza a rendszer teljesítményillesztéséhez és a korrekciókhoz szükséges RCL-tagokat is. A mély- ill. magashangú rendszer azonos fázisban dolgozik.

A mélyszugárzók másodfokú aluláteresztő szűrőn keresztül kapnak táplálást oly módon, hogy a rezonancián fellépő kellemetlen akusztikai és villamos hatásokat (kiemeléseket) a hangszórókkal soros, csillapított párhuzamos rezonáns LCR-kör mérsékli. Ugyanakkor az áramkör segít elnyomni a mélyszugárzó frekvenciamenetében 3,6 kHz körül tapasztalható kisebb kiemelés is. A két mélyszugárzó a dómhoz való jobb illeszthetőség érdekében soros kapcsolásban dolgozik úgy, hogy

a két hangszóró közötti arányos teljesítményelosztást az  $R_2$ – $R_3$  teljesítményosztó segíti.

A dóm-sugárzó harmadfokú felüláteresztő szűrőn keresztül kap táplálást úgy, hogy az illesztőkör csillapítja a lengőt is a rezonanciapont környezetében.

A mélyszekcióhoz a megfelelő szint- (érzékenység-) illesztést az  $R_4$ – $R_5$  osztó adja.  $C_5$  kondenzátor a dóm magasabb hangoknál érzékelhető kisebb kiemelését mérsékli a maximálisan lapos átviteli karakterisztika elérése céljából. Mindkét csatorna hangszóróit azonos fázisban kell bekötöni.

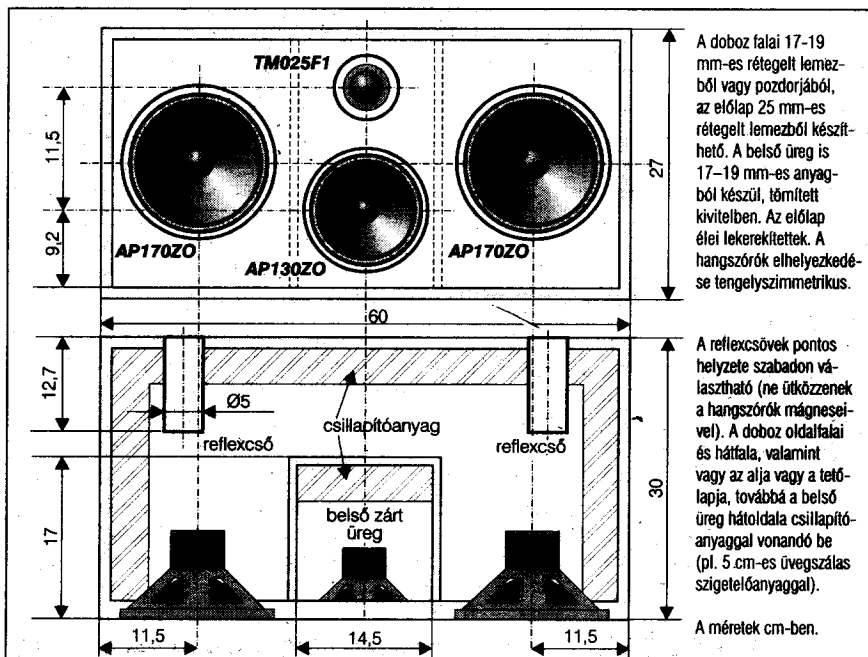
Amint ez a 12. ábrán látható, a hangváltónak teljesen felesleges sok munkával nyomtatott áramkört készíteni, azon a különböző, a változó beszerzési lehetőségek miatt teljesen esetleges méretű alkatrészeket fáradságos munkával elhelyezni, rögzíteni. Sokkal célszerűbb – sávonként bontva – valamely alkalmas szigetelőlapra, már nem használható, csupaszított nyomtatottáramkör-maradéokra stb. bőveséges szilikongumi öntettel felragasztani az alkatrészeket. A szilikongumi jól tűri az esetleges melegedéseket, és megfelelően szigetel, mindamelllett az alkatrészekről utólag leválasztható, némi munkával eltávolítható.

A számítógéppel optimalizált jellemzőkkel tervezett, eredetben 8 Ω-os hangsugárzó –3 dB-es kisfrekvenciás átviteli sávhatára 50 Hz, ezen érték fölött a frekvenciaátvitelle 20 kHz-ig nagy mértékben egyenletes, továbbá a jelzett frekvenciasávban bárhol képes a 105 dB hangerő létrehozására. Névleges érzékenysége 88 dB/2,83 V<sub>eff</sub>/1 m. A két hangsugárzó önmagában, vagy a szubbasszus ládával kiegészítve alkalmas sztereó HIFI-hangtér előállítására is.

### Center-sugárzó

A center-csatorna biztosítja számunkra az elsődleges akusztikai információkat, szerepe meghatározó a házi-mozi-rendszerben. Ugyanakkor monó műsorok esetében – amennyiben nem veszünk igénybe valamiféle fázismanipulált jelet – feladata lehet a monó jel lesugárzása.

Az ajánlott – háromutas – centersugárzó-konstrukció voltaképp egy 30 literes, összetett doboz. A két hangszórót tartalmazó, rezonáns (bass-reflex) doboz tartalmaz egy akusztikailag leválasztott, kisebb, 6 literes, zárt belső-



13. ábra. Az Audax házimozi-kit háromutas centersugárzójának felépítése (lásd még a 8. ábra alsó részén)

hogy ne legyenek a két hangszóró tengelyében (el sem férnének), de ne legyenek az oldallapokhoz, az alap és tetőlapoz sem túl közel!

A mélyszekció csillapításáról a nagyobb üregbe helyezett csillapítóanyaggal kell gondoskodnunk. A teljes belső felületet nem szükséges beborítani, elegendő csupán a hátfalat, az alsó és felső lapot, valamint az egyik oldal-falat.

A rendszer – csupán látszólag egyszerű – szűrőkonstrukciójának tervezése szintén számítógépes módszerekkel történt.

A mélyszekciót 400 Hz-es, másodfokú aluláteresztő szűrőn keresztül tápláljuk.

Mivel a szűrő elkészítése a nagy induktivitásérték miatt nehézséget okozhat (tetemes mennyiségű, mintegy 2...4 kilogrammnyi, drága huzal szükséges a légmagos tekercshez), szükség esetén alkalmazhatunk ferrit- vagy szilíciumvas-alapú (lehetőleg légréses) induktivitást is (14. ábra és 15. ábra).

(szub-) dobozt, amelyben a közép- és a magassugárzó foglal helyet.

A konstrukciót úgy alakították ki, hogy ez kevés asztalosmunkával, nagyon egyszerűen legyen megvalósítható (13. ábra).

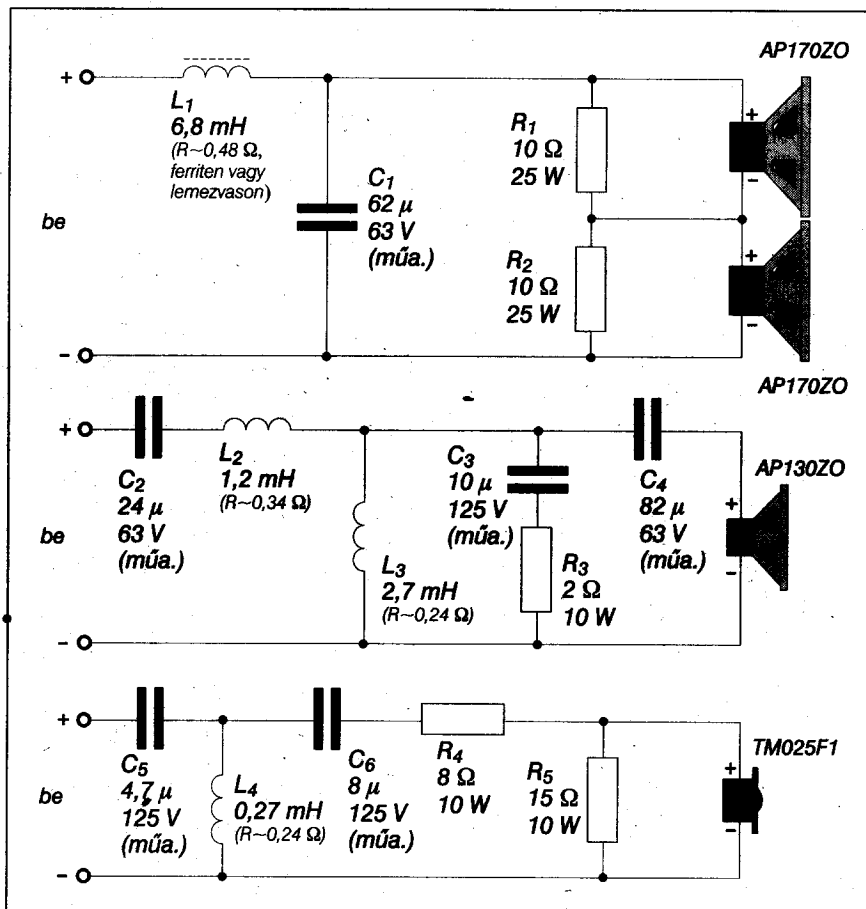
A fekvő elrendezésű doboz előlapjának jobb és bal oldalán foglal helyet a már említett két AP170ZO típusú, 6,5"-os mélyszugárzó. A középvonalban kialakított kisebb belső dobozba van beépítve felül a korábban már ismerttetett TM025F1 típusú dóm, továbbá alul az Audax gyártmányú, AP130ZO típusú 5,25"-os (13 cm-es) HD-A membrános mély/középsugárzó.

A kis doboz teljesen zárt kivitelben építendő meg. Az üreg és a mély/középsugárzó kellő csillapításáról a belső hátlapra erősített 5...6 cm vastag vattával, ásványgyapottal stb. kell gondoskodnunk.

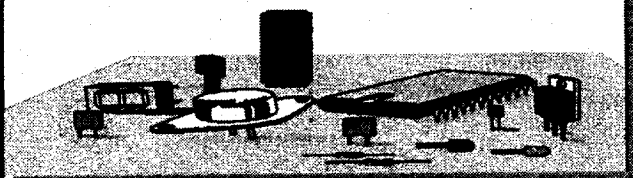
A mélyszugárzó mélyreflex dobozának hangolásáról a hátlap felől beépített két reflexcsővel kell gondoskodnunk, amelyek 125 mm hosszú, Ø50...55 mm méretűek.

Ezek kereskedelmi PVC csőből alakíthatók ki (pl. szerelvényszakületekből, PVC lefolyócső, 2 m-es darabokban).

A reflexcsővek beépítési helye nem kritikus; úgy kell azokat elhelyezni,



14. ábra. A centersatorna hangsugárzójának javasolt hangváltója



# LOMEX

ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZ KERESKEDELEM

Nyitva: hétköznap 9-17-ig  
**CÍMÜNK:**  
 ... 1134 Budapest, Lehel út 17.

**Nagykereskedés - Tel: 349-59-06**  
**Szaküzlet - Tel: 320-26-10**  
**Fax: 320-32-92**

Honlap: <http://www.LOMEX.hu>  
 email: [info@LOMEX.hu](mailto:info@LOMEX.hu)

**Az** elektronikai alkatrészforgalmazás tekintetében évtizedes múltra visszatekintő cég, igényes színvonalú körülmények között folytatja kis és nagykereskedelmi tevékenységét. Az amatőr, a fejlesztő, a gyártó, a forgalmazó egyaránt partnerre talál a LOMEX Kft. szakmailag jól felkészült csapatában.

Szakembereink komoly gyártói háttér tudatában, nagy volumenű raktári kapacitással állnak mindkét üzletágban az Önök rendelkezésére.

**AVX KYOCERA**

**TOSHIBA**

**PRECI-DIP**

**TEMIC**

**MOTOROLA**

**Arcoelectric**  
 SWITCHES PLG

**FUJITSU**

**LG Semicon**

**WIMA**

**THOMSON**

**TEXAS INSTRUMENTS**

**National Semiconductor**

**Kingbright®**

**Advanced Micro Devices**

**ZILCO**

**GÜNTHER**

**HARRIS SEMICONDUCTOR**

**TESLA**

**BOURNS**

## Satelex® CATV & SAT műszerek

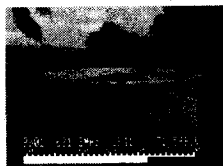
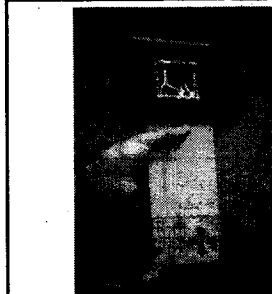
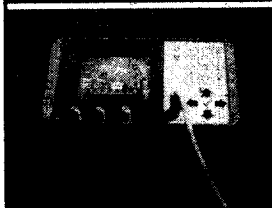
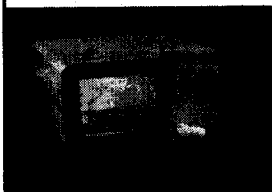
új cím: 1028 Bp., Máriaremetei út 111.  
 félfogadás: hétfő, csütörtök 10-15h  
 új telefon: 376-5093

Készülékeinket a mobilitás és könnyű kezelhetőség jellemzi. Alapkiépítésben egyik készülék sem nehezebb 3 kg-nál. A már jól bevált LX30-as szoftver mindegyik készülékhez ugyanazt a magyar nyelvű kezelői felületet és szolgáltatásválasztékot biztosítja.

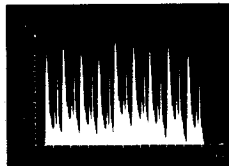
Új fejlesztés az LX38-as színes LCD-s műszer, mely külső monitorhoz és számítógéphez is csatlakoztatható. LX36-os kéziműszerünkhöz is LCD monitor illesztését javasoljuk, amely együtt egy gazdaságos műszermegoldást jelent. A hagyományos képsöves megjelenítést kedvelőknek LX32-es készülékünket, illetve LX36-os kéziműszerünket képsöves monitorral ajánljuk.

	LX32	LX36	LX38
Frekvencia CATV (MHz)	47-860	40- 300 470-860	47-860
SAT *(MHz)	950-2050	950-2050	950-2050
Mérési sáv	10-130 dB	10-100 dB	10-130 dB
Pontosság **	1.8 dB	2.8 dB	1.8 dB
Monitor	5.5 " f/f	4" LCD * színes	4" LCD színes
Akku *	12V / 5Ah	külső	12V / 5Ah
Táp *	12V / 3,3A	12V / 1A	12V / 3,3A
Tömeg ***	3 kg	0,7 kg	1,6 kg
Méret (cm)	25x12x31	19x5x9	21x12x16
Ár (nettó)	250.000 Ft	98.000 Ft	280.000 Ft

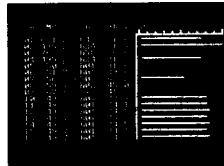
- \* A közölt árban az egység nem szerepel
- \*\* A specifikációban közölt feltételek esetén
- \*\*\* Alapkiépítés szerinti súly és-méret



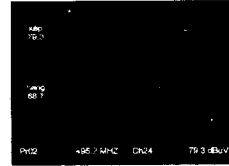
mérővevő üzemmód



spektrum üzemmód

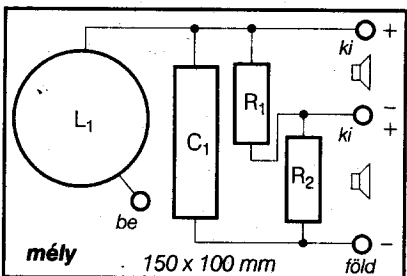
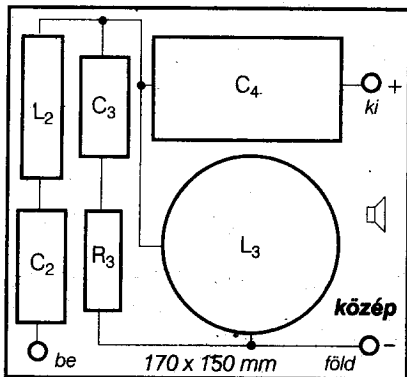
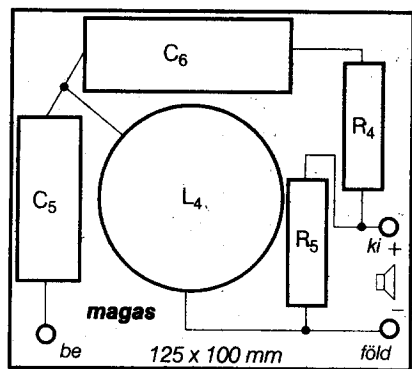


lista üzemmód



kép-hang viszony

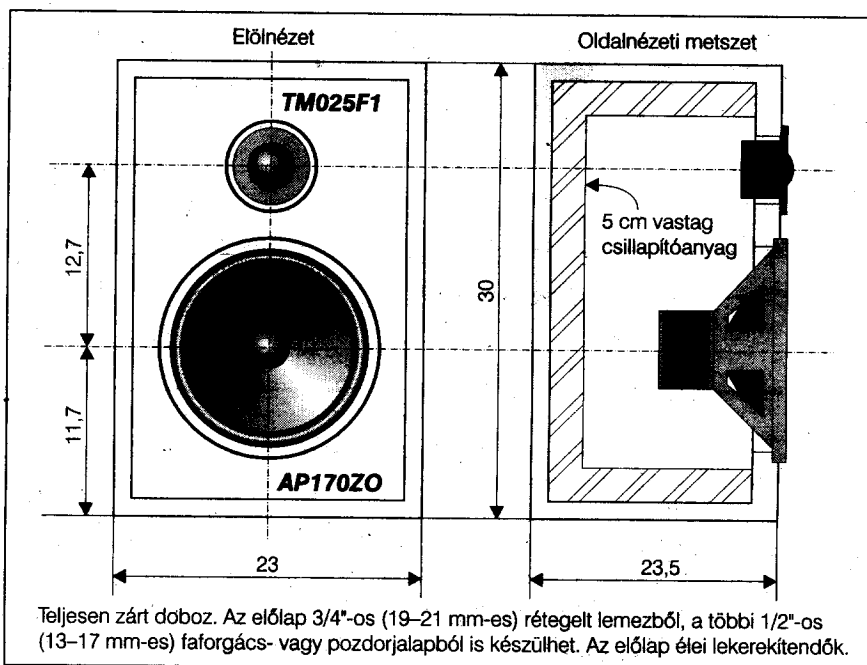
**Új cím: Bp. II., Máriaremetei út 111. Tel: 376-5093**



15. ábra. A centerszatorna hangváltóját a legegyszerűbben három külön panelon alakíthatjuk ki

A közép/magas szekció egy másodfokú és egy harmadfokú szűrő kombinációja. A mély/középsugárzót az  $L_2$ - $C_3$  és  $R_3$  tagokból álló, 400 Hz-es felüláteresztő szűrőt képező áramkör választja le a mélyhangszórókról. Az  $R_3$  ellenállás csillapítja a mély/középsugárzót, de hatása a másodfokú karakterisztika meredekségének beállításában is jelentős.  $C_2$ - $L_3$ - $C_4$  harmadfokú szűrőt alkotnak. A szűrő villamos karakterisztikája, valamint a középsugárzó saját villamos/akusztikai átviteli karakterisztikája eredőben 3,5 kHz-es, negyedfokú aluláteresztő szűrőt alkot.

A magas-szekciót képviselő dóm-sugárzó szintén harmadfokú felüláteresztő szűrőn keresztül kap táplálást. A szűrő és a dóm frekvenciamenetének összesítéséből a 3,5 kHz-es törésponti



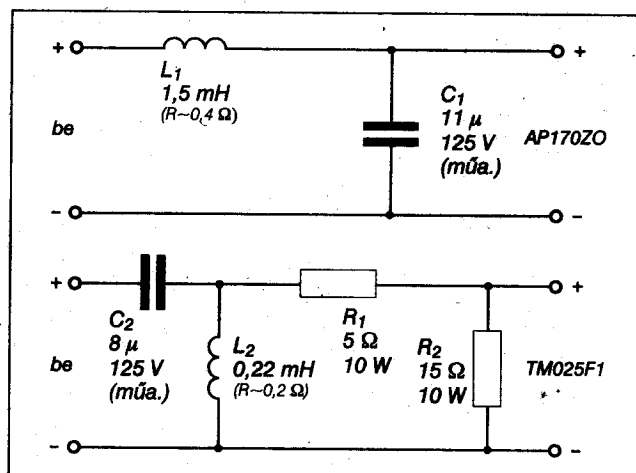
16. ábra. A surround-csatorna (szatellit-) hangszugárzójának felépítése (lásd még a 8. ábra jobb oldalán). Méretek cm-ben

frekvenciánál negyedfokú szűrő karakterisztika adódik, ami kellő meredekséget jelen ahhoz, hogy a mélyebb hangok ne hozzanak létre zavaró vezérlést a mélyhangokat rosszul tűrő dómsugárzó számára. A számítógépes tervezés során határozták meg a hangszórók fázishelyzetét is, tekintettel a bonyolult, másod-, harmad- és negyedfokú elemekből álló szűrőkonstrukcióra. A dóm és a mély/középsugárzó azonos fázisban kötendő be, ehhez képest pedig ellentétes polaritással a mélyszekció. A centersugárzó -3 dB-es pontja 50 Hz-nél van, sáv szélessége 20 kHz-ig terjed. A háromutas rendszert követ-

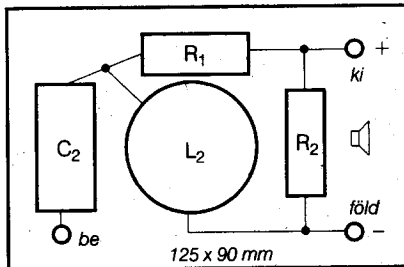
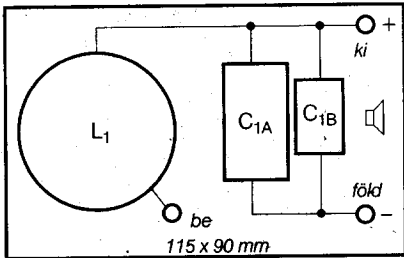
kezében csekély Doppler-torzítással rendelkezik, így a házimozsi-rendszertől eltekintve is széles körben alkalmazható, nagy teljesítményű, jó minőségű hangszugárzó. Érzékenysége 87,5 dB/2,83  $V_{eff}/1$  m, egyébként pedig 105 dB-es hangerő létrehozására a teljes frekvenciasávban képes. Eredő impedanciája 7,5  $\Omega$  körüli, ennek minimuma kb. 4,5 kHz-nél van, ahol kb. 5  $\Omega$  impedanciát képvisel.

### Surround-csatorna

A monó vagy sztereó műsorhoz képest új, térhang-információt az oldal-



17. ábra. A surround-csatorna kétutas hangváltója



18. ábra. A surround-csatorna hangváltójának elrendezése két panelon, ragasztott kivitelben

só/hátsó elhelyezésű két hangszugárzó szolgáltatja. Ezek a kódolástól és a dekódertől függően többféle típusú, sávzélességű villamos jelet kaphatnak, de az mindenképpen elmondható, hogy szerepük másodlagos, kiegészítő jellegű. Így a kínált kereskedelmi hangszóró-kombinációkban arra láthatunk példákat, hogy a surround-csatorna rendszerint olcsóbb, kisebb teljesítményű és képességű eszköz a házimozsi-készlet többi darabjához képest.

Esetünkben ez abban nyilvánul meg, hogy egy kis zárt dobozról van szó, 16...17 literes térfogattal, egyszerű hangszórókészlettel és hangváltóval. Jelen esetben is az eddigi 6,5"-os mélyszugárzót (de ebből csak egyet) és a dómot alkalmazzuk. A doboz felépítése roppant egyszerű, az előlap 19...23 mm-es pozdorjából, az oldalfalak 1/2-es, 3/4-es fenyő fűrészáruból, 13...17 mm-es rétegelt lemezből, pozdorjából készülhetnek. A vékony anyag ellenére törekedni kell a merev felépítésre, alkalmazhatunk belső kitámasztásokat is. A belső falakat 5...6 cm vastag csillapítóanyaggal kell borítani (16. ábra).

A másodfokú, 3 kHz-es, légmagos tekercsekkel felépített váltószűrő semmi érdekességet vagy újdonságot nem jelent számunkra (17. ábra és 18. ábra). Az így előállt hangszugárzó érzékenysége 88 dB/2,83 V<sub>eff</sub>/1 m.

A sávzélesség 85 Hz...20 kHz, de az előbbi dobozokhoz képest csak fél teljesítményre terhelhető. A gyakorlatban ugyanis az oldalsó, a térhang-infor-

mációt lesugárzó csatornában nincs igazán igény sem a teljes sávzélességre, sem a nagy teljesítményre.

### Szub-basszus láda

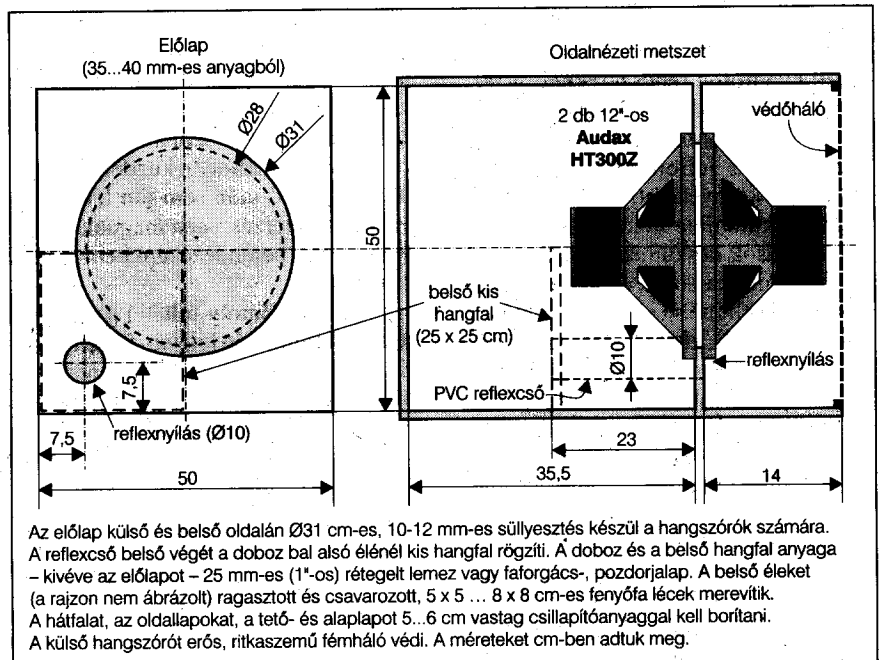
Ez az eszköz a legmélyebb, főképp effekthangok lesugárzására szolgál, így a házimozsi hangosító rendszerének elengedhetetlen részét képezi. Mivel tekintélyes hangerő előállításáról van szó, gyakori, hogy a láda meghajtását külön erősítő végzi. Az ember számára a legmélyebb hangok irányérzékelése roppant fogyatékos, így többnyire jó megoldást jelent az, ha a kettő vagy többcsatornás hang összegjeléből egyszerűen frekvenciakorlátozással, aluláteresztő szűrővel készítjük elő a vezérlőjelet a szub-basszus láda számára. Ahol a többi hangszugárzó képességei gyakorlatilag kimerülnek, ez a rendszer ott lép működésbe, de lényegében egycsatornás, monó vezérlőjellel alakított hanganyaggal. Ennek konkrét kivitele függ egyrészt a saját adottságoktól, másrészt tervezői fantázia kérdése. Ha gyári erősítőrendszerünk van, s így nincs mód valamely közbelső (kisszintű) jel kivezetésére, kényszerűségből a teljesítményerősítő kimenetéről is elvezethetjük a szub-basszus erősítő számára a vezérlőjelet, noha ez az ideális megoldástól nagyon messze áll.

Az Audax cég ajánlott, házi kivitelezésre szánt szub-basszus ládája két darab HT300Z típusú, hosszú látketű 12"-os hangszórót tartalmaz egy masszív felépítésű, 80 literes nettó térfogatú, szabályos kocka alakú mélyreflexdobozban. A beépített reflexcsővel a rendszer átvitelét 30 Hz-ig sikerült kiterjeszteni. Amennyiben a ládát fal mellé vagy a sarokban sikerült elhelyezni, az átvitel 25 Hz alá terjeszthető ki.

Az Audax cég 150 wattos teljesítményerősítőt ajánl a beépített két hangszóróhoz, bemeneti, 40...200 Hz között beállítható törésponti frekvenciájú aktív szűrővel. A szűrőáramkör egyúttal összegzi a bal és a jobb csatorna jelét is.

A doboz legalább 25 mm-es anyagból készüljön. A belső éleket becsavarozott, ragasztott, zömök, 4 x 4 - 5 x 5 cm-es keresztmetszetű - lehetőleg keményfa - lécekkel kell megerősíteni.

A tulajdonképpeni előlap 140 mm-re van besüllyesztve a külső síkhoz képest, hogy a kívül elhelyezett hangszóró ne lógjon ki a dobozból. Ez az előlap masszív, 3,5...4 cm vastag anyagból készüljön, pl. rétegelt lemezből, a hangszórók számára kivágással és mindkét oldalán egy-egy süllyesztéssel a membránperemek számára. Ha ilyen anyagot nem tudunk beszerezni, akkor 2...3 réteg vékonyabból is össze-



19. ábra. Az Audax házimozsi-kit szub-basszus hangszugárzójának felépítése. Külön erősítővel, külön szűrőáramkörrel készítenendő

ragaszthatjuk azt. Ekkor a süllyesztés faipari maratása is megkerülhető, ha a hangszórónyílást előre vágjuk ki, de rétegenként alkalmas átmérővel. A két hangszórót egymáshoz is és az előlap-hoz átmenő csavarokkal tudjuk összerakni. Az előlap mögött, a doboz belsejében feltétlenül alkalmazunk rögzített (beragasztott, csavarozott) fatuskókat, amelyekhez majd az előlapot fa vagy fémcsavarokkal hozzáerősíthetjük (19. ábra).

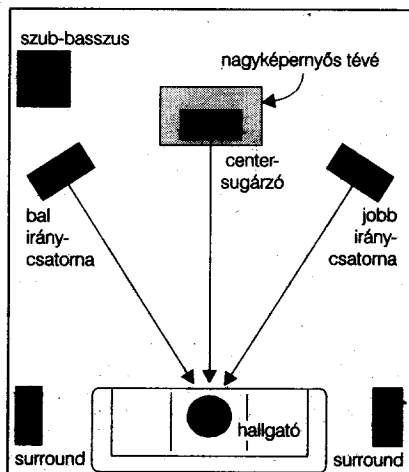
Az előlap tartalmazza a reflexnyílást is a reflexcsővel. Ez utóbbit szintén PVC anyagú lefolyócsőből szabhatjuk ki, csak ezúttal az Ø100-as méretűből kell egy 195 mm-es darabot beépítenünk. A reflexcső belső végének rögzítését egy 180 × 180 mm-es segédpanellel kell megoldanunk, amelyet a doboz aljához, ill. a bal oldalához ragasztunk. A reflexcsőnek mind a belső, mind a külső végződését kb. 6-8 mm-es sugárral le kell kerekítenünk. Ez nyilván a ragasztó megkötése után lehetséges, egyéb szerszám hiányában reszelővel.

A láda belső felületeit be kell borítanunk 50...60 mm vastag csillapítóanyaggal (üveggypapptal, ipari vattával stb.).

### Installálás, rendszerbeállítás

A házimozsi-rendszer alapelemeit képező hangszugárzókat elkészítve felvetődik a kérdés, hogyan is használjuk azokat. Itt is az a probléma, mint a kihalt kvadrofon rendszereknél. A tervezők, akusztikusok, hangmérnökök elképzelték egy meghatározott, némi-képpen laza jellemzőkkel leírható akusztikai környezetet, majd erre a környezetre különféle elgondolások mellett alkotások készültek, készülnek. A felvételi munka során és annak utólagos visszahallgatása alkalmával ilyen s olyan kódolást, dekódolást alkalmaztak, illetve a felhasználó, a műsorral megcélzott fogyasztó rendelkezésére ez vagy az a készülék, dekóder állt. Ezek után várjuk az eredményt.

Ha abból indulunk ki, hogy ez egyfajta – kegyes, elfogadott, netán sok-sok pénz kifizetése után jogosan elvárt – család, akkor nincs semmi baj. Senkit sem zavar, ha ugyan nem igaz semmi, de a trükkök, effektek eléggé jól működnek, a hallgató/néző jogosan elvárt akusztikai becsapása, átéjtése megtörténik. Ekkor mindenki elégedett, noha mindannyian tudjuk, hogy a rendszer



20. ábra. A házimozsi-rendszer javított telepítése egy szokásos formájú lakószobában. Ez valamelyest eltér a HIFI szokásos elrendezésétől

miként működik és valójában nem is szállt le a helikopter, az űrhajó itt a nappali szobában és a „fázisfegyverrel” sem lőtték szét a komódot a tanti porcelánjaival, de azért mégis azt hitük, az volt a benyomásunk.

Azt, hogy a rendszer miként képezi le azt a valós vagy képzeletbeli teret, ahol a cselekmény zajlik, nem igazán lehet definiálni, különösen nem egykönnyen mérni. Ugyan ki próbálna meg komoly kifogást emelni a Mars bolygó felszínén zajló cselekmény sztereó élményének hiányosságaival kapcsolatban? Az viszont könnyen lehetséges, hogy az egyik elkészített vagy vásárolt rendszeren „így”, a másikon pedig „úgy” szól az effekt.

Ha viszont minden küzdelem, beállítási variáció után sem jön létre a kívánt jelenlétérzés, saját magunk becsapása, akkor berendezésünkben valahol hiba van.

Az első komoly feltétel az, hogy a rendszer homogén legyen. Ez azt jelenti, hogy elemei a lehető legnagyobb mértékben hasonlítsanak egymáshoz. Ez általában a hangszórók kiválasztásán szokott múlni. Ha tudomásul vesszük azt, hogy minden hangszóró, hangszugárzó valamely mértékben elszínezi a hangot, akkor az engedelmekkel csak addig mehetünk el, hogy nem teszünk kivételt.

Nem válik be az olyan összeállítás, amelynek elemeit taláломra, egymástól teljesen függetlenül választjuk ki. Ennek bizonyításához elegendő egy pár perces meghallgatási teszt.

Póbáljuk ki, milyen térhatást, hangképet kapunk, ha meglevő sztereó rendszerünkhöz további két hangszugárzót csatlakoztatunk, párhuzamosan kövte azokat az eredetiekkel. Helyezzük el az újakat az eredeti darabokkal szemben, mintegy a hátunk mögé, valamiféle hamis kvadrofon felállást imitálva. Hallgassuk meg kedvenc zenei anyagainkat ebben a felállásban. Azt fogjuk tapasztalni, hogy minél jobb minőségű az eredeti berendezésünk és minél igényesebb a hallgatott zenei anyag, az eredetileg jól beállított berendezés sztereó képe annál jobban szerteendő, szétesik a térben, de úgy, hogy pillanatról pillanatra változik minden, a térérzékelés helyett egy zavaros, kavargó háromdimenziós hangmasszában találjuk magunkat.

Még teljesen azonos négy hangszugárzó esetén is számíthatunk a sztereó térélmény kedvezőtlen megváltozására, hát még akkor, ha az egyes hangszugárzók, párok minőségi kategóriája, karaktere jelentősen eltér egymástól. Ebben az esetben a kódolt/dekódolt házimozsi-effektek sem jönnek be, hiszen azok is különféle frekvencia- és fázis-manipulációkra épülnek. Egy biztos: gyöngye, szedett-vedett hangszóróparkal nagy lesz a házimozsi-ricsaj, de az nem lesz élményszerű, biztosan elmarad a jelenlétérzés. Kár volt az elfogyasztott villamosenergiaért.

Ez persze esetenként azt is jelenti, hogy a jó eredmény érdekében egyre mélyebben kell a zsebünkbe nyúlunk, célszerűen kiválasztott és összehangolt hangszóró-, hangszugárzó-összeállítást kell vásárolnunk, építenünk. S ekkor még nem beszéltünk a szükséges erősítőkről és dekóderekről, amelyekből az utóbbiak pillanatnyilag kizárólag berendezéssel (erősítővel, tunerrel, médialejátszóval) együtt vásárolhatók.

Ha túl vagyunk a beszerzés, építés nehézségein, a következő probléma a rendszer installálása, felállítása. Az eltervezett effektekhez – jól, rosszul – le kell képeznünk az elképzelt lehallgatási teret is.

A házimozsi-rendszer felállítása némiképp más megfontolásokat igényel, mint a HIFI-sztereó rendszeré. Abból kell kiindulnunk, hogy a műsor erőszakosan manipulált és nekünk hagyunk kell ezen erőszak érvényesülését, elmentésben a HIFI-vel, ahol a zene, a szép hangzás érvényesülése volt a fő cél. Így némileg szokatlan szempont, hogy feltétlen elsődlegességet kell biztosítani

tanunk a közvetlen információnak és a visszavert jelek arányát a lehető legcsekélyebbre kell szorítanunk, továbbá a lehetőségek szerint meg kell gátolnunk a kisfrekvenciás állóhullámok, hullámos frekvenciamenet létrejöttét. Ez egy normál lakószoba átrendezésével járhat együtt (20. ábra), ugyanis egy ökölszabály szerint akkor járunk el helyesen, ha a berendezésünket jelentősen eltávolítjuk a szoba falaitól. Ezen szabály szerint ez a távolság – legalább – a rövidebbik szobafal méretének az egyharmada körüli távolság. Noha ez a lehető legkevésbé praktikusnak tűnő elrendezés, viszont bevált. Sajnálatos, hogy egyúttal azt is jelenti, hogy a házimozsi ellepi a lakóteret.

A néző/hallgató akkor ül jó pozícióban, ha a berendezéssel szemben a másik szobafalhoz közelebb, de mégis attól jelentős távolságra, legalább 0,8...1 méterre helyezkedik el.

Az elülső hangsugárzók (jobb és bal iránycsatorna, továbbá a centercsatorna hangsugárzó) bármelyikének is legalább ekkora távolságban kell lennie az oldalfalaktól és elhelyezésük ugyanekkor egy olyan körív mentén történhet, amelynek középpontjában a néző/hallgató helyezkedik el.

Mindegyik elülső hangszórónak ezen középpont felé kell irányulnia, azonos távolságban elhelyezve a nézőtől/hallgatótól.

A másodlagos térhang-információkat, effekteket sugárzó szatellit elhelyezése meghallgatások útján kísérletezhető ki, de alapvetően a néző jobb és bal oldalán kell azokat elhelyezni úgy, hogy szintén a képzeletbeli kör középpontja felé tekintsenek. Elhelyezhetők ettől a pozíciótól kissé előbbre és kissé hátrább is, azt a meghallgatások után lehet vélegesíteni.

A szatellit- (surround-) hangsugárzók elhelyezése attól is függ, milyen kódolású műsort nézünk, hallgatunk. A Dolby Digital kódolású műsor esetén bevált az az elrendezés, amikor a hangsugárzók egyvonalban vannak a nézővel/hallgatóval és mintegy rá irányulnak.

A Dolby Pro Logic kódolás esetén több kísérletet is kell végezni a helyes pozíció megtalálása érdekében. A kísérletezés odáig terjedhet, hogy a hangsugárzókat elforgatjuk a függőleges tengelyük körül, akár szembefordítva azokat a fallal. Meg kell keresni azt az irányszöveget, ahol az effektek a leghatásosabbak. Ugyanígy kísérletezni lehet

illetve kell a hangszórók előre-hátra történő mozgásával.

A szub-basszus láda legjobb helyen valamely sarokban van. Ekkor a sarokhatás segíti a mélyhangok visszaadását a legelső tartományban. Ha ezzel a helyzettel a helyiség valamely jellemző sajátfrekvenciáját netán eltaláltuk volna, és itt az egész helyiség szinte bőmbölné, csúsztassuk el a sarokhelyzetből oldalra a ládát néhány tizedméterrel, amíg a hatás mérséklődik.

Végképp akkor kerülünk bajba, ha lakószobánk adottságai megnehezítik a megfelelő hangtér kialakítását. Ez a szabálytalan alakú szobák esete, ahol csak hosszas kísérletezéssel tudjuk elérni, hogy a sztereó műsor, vagy a házimozsi hangja kielégítő hangélményt nyújtson. Különösen ez utóbbi kialakítása járhat roppant sok átrendezéssel. Az egyik legtipikusabb szabálytalan szobaalak az L-alakú lakóter. Ennek házimozsi alakításához nyújt némi segítséget a 21. ábra.

### A zárt dobozokról

Ákár HIFI-hangrendszert, akár pedig házimozsi-surround rendszert készülnék építeni, mindig felvetődik a kérdés: milyen hangsugárzókkal, milyen dobozkonstrukciókkal érhetek a legolcsóbban és a legkönnyebben célhoz.

Amennyiben komplett hangszórókészletet vásárolunk, remélhetőleg minőségi szempontból összehangolt egységekből indulhatunk ki. Nehezebb a dolgunk, ha találmokra, megérzések, katalógusadatok alapján válogatjuk össze hangszóróinkat. Az ilyen egységek hatásfoka, teljesítményszintjei és egyéb adatai jelentősen eltérhetnek egymás-

tól, így ez a munkát, a kísérletezést alaposan megnehezíti.

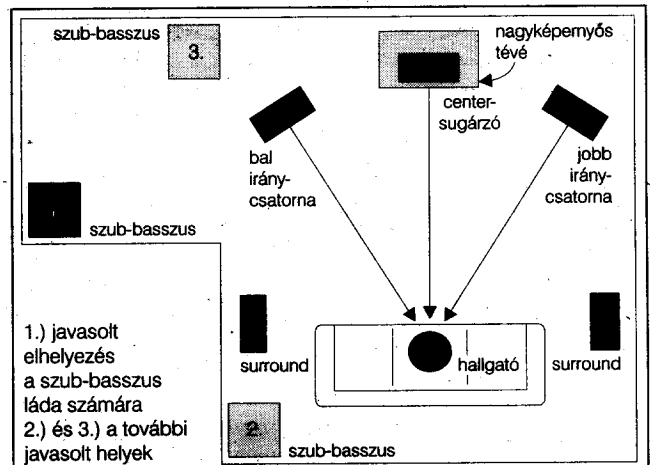
A doboz kiválasztása hasonlóképpen bonyolult dolog. A legkevesebb gonddal jár a zárt doboz felhasználása, ugyanis alkalmazásának gyakorlatilag nincs buktatója, csupán a végső eredmény maradhat el a várakozásoktól. De ez már nem igazán a mi munkánktól függ, ez a zárt doboz sajátossága.

Zárt dobozt általában valamely kényyszerűség folytán épít valaki, pl. adott – szűk – méret áll rendelkezésre a lakóterben. Amennyiben a zárt doboz oldalárányai nem jelentősen térnek el az 1 :  $\sqrt{2}$  : 2 aránytól, hangtechnikailag is az optimálishoz közeli kivitelűt áll módunkban készíteni. A javasolthoz képest lényegesen eltérő, pl. nagyon lapos vagy csőszzerűen hosszú dobozok esetén fokozottan áll fenn az egy csomóban jelentkező, erős állóhullámok kialakulása, ami roppant módon elszínezi a hangot és nagyon nehéz kiküszöbölni. A zárt dobozok készítése tehát elsősorban a kezdők számára javasolható és alkalmas hangszóró kombinációkkal történő kísérletezésekre.

### Mélyreflex doboz

Számos esetben vetődik fel a probléma, hogy a rendelkezésre álló – általában nagyon csekély – helyen, az adott szűkös lakóterfogaton belül, adott költségkeret mellett a lehető legjobb minőségű, a mélyhangoknál is tekintélyes hangerő előállítására alkalmas hangsugárzót kell(ene) építeni. Ezeknek a felteteleknek legjobban megfelelő bass-reflex (mélyreflex, rezonáns) doboz azonban „sötét ló”, és amint arról a *Rádiótechnika* hasábjain már többször is volt szó, számos figyelembe veendő

21. ábra. Nagyon nehéz a szabálytalan alakú lakóterekben a házimozsi-összeállítás elhelyezése

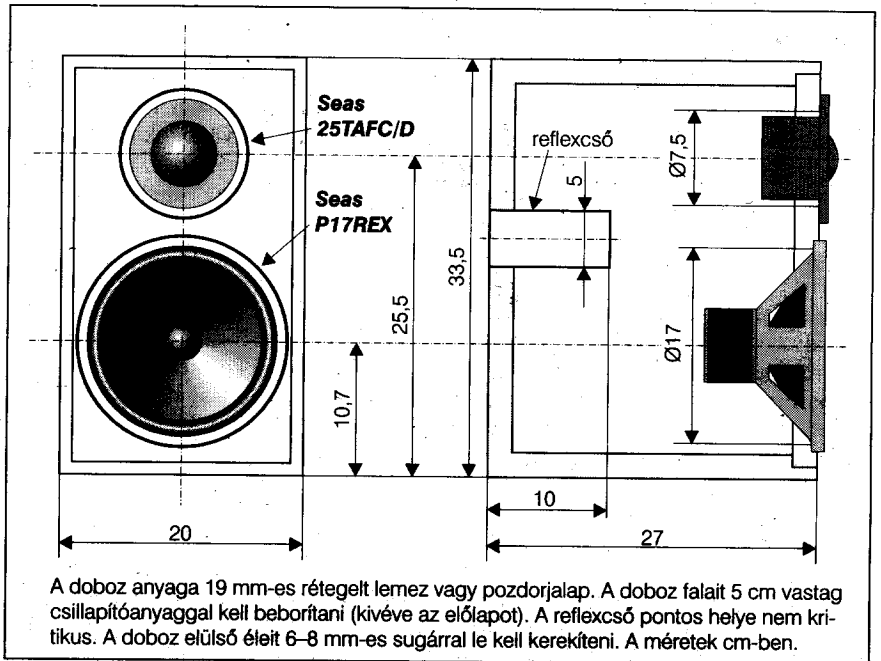




tervezési paraméter teszi szinte lehetetlenné a házi konstrukció megfelelő kialakítását. A reflexdoboz egyfajta elektroakusztikai szűrőnek fogható fel, de működése rendkívüli mértékben bonyolult. A tervezés/megépítés során módosított paraméterek (pl. méretváltoztatások) messzemenő kihatással vannak az üzemmódra, a szűrőmódusokra, így a doboz kellő számítástechnikai és mérőeszközháttér hiányában kézben tarthatatlan.

A helyzetet számos, hangszórókat gyártó cég felismerte, így a katalógusok, gyári ajánlások gyakorta tartalmaznak gondosan tervezett, süketszobában mérésekkel ellenőrzött dobozkonstrukciókat, természetesen a gyártó hangszóróválasztékára méretezve. Ez számunkra előnyös is és hátrányos is. Előnyös, mert nem kell a méretezéssel foglalkozni, viszont hátrányos, mert csak az adott hangszórókészlettel nyújtja az elvárt teljesítményt. Persze, végül is a vásárlón múlik, voltaképp mit is akar.

A 22. ábrán a Seas cég által ajánlott kétutas, mélyreflex hangszugárzó látható. A mély/közép tartományt a P17REX (H416) 8"-os mély/közép hangszóró, a magas hangokat a 25TAFD (H537) 1"-os alumíniumdómmal szerelt, ferrofluid hűtésű, üvegszállal erősített műanyagházas, kiváló csipogó sugározza. A 12 literes hangszugárzó a kis méretei ellenére komoly teljesítményű. Tartósan 80 W, rövid időtartamra csúcsértékben 200 W teljesítmény felvételére alkalmas, 87 dB érzékenység mellett. A doboz frekvencia- és impedanciamenete a 23. ábrán



A doboz anyaga 19 mm-es rétegelt lemez vagy pozdorjalap. A doboz falait 5 cm vastag csillapítóanyaggal kell beborítani (kivéve az előlapot). A reflexcső pontos helye nem kritikus. A doboz elülső éleit 6–8 mm-es sugárral le kell kerekíteni. A méretek cm-ben.

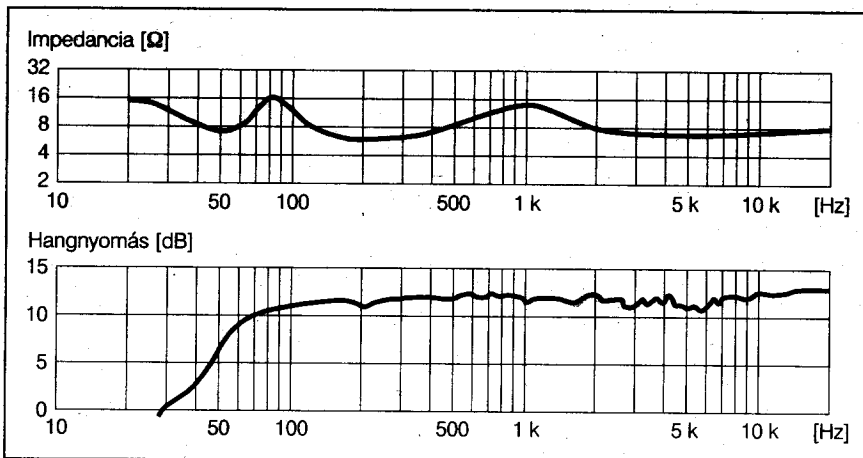
22. ábra. Kis méretű, 12 literes, 80/200 wattos kétutas mélyreflex hangszugárzó a Seas cég hangszóróival

rán látható. Átviteli tartománya 42 Hz...20 kHz. 20 W...150 W teljesítményű erősítőkhöz ajánlott.

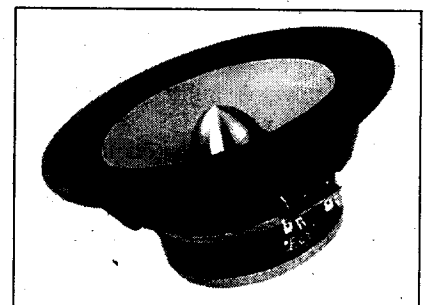
A dobozt 19 mm-es pozdorjából kell elkészíteni. Az előlap éleit le kell kerekíteni. A hátlapba ragasztott reflexcső mérete Ø48...50 × 100 mm. Erre a célra jól használhatjuk az alkalmas méretű, PVC-lefolyócsövet (szerelvényboltokból). A doboz falait 50 mm-es vastagságban csillapítóanyaggal (ipari vatta stb.) kell beborítani.

Amennyiben a doboz szélességét 21,5 cm-re, mélységét 28 cm-re növel-

jük, a nettó térfogat kb. 14 literre növekszik és lehetőség van egy másik hangszórókészlet alkalmazására. (A reflexcső hosszát ekkor 20 cm-re kell növelni!) A W17E-001 üvegszállal erősített membránú, vagy a W17E-002 alumíniummembrános, HIFI mély/középsugárzó egyikével, továbbá a T25-001 típusú, speciális négyzetes bevonatú membránal szerelt dómsugárzóval kiváló minőségű, viszonylag kis méretű hangszugárzó építhető. Ez utóbbi dómsugárzó ezüsthuzalból tekercselt lengővel készül, amelynek hűtéséről ferrofluid technika gondoskodik. A 2 kHz...25 kHz közötti frekvenciasávban működő, 90/200 W-os eszköz megfelel a legmagasabb minőségi osztályú hangszugárzóknak történő alkalmazásokra is.

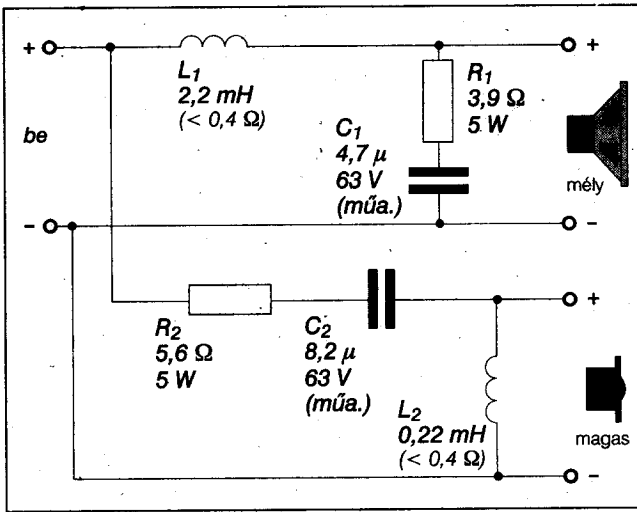


23. ábra. A 22. ábra szerinti hangszugárzó impedanciamenete (felső diagram) és frekvenciamenete (alsó diagram)



24. ábra. A Seas 6,5"-os, W17E-002 alumíniummembrános hangszórója





25. ábra. A 22. ábra szerinti hangsugárzó hangváltója

A 24. ábrán látható, W17E-002 típusú, 6,5"-os mély/középsugárzó a speciálisan kikészített felületű alumíniumszendvics membránja és a természetes gumiból készített membránszél segítségével sikerül a középhangú tartományban esetenként fellépő rezonanciákat leküzdeni.

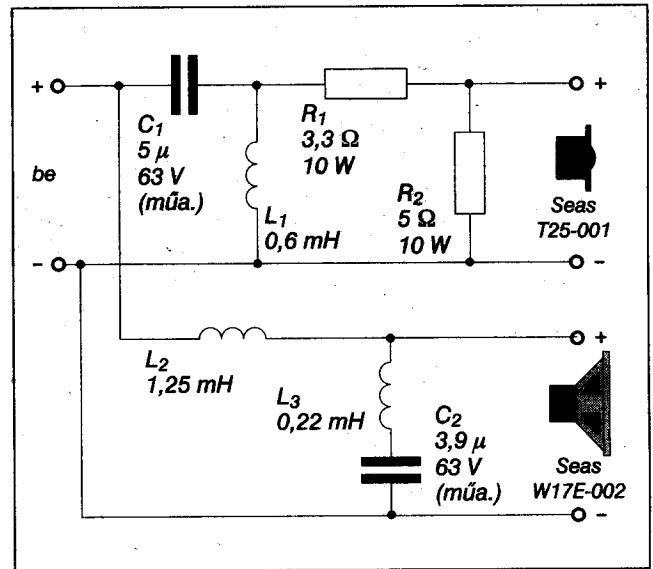
A hangszóró a 40 Hz...2,5 kHz frekvenciatartomány visszaadására alkalmas. Nyílttéri rezonanciapontja 34 Hz körüli. A fröccsöntött magnézium-ötvözet kosaras hangszóró megfelelő érzékenységről (86 dB) kategóriájában hatalmas, erős mágnes gondoskodik.

A pólusok környékén elhelyezett réz vezetőgyűrűk a rövidrezárt transzformátor elve alapján jelentősen csillapítják a lengő szabad mozgását, hozzájárulva a nagy löket mellett is kellően lineáris viselkedéshez, a kiváló tranziensátvitelhez.

Fokozza a gyűrűk hatását a mágneskörbe beépített vörösréz csap és lapos rézgyűrű ill. lemez, amely szerkezeti elemek egyébként a légrés környékén keletkező hő gyors elvezetését segítik elő. A hangszóró névleges terhelhetősége 100 W, zenei terhelhetősége 250 W.

Az eredeti hangsugárzóhoz ajánlott váltószűrő a 25. ábrán látható. Keresztezési frekvenciája 3 kHz.

A módosított hangsugárzóhoz javasolt, 2,5 kHz-es keresztezési frekvenciájú hangváltó konstrukciója a 26. ábrán látható. Amennyiben mélysugárzóként a W17E-001 típusú mélysugárzót használjuk a módosított dobozban, akkor a 27. ábra szerinti hangváltót

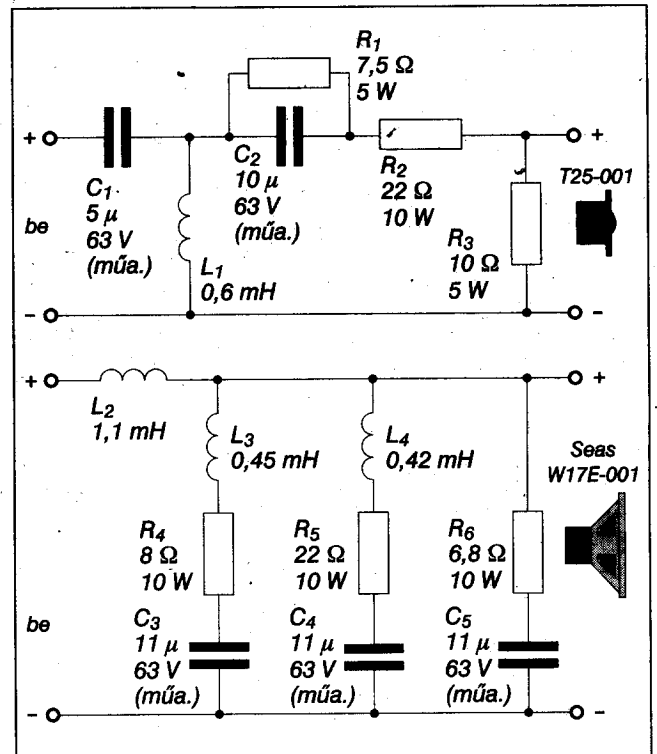


26. ábra. A módosított hangsugárzó hangváltója

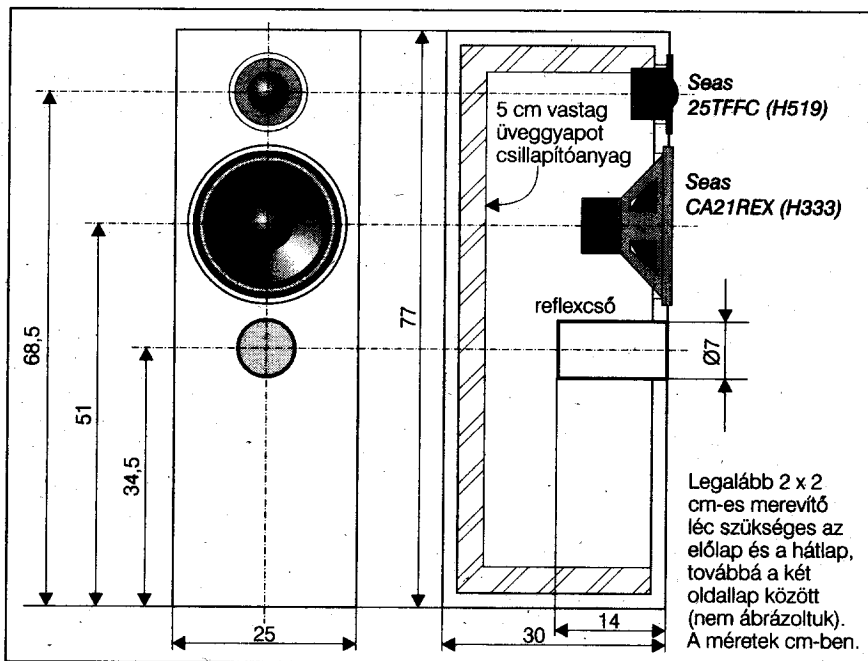
kell alkalmaznunk. A reflexcső hossza ebben az esetben is 20 cm.

Az 28. ábrán látható 40 literes HIFI-hangsugárzó számítógéppel tervezett, süketeszobás mérések és hosszas meghallgatások alapján finomhangolt, nagy teljesítményű, szélessávú, kiegyenlített hangzású, bassreflex típus. Optimális elhelyezése: 20...30 cm magas lábakon, a faltól kb. 70 cm távolságban.

Az alkalmazott Seas gyártmányú CA21REX (H333) típusú mélysugárzó teljesen hagyományos felépítésű, noha modern technológiával készül. Kosara fröccsöntött magnézium-ötvözet. Papírkónuszos (középen a porvédő sapka is papír), kisveszteségű gumi membránszállal. A T keresztmetszetű, erős mágnes kis modulációs torzítást, jó hatásfokot, kedvezően alacsony Q értéket, a viszonylag nagy átmérőjű lengő jelen-



27. ábra. A hangváltó átalakítása a W17E-001-hez



28. ábra. 40 literes mélyreflex hangsugárzó Seas hangszórókészlettel

tős, tartósan 80 W, rövid időre 250 W terhelhetőséget eredményez.

Az alkalmazott Seas gyártmányú, 25TFFC típusú magassugárzó vákuumformázott, speciális fémbevonatos dómmal, ferrofluidos hűtéssel készül. 2 kHz...25 kHz között használható, kiegyenlített frekvenciamentű, 80/200 wattos terhelhetőségű típus.

A famunkát 19 mm-es faforgács-, pozdorjalapból, ill. rétegelt lemezből készíthetjük el. Az előlap kivágásait kiszűrő- (dekopír-) fűrészgéppel vagy rókafarkú fűrészsel vágthatjuk ki. A hangszórók süllyesztékei elsősorban esztétikai célt szolgálnak, esetleg el is hagyhatók. A szilárdság növelése, a dobozfallal rezonanciáinak, szabadrezgéseinek meggátlása érdekében feltétlenül alkalmaznunk kell belső kitámasztó merevítőket; mégpedig az elő- és hátfal között, a mélysugárzó és a reflexcső közötti részen (pontos helye mellékes, ahol elfér), továbbá a mélysugárzó mögötti magasságban a két oldalfal között. Legalább 20×20 mm-es, de inkább 40×40 mm-es keresztmetszetű léceket alkalmazunk.

A reflexcső Ø70 mm-es műanyagcsőből levágott 140 mm hosszúságú darab (műanyag ereszcatorna lefolyócsővéből kiszabva, szerelvény- és barkácsáruházakból).

A kitámasztókat pontosan vágjuk le és igyekezzünk minél jobb illesztést

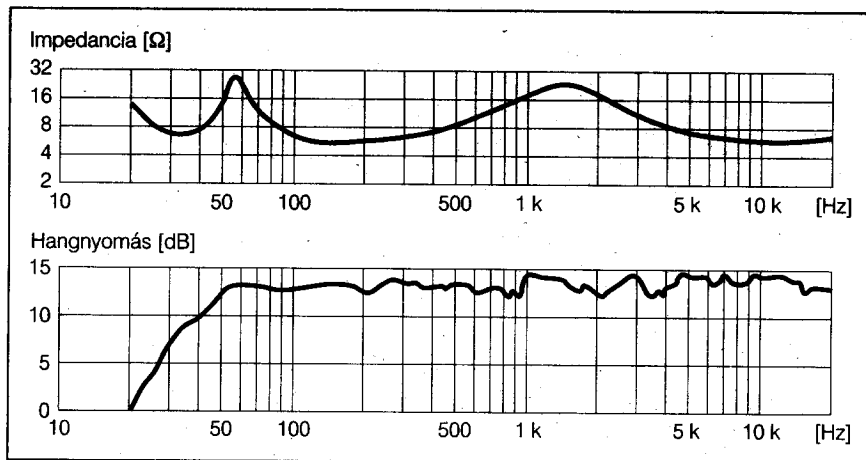
elérni (akkor jó, ha picit befeszül a helyén), majd ragasztással rögzíthetjük azokat a végleges szerelés során. Általában elmondható, hogy a merevítők csavarozással, facsavarral nem rögzíthetők, mert a fa büttyje felől behajtott facsavar elvágja a fa ereit, meghúzásakor egyszerűen kiszakad, egyáltalán nem tart. Valamivel jobb a *hosszú* (80...100 mm-es) pozdorjacsavartartása (szűkre előfűrt fészkekben); ha lehet, akkor azt alkalmazzuk.

Az előlap éleit, továbbá a reflexcső bemeneti nyílását kerekítsük le 6...8 mm sugarú ívben a zavaró élreflexiók,

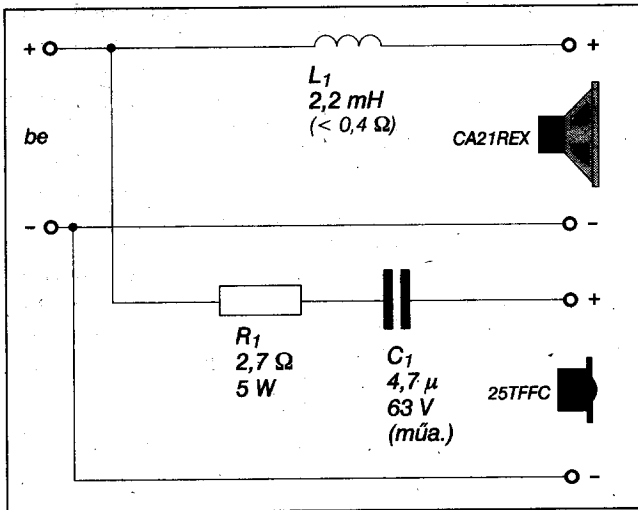
másodlagos sugárzások mérséklése érdekében. Ez a fogás elsősorban a magasabb hangok tartományában fejt ki áldásos hatását (fázistisztaság, sztereó hangkép).

A doboz belső falait – az előlap kivételével – 50 mm-es üvegyapot vagy kőzetgyapot csillapítóanyaggal kell borítani. Ezt a terméket hőszigetelő célokra az építőanyagtelepeken árusítják, különféle márkanevek alatt. Kezelése némileg kellemetlen, a munka közben elszabaduló, szálló üvegszál szinte láthatatlanul mindenhova oda kerül a bőrünkre, a ruhánkra és okoz hosszas, bosszantó viszketést. Ezzel ellentétben áll hosszú, kiváló anyagstabilitása és egyedülállóan jó akusztikai csillapító hatása. A szigetelőanyag kezelését a lehető legrosszabb, akár el is dobható öltözékünkben végezzük. A kellemetlen viszketéstől – a tapasztalatok szerint – semmi más módon nem tudunk megszabadulni, mint ismételt igen forró vizes zuhanyozással.

Amennyiben a hangsugárzó a behelyezett csillapítóanyag ellenére is a kellenél erőteljesebben adná vissza a mélyhangokat, a láda aljába töltünk – legfeljebb 5 liternyi – száraz homokot. A homokot elő kell készítenünk, mert egyrészt tartalmazhat bomló szerves anyagot (falevél, gyökér, korhadékanyagok), másrészt mindig meglevő agyagtartalma akusztikai szempontból előnytelen, továbbá az esetleges rovarokat, élősködőket is el kell távolítanunk. Ehhez a homokot bő vízzel, néhányszor át kell mosnunk (pl. vödörben) úgy, hogy a leülepedés után a vizet ismételtelen leöntjük az anyagról, amíg az öblítővíz már nem tartalmaz uszadé-



29. ábra. A 28. ábra szerinti hangsugárzó impedanciamentete (felső diagram) és frekvenciamentete (alsó diagram)



30. ábra. A 28. ábra szerinti hangszóró hangváltója

kos, zavaros részt, majd a homok végső szárítását 150...200 °C-os sütőben kell elvégezni, hogy az esetleges visszamaradt kórokozók, apró rovarok, lárvák stb. elpusztuljanak.

A megfelelő módon elkészített, beállított doboz a 30 Hz...20 kHz-es frekvenciasáv jó minőségű visszaadására alkalmas, érzékenysége 88 dB. A doboz frekvencia- és impedanciamenete a 29. ábrán látható. Meghajtására 15...120 wattos erősítő használható.

A 30. ábrán a dobozhoz ajánlott, nagyon egyszerű konstrukciójú hangváltó látható.

Az Audaxnál kidolgozott HD-A (High-Definition Aerogel) technológiájú membránok beváltották a hozzájuk fűzött reményeket. Az ideálishoz közel álló kónuszt sikerült így megvalósítani: az új termék könnyű, merev, s a belső csillapítása tetemes. Ez megátolja a membrán önálló életre kelését, a számtalan diszkrét részrezonanciát a felület különböző részein és természetesen az így létrejövő frekvenciamenet-hullámosságot is. Az igazság az, hogy számtalan cégnél sikerült a kónuszok céljára különféle újabbnál újabb, olcsó, jól reprodukálható, tömeggyártásra alkal-

mas anyagokat kidolgozni. Csak az a bökkenő, hogy ezek jó része meg sem közelíti az ősrégi, merített papírmembrán kiváló jellemzőit, amelyek közül is ki kell emelni a kedvező belső csillapításértéket. Így adódik az a furcsa meglepetés, hogy a legutóbbi bevásárlás után megállapítjuk: ez az új, fényes, méregdrága hangszóró már majdnem olyan jól szól, mint amit a legutóbb az utcára kitett rádiómatuzsálem-roncsból kibányásztunk.

Technikatörténeti kuriózum, hogy amikor egyik jelentős gyárunk még jelentősebb megrendelőtől kitűnő referencia-hangszórókra kapott – ismét – megrendelést, átszóltak X. Y. kisiparosnak, hogy Józsi bá', megint kellene azokból a membránokból... amire az idős kisiparos elkészítette az ötven éves – az államosítás után is a fejében őrzött – recept alapján a fürdőkádban a papírmasszázt és abból megmerítette a kiváló minőségű kónuszt, exportra.

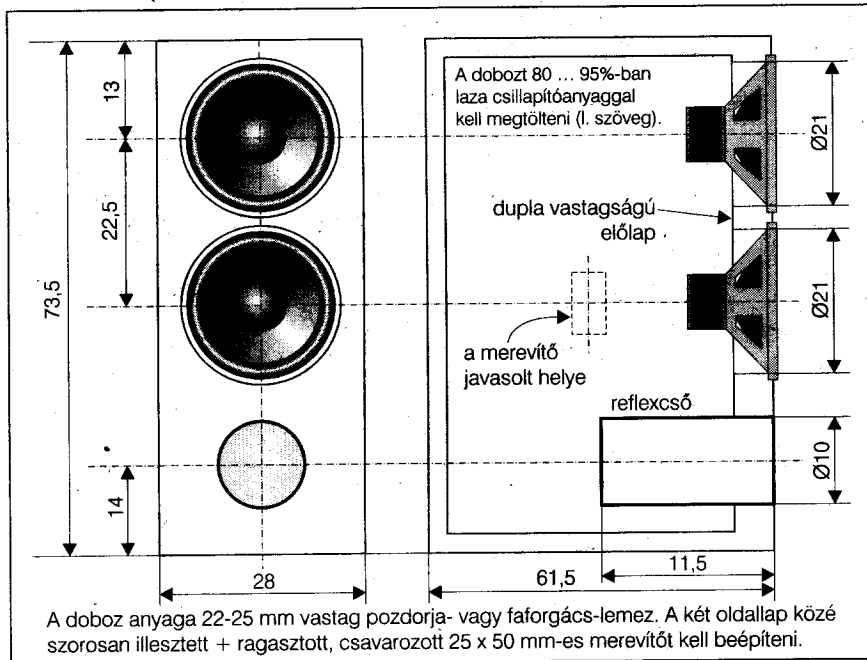
Az Audax HD-A kónusza akrilát-polimer gélből, szén- és kevlar szálakból készül, kitűnően ellenőrzött technológiával. A végeredmény jól uniformizálható, kézben tartható minőségű, így a technológia kiváló minőségű kónusz előállítását teszi lehetővé, amelynek tulajdonságai igen közel állnak az elvárt ideálishoz.

A kedvező árfekvésű Audax mélyszugárzók segítségével igen jó minőségű szub-basszus ládák és/vagy mélyszugárzók építhetők.

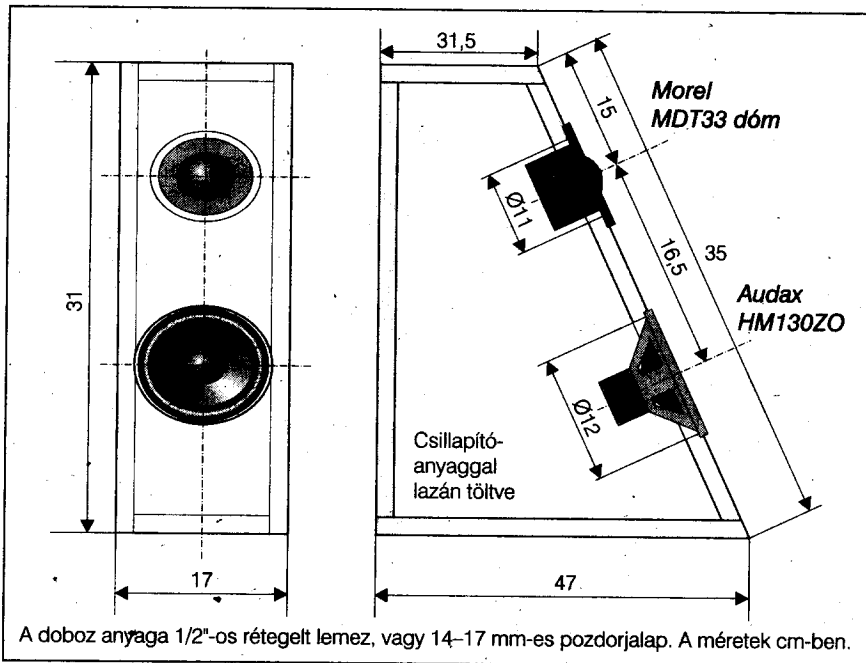
A 31. ábrán látható, kb. 80 liter belső térfogatú mélyreflex láda 2 db 8"-os (20 cm-es) Audax HM210ZO típusú hangszórót tartalmaz. Alsó frekvenciahatára a jelzett hangszórótípussal 25 Hz. A doboz kihangolását ellátó reflexcsövet egy 200 mm hosszúságú, Ø100 mm-es PVC-lefolyócsőből alakíthatjuk ki.

A doboz 19...23 mm-es pozdorjából, 1"-os rétegelt lemezből készíthető el. Az előlap dupla vastagságú, 45...50 mm-es legyen (két réteget ragasszunk össze). A doboz alkotórészeit ragasztással és csavarozással (pozdorjacsavakkal) kell összeerősíteni, a belső éleken kb. 25 × 50 mm-es lécerősítéssel (cserepléc, Bramac-léc, építőanyag-telepről). Csökkenti az oldallapok rezgési hajlamát, ha a két oldallap közé, kb. a lapok közepe táján beragasztunk egy zömök, legalább 50 × 50 mm-es kitámasztást, lehetőleg keményfából.

A doboz belsejét a szerelések után kb. 80%-ban töltjük fel fellazított



31. ábra. 80 literes mélyreflex láda két darab Audax HM210ZO típusú, 8"-os hangszóróval. Méretek cm-ben



A doboz anyaga 1/2"-os rétegelt lemez, vagy 14–17 mm-es pozdorjalap. A méretek cm-ben.

32. ábra. A 31. ábra szerinti mélyreflex ládához tartozó, a közép- és a magasszekciót tartalmazó kis zárt doboz, ferde előlappal

üvegszálás vagy kőgyapot szigetelőanyag-hulladékkal. Ebben az állapotban a doboz sajátrezonanciája kb. 25 Hz-re fog esni. Amennyiben lényegesen több csillapítóanyagot gyömöszölünk a dobozba, a rezonanciapont feljebb kerül, pl. 95%-os kitöltésnél kb. 30 Hz lesz a rezonanciapont.

A fentebb leírt dobozhoz alkalmas, a hangfrekvenciás sáv többi részének visszaadására tervezett közép/magasugárzó egység (kétutas zárt doboz) látható a 32. ábrán. A középtartományú hangokat az Audax hasonlóan jól sikerült másik – HD-A kónuszos – modellje, a 13 cm-es (5,25"-os), HM130ZO típuszámú hangszórója sugározza. A magashangokat az Audax textildómnál valamivel jobb minőségű, Morel gyártmányú, MDT33 típusú dómsugárzó adja vissza.

A doboz elkészítése könnyű és a nagy dobozhoz képest annál valamivel vékonyabb, pl. 3/4-es anyagból is lehetséges. Az előlap a függőlegeshez képest mintegy 25°-kal hátra van döntve, kissé felfelé sugároz, így a menyeyzetről távolabb visszaverődő magashangok egyfajta visszahanghatást is keltenek a hallgatás helyszínén.

A dobozt akusztikailag zártra kell elkészíteni, ezért ezt a ládát tömítetten kell megépíteni; a hangszórókat célszerű szilikongumi paszta/zselé ágyba helyezni a beépítésnél. A néhány óra alatt megkötő, gumyszerű anyag megengedi a későbbeni visszabontást.

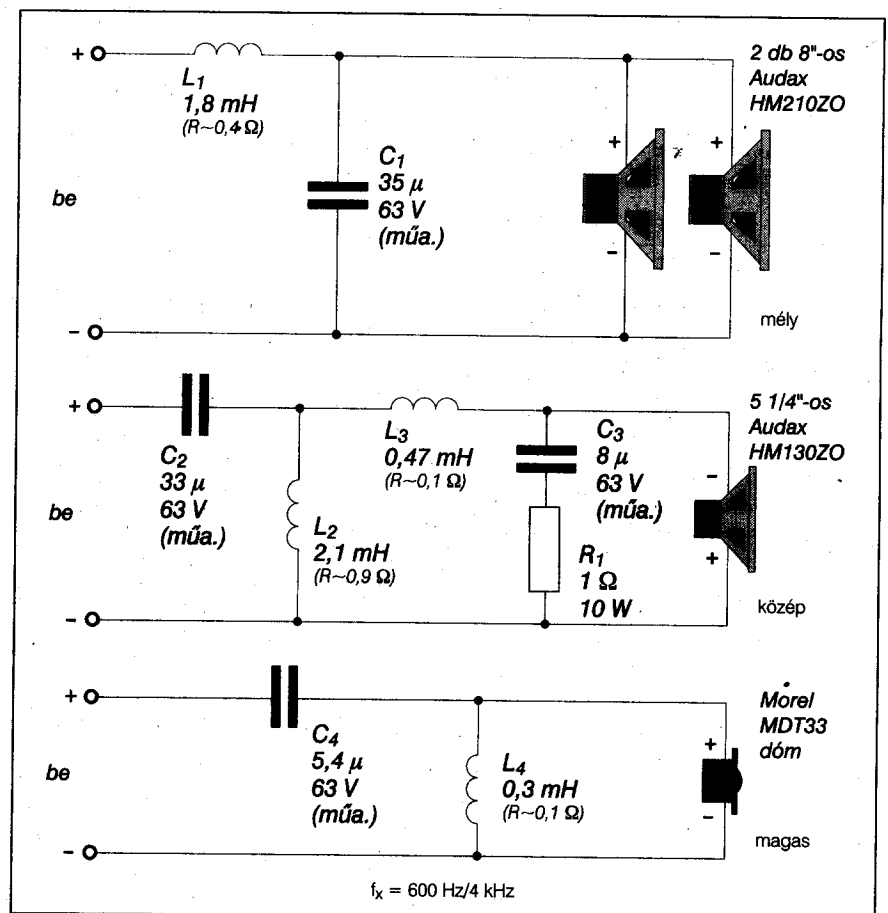
A ládát szerelés előtt tele kell tölteni erősen fellazított üvegszálás vagy kőzetgyapot szigetelőanyaggal, esetleg akusztikai célokra árusított, feldarabolt puha műanyag habszivaccsal (akusztikai szaktüzetlekből).

A háromutas rendszerhez javasolt, az XOPT és a LEAP programokkal tervezett, 600 Hz és 4 kHz keresztelési frekvenciájú váltósűrű a 33. ábrán látható.

A sűrű tervezése során messzemenően figyelembe vették az alkalmazott hangszórók jellemzőit, a középsugárzó ellenkező fázisú bekötését, azonban ettől a körülménytől eltekintve a másodfokú sűrű egyszerű kivitelű.

A kitűnő hangú hangszórókészlet keskeny, lapos formátuma lehetővé teszi, hogy akinek viszonylag kevés hely áll rendelkezésére a lehallgatási térben, az is sikerrel elhelyezhesse a sztereó párt egy kisebb helyiségben is.

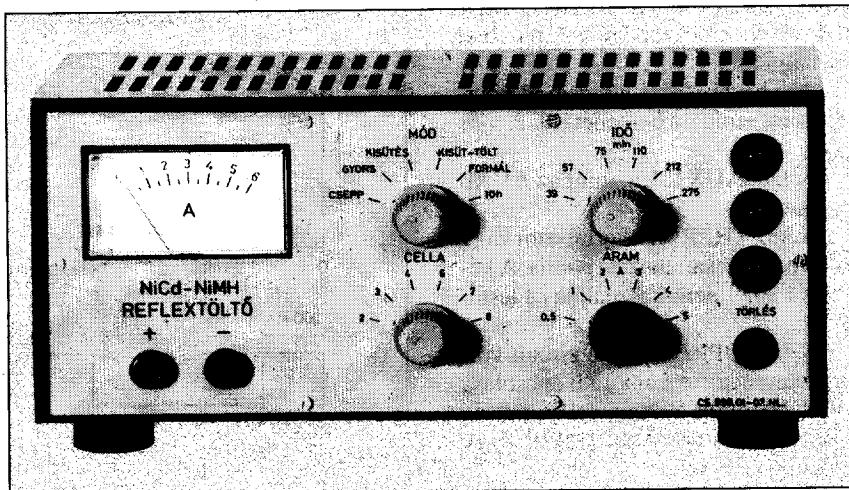
(A Rádiótechnikában folytatjuk)



33. ábra. A 31. ábra és a 32. ábra szerinti hangszórókombináció hangváltója

# Reflextöltő NiCd és NiMH akkukhoz

Németh Lajos tanár



Az Integrated Circuit Systems Inc. néhány évvel ezelőtt kidolgozta az ICS1702N típusú processzort a NiCd vagy a NiMH akkumulátorok intelligens töltésellenőrzésére. Lágy töltésindítással megakadályozza a cellarészegységéből adódó problémát, impulzustöltést (töltés-kisütés-töltés) alkalmaz a töltés három szakaszában, figyeli az akkuk feszültségét, hőmérsékletét, biztosítja a teljes újratöltést a túltöltés veszélye nélkül. Az egyes töltési módokra hatféle lehetőség áll rendelkezésünkre (csepptöltés, gyorsöltés, csak kisütés, kisütés-töltés, formálás, 10 órás töltési ciklus), kilencféle töltésidő állítható be vele, 15 perctől 4 óráig a szükségletnek megfelelően.

Az ICS1702 IC tömbvázlatát az 1. ábrán tanulmányozhatjuk. Az ábra bal oldalán a bemeneti, míg a jobb oldalán a kimeneti pontok vannak feltüntetve. Az IC TTL-szintekkel vezérelhető, a kimenetei is TTL-szintűek. +5 V-os tápfeszültséget igényel, alap áramfelvétele 7,3 mA. A vezérlő kimenetek (CHG, DCHG) max. 25 mA-rel, míg a PFN, CMN, MMN LED-kimenetek max. 40 mA-rel, az OTN max. 28 mA-

rel terhelhetők az adatlap alapján. 20 lábás DIL foglalat szükséges hozzá. Az IC lábainak bekötése és azok elnevezése a 2. ábrán látható. Az egyes lábak funkciói a következők:

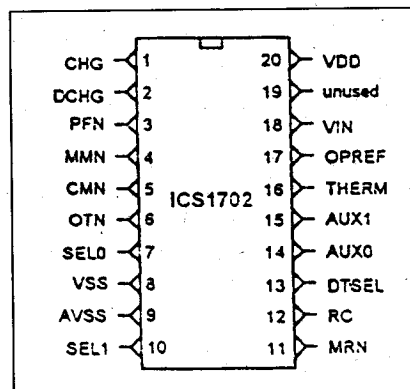
1. láb. CHG (Charge control): A töltést vezérlő impulzusok kimenete az áramgenerátor számára, aktív állapotban magas szintű.

2. láb. DCHG (Discharge control): A kisütést vezérlő impulzusok kimenete a kisütő áramkör számára, aktív állapotban magas szintű.

3. láb. PFN (Polling detect indicator): LED-et vezérlő kimenet. Jelzi, hogy az akkut a kimenetről eltávolítottuk, aktív állapotban alacsony szintű.

4. láb. MMN (Maintenance mode indicator): LED-et vezérlő kimenet. A LED folyamatosan jelez a normáltöltésnél, a csepptöltésnél és a formálásnál, villog a kisütési módnál, aktív állapotban alacsony szintű.

5. láb. CMN (Charge mode indicator): LED-et vezérlő kimenet. A LED a lágytöltésnél és a gyorsöltésnél folyamatosan világít. Ha villog, az a nem megfelelő beállítást jelzi, aktív állapotban alacsony szintű.



2. ábra. Az ICS1702N IC kivezetéseinek megnevezése

6. láb. OTN (Out-of-temperature range indicator): A cellák hőmérsékletének megemelkedését jelző LED vezérlője, aktív állapotban a kimenet szintén alacsony szintű. (A kapcsolásunkban ezt a kijelzést nem használjuk fel.)

7. láb. SEL0: A töltésidő választására szolgáló bemenet. 3 állapotú TTL jellel vezérelhető (ld. 1. táblázat).

8. láb. VSS: A negatív tápfeszültség pontja (test).

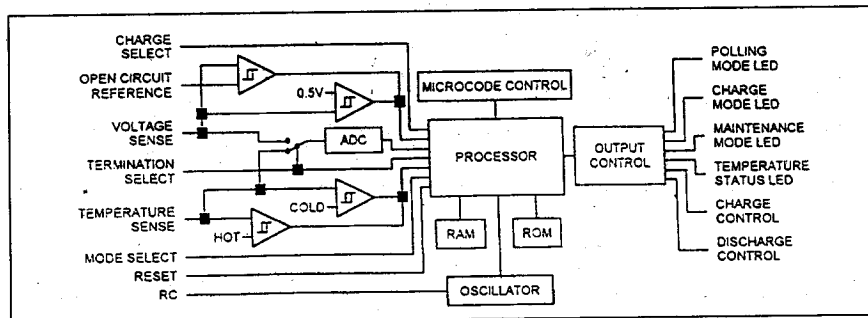
9. láb. AVSS: Szintén a testre kötendő.

10. láb. SEL1: Ua. mint a SEL0 kivezetés.

11. láb. MRN (Master reset): Alacsony szintre kapcsolva az előző beírásokat törli.

12. láb. RC: Az órajel frekvenciáját meghatározó ellenállás és kapacitás csatlakozási pontja.

13. láb. DTSEL: A hőmérséklet és/vagy feszültség-érzékelés átkapcsolója. L szintre kapcsolva csak a feszültségváltozását érzékeli, H szintre kötve



1. ábra. Az ICS1702N IC felépítésének tömbvázlata

a feszültség és a hőmérséklet változását is érzékeli. (A készülékünknel nem használjuk fel.)

14. láb. AUX0: A töltésmód kiválasztására szolgáló bemenet (ld. 2. táblázat).

15. láb. AUX1: Ua. mint az AUX0 bemenet.

16. láb. THERM: A termisztor vagy a hőkapcsoló csatlakozási pontja. A készülékünknel nem használjuk, a testre kötjük.

17. láb. OPREF (Open circuit voltage reference): Az akku rákapcsolása nélkül beállított referencia-feszültség bemeneti pontja, melyen érzékeli, hogy az akku jelen van-e.

18. láb. VIN: 1 cellára normalizált akkufeszültség csatlakozási pontja.

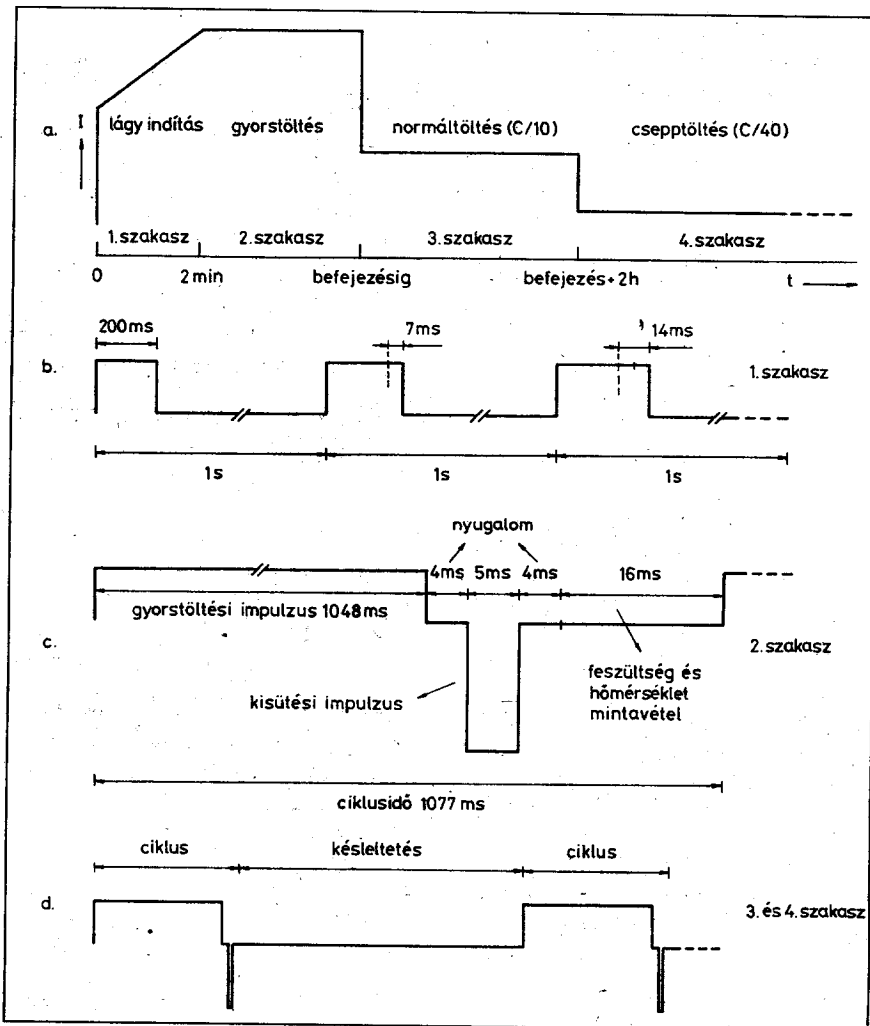
19. láb. unused (Nem használt kivezetés.)

20. láb. VDD: A +5 V-os tápfeszültség bevezetése.

Ez ugyan itt nem a reklám helye, de azért, hogy elkerüljük az utólagos olvasói levelezéseket, telefonálásokat, közlöm, hogy az ICS1702N típusú IC a CONRAD Vevőszolgálatnál beszerezhető. Cikkszám: 17 40 50.

### A töltés folyamata

A töltés folyamata 4 szakaszból tevődik össze, mely a 3.a. ábrán követhető nyomon. (Az ábrázolás nem arányos, csak az elvet szemlélteti!) Az 1. szakaszban a töltés 2 percig egy lágy indítással kezdődik. Ismeretes, hogy a NiCd akkumulátoroknál a töltés kezdetén a feszültség növekedése helyett kezdetben csökkenés áll be. Ez a figyelő automatikát megzavarhatja, az úgy érzékelheti, mintha a töltés befejeződött volna, ezért lekapcsol. Ez a jelenség az ún. cellarészegység. Ezt küszöböli ki a töltésvezérlés az 1. szakaszban. A 3.b. ábrát figyelve látható, hogy ez úgy valósul meg, hogy 2 perces időtartamig, másodpercenként ismétlődve egyre szélesedő impulzussal tölt kisütés nélkül. Az első impulzus 200 ms időtartamú, majd a rákövetkező impulzusok szélessége 7 ms-mal növekszik az előzőhöz képest. A 2 perc eltelté után, a 2. szakaszban, a beállított áramerősséggel a gyorsított töltés következik. Ebben a szakaszban az IC az ún. reflex-elv alapján vezérli a töltés folyamatát. Ez azt jelenti, hogy egy töltési impulzus után mintegy 2 ... 2,5-szeres áramerősséggel rövid idejű kisütést végez.



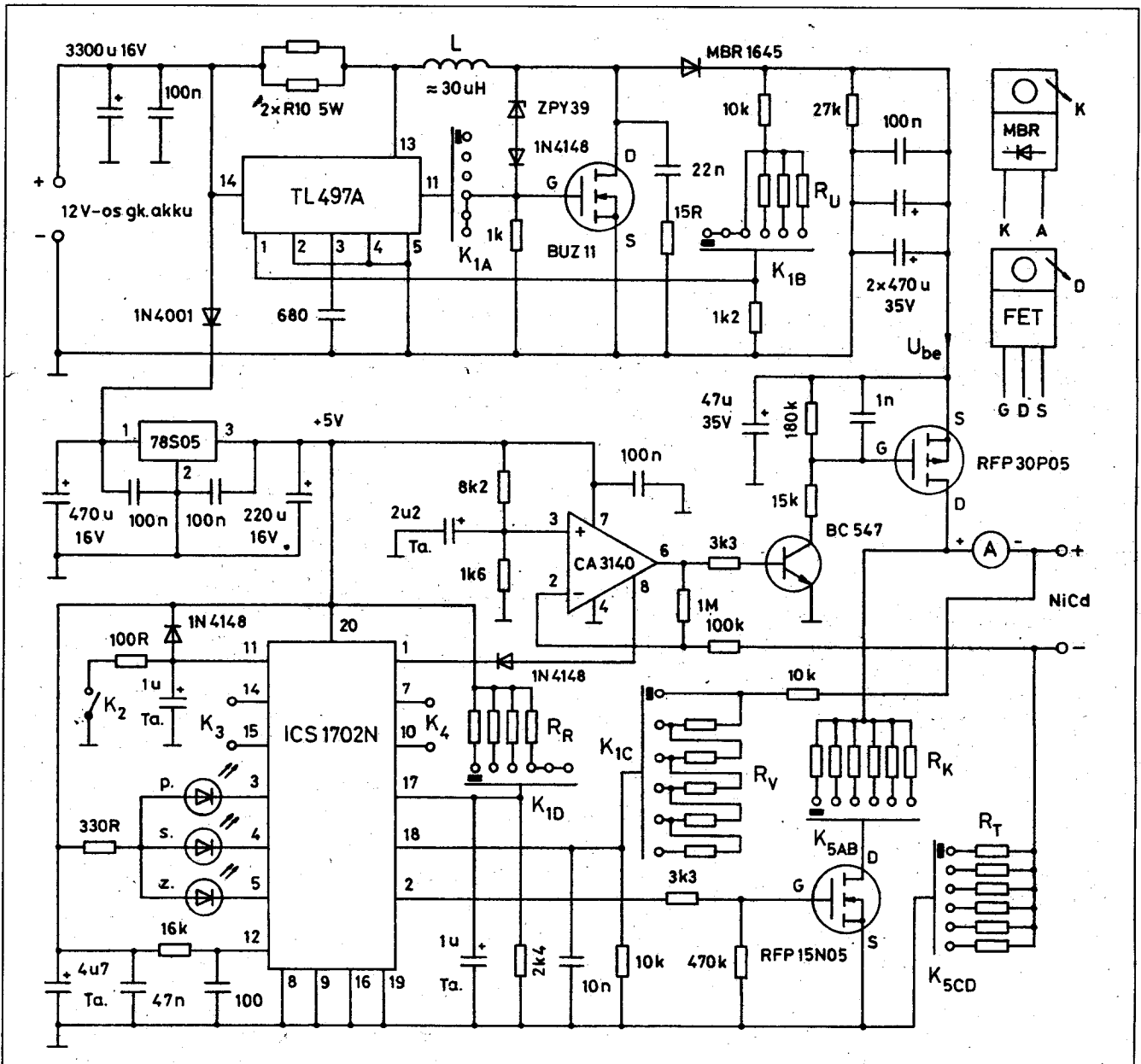
3. ábra. A töltés folyamatának idődiagramjai

A töltés folyamán, az elektrolízis következtében a negatív elektródán oxigén válik szabaddá. Ezek a parányi gázbuborékok az elektróda felületére ráakadnak, az elektródát elszigetelik az elektrolitól, akadályozzák a töltést. A rövid kisütési szakaszban ezek rekombinálnak. Így magasabb töltésfok érhető el kisebb melegezés mellett. A reflex-elvnek tehát ez az előnye a hagyományos töltéssel szemben.

A 3.c. ábrán követhető az eljárás: 1048 ms időtartamig gyorsított töltést végez, ezt 4 ms időtartamú szünet követi. Ezután 5 ms ideig erőteljes kisütés következik. Ezt ismét 4 ms-os nyugalom követi, majd a további 16 ms alatt a cellák feszültségéből és hőmérsékletéből (ha ezt is használjuk) mintát vesz, majd indul az újabb ciklus. A gyorsított töltés akkor fejeződik be, amikor a töltés vége felé fokozottabb gázfejlődés jön létre, ennek következtében megnövekszik a cellák belső ellenállása, a feszültségük csökken, a bevezetett energia egy része a cellák melegezésében jelentkezik. Az IC a VIN bevezetésén (18. láb) a feszültségcsökkenést érzékeli, a töltési folyamatot átkapcsolja normáltöltésre (3. szakasz). Ebben a szakaszban is töltés-kisütés-töltés módozatot végez. Az egyes ciklusok közti késleltetési idő olyan hosszúságú, hogy kb. C/10 töltésrátának megfelelő az utántöltés. Ez a töltésmód 2 óra hosszan tart, ha közben nem kapcsoljuk le az akkut a töltőről.

Az egyes ciklusok az időkapcsoló állásának megfelelő intervallumokban következnek be (1. táblázat). Ennek a szakasznak a modellezésben lehet jelentősége, ugyanis a startig „melegen” tartja az akkukat.

Ha a 2 óra elteltével sem kapcsoljuk le a töltőről az akkukat, akkor elkezdődik a 4. szakasz, a fenntartó töltés (cseppöltés), melyet a természetes önkisülés ellensúlyozására terveztek. Az



4. ábra. A töltőkészülék kapcsolási rajza

egyes töltési ciklusok közötti késleltési idő itt olyan hosszúságú, hogy C/40-es töltésrátának felel meg. A csepptöltési ciklusok az időkapcsoló állásának megfelelő időközökben ismétlődnek (1. táblázat). Ez a töltési mód addig áll fenn, míg a VIN lábon a feszültség nagyobb, mint 0,5 V, vagy míg a 10 órás időzítés le nem jár. A 3. és a 4. szakasz idődiagramja a 3.d. ábrán látható.

#### A DC/DC átalakító

A töltőkészülék teljes kapcsolási rajza a 4. ábrán szemléltethető. A töltő

1. táblázat. Az időbeállító bemenetek TTL szintjei (SEL)

SELO	SEL1	Gyorstöltés [perc]	Normáltöltés [intervallum idő, mp]	Csepptöltés [intervallum idő, mp]
L	L	21	40	160
L	H	*39	20	80
L	Z	*57	13	53
H	L	*75	10	40
H	Z	*110	7	27
H	H	144	5	20
Z	L	*212	4	16
Z	Z	244	3	13
Z	H	*275	2	10

tápfeszültség forrása egy 12 V-os gk. akkumulátor a mobil üzemből, vagy az otthoni töltéshez egy 12 V-os, stabilizált hálózati tápegység, mely 8–10 A-es terhelést még elvisel. A 12 V-os bemenő feszültséggel legfeljebb 6 cellából álló akkuköteg tölthető fel eredményesen, de már 6 cella esetében is célszerűbb magasabb töltőfeszültséget alkalmazni. Ezért készülékünkhez egy DC/DC átalakítót is terveztünk (a kapcsolási rajz felső része), így már 6 cellához is 14 V-os tápfeszültséget állítunk elő vele.

A kapcsolat részletes működési elvének a leírása az RT ÉK '95. 160–161. oldalán megtalálható. Továbbá a TL497-es kapcsolóüzemű IC-ről részletes leírást találhatunk az RT ÉK '98-as számában.

Ezért itt csak a legszükségesebbekkel foglalkozunk. Az L indukciós tekercs csévetésének méretei, a szükséges menetszám és a huzal adatai az 5. ábráról leolvashatók. A  $K_1$  kapcsoló  $4 \times 6$  állású fokozatkapcsoló, melyhez az előlapon a CELLA felirathoz tartozik. Ez, a későbbiekben részletezésre kerülő 4 funkciót lát el. A  $K_{1A}$  kapcsoló a TL497-ből kivezetett vezérlőjelet kapcsolja a BUZ11-es nFET gate elektrodájára, ha 6 vagy annál több cellából álló akkuköteget töltünk.

6 cellánál kevesebb esetén az áramszaggatót nem működtetjük, így ekkor elfogadhatóan kis veszteséggel a gk. akku 12 V-os feszültsége kerül a töltőre.

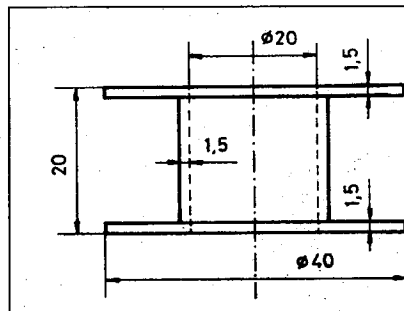
A kimeneti feszültség nagyságát a mintavevő feszültségosztó felső tagjának változtatásával érjük el, a cellaszámnak megfelelően. Az  $R_U$  értékek a 3. táblázatban megtalálhatók. Az ellenállások (0,6 W, 1%-os fémréteg) a fokozatkapcsoló érintkezőire vannak forrasztva. A szűrőkondenzátorokat ugyancsak a magas frekvencia miatt, a nagy induktivitásuk következtében több darabból állítsuk össze.

A mintakészülékben 2 db 470  $\mu$ F-os szerepel, de az előbbieket szerint még jobb, ha több darabot használunk. A BUZ11-et és a Schottky-diódát egymástól és a bordától elszigetelve hűtőbordára erősítjük.

## A reflextöltő

### Feszültség szintek beállítása

Az IC-k számára a +5 V-os stabil feszültséget a gk. akku 12 V-os feszültségéből a 78S05-ös IC-vel és járulékos elemeivel állítjuk elő.



A csévetést hőre nem lágyuló műanyagból.

33,5 menet,  $4 \times \varnothing 0,65$  Z, egyszerűre tekercselve.

5. ábra. Az L indukciós tekercs adatai

Az ICS1702-es töltést vezérlő és ellenőrző processzor számára a töltendő cellák számától függően két feszültség szintet be kell állítani a helyes működés érdekében: A VIN bemenetre (18. láb) az akkuköteg feszültségét úgy kell leosztani, hogy arra minden esetben 1 cella feszültsége jusson. Két cella esetén tehát felezni, három cella esetén harmadolni stb. A feszültség leosztását az egyszerűség kedvéért 10 k $\Omega$ -os (0,6 W, 1%-os fémréteg) ellenállásokkal valósíthatjuk meg. Az osztót a pozitív kimenet és a test közé kötjük. Az alsó tagját állandóan 10 k $\Omega$ -ra hagyjuk, míg a felső tagot a  $K_{1C}$  kapcsolóval a cellaszámnak megfelelően változtatjuk.

A felső tag kiszámításához a (cellaszám - 1)  $\cdot$  10 k $\Omega$  összefüggést használhatjuk. A készülékünkben alkalmazott  $R_V$  ellenállások értékeit a 3. táblázatban megtaláljuk. A kapcsolási rajzon látható, hogy ezek az ellenállások sorba vannak kötve, a fokozatkapcsoló érintkezőin vannak elhelyezve. Tehát pl. a 6 cellához szükséges 50 k $\Omega$  az ellenállások összegezésével jön létre.

Azért, hogy a töltő az akkukat töltésre elfogadja, illetve, hogy a beállított adatok az IC-be beíródnak, az OPREF (17. láb) feszültségét is be kell állítani. Ennek az értéknek az egy cel-

lára eső teljes feltöltöttségi feszültség, és az egy cellára eső, az akku rákapcsolása nélküli töltőfeszültség értéke közé kell esnie. Egy kicsit bonyolult a mondat, de érthetőbbé tehetjük egy példa alapján: Egy cella feszültsége a teljes feltöltöttség esetén 1,54 V körüli. Az egyszerűség kedvéért válasszuk 1,6 V-nak, így egy 6 cellából álló köteg feszültsége  $1,6 \text{ V} \times 6 = 9,6 \text{ V}$  lenne. Kapcsoljunk a töltőre 12 V-os tápfeszültséget a töltendő akku csatlakozása nélkül! Ennek 1 cellára eső része  $12 \text{ V} / 6 = 2 \text{ V}$  lenne. Az OPREF feszültséget 1,6 ... 2 V közé kell az osztó ellenállásokkal beállítani. Válasszuk az osztó alsó tagját állandóan pl. 2,4 k $\Omega$ -ra, így a cellaszámtól és a bemenő tápfeszültségtől függően a +5 V-ból a 3. táblázatban szereplő  $R_R$  ellenállás értékek beállítják a szükséges OPREF feszültséget. Ezek az ellenállások is 0,6 W-os, 1%-os fémréteg típusúak, szintén a fokozatkapcsoló érintkezőire vannak forrasztva. Az 526  $\Omega$  nem szabványos érték, de pl. 470  $\Omega$  + 56  $\Omega$ -ból összeállítható. A megfelelő ellenállások bekapcsolását a  $K_{1D}$  kapcsoló végzi. Az órajel frekvenciáját a 12. lábon a 16 k $\Omega$  és a 100 pF 1 MHz-re állítja be.

Az MRN kivezetést (11. láb) egy diódával a +5 V-ra kötjük. Ez biztosítja

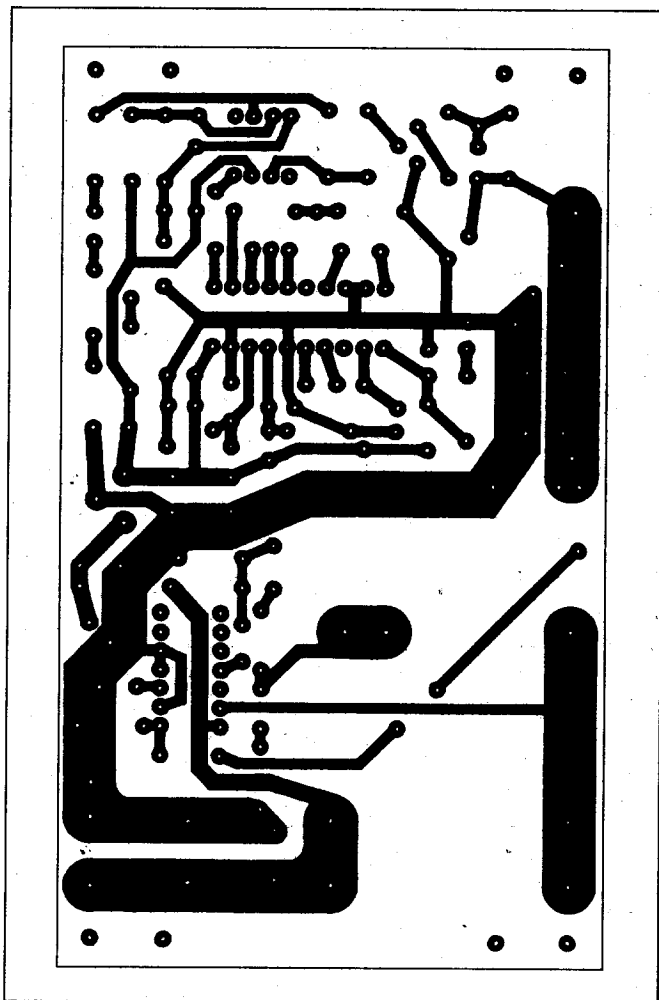
2. táblázat. A módváltató bemenetek TTL szintjei (AUX)

AUX0	AUX1	Mód
L	L	Töltés tesztelés
L	H	Csepptöltés
Z	Z	Gyorstöltés
Z	L	Csak kisütés
H	L	Kisütés, majd töltés
H	Z	Formáló töltés
H	H	10 órás töltés

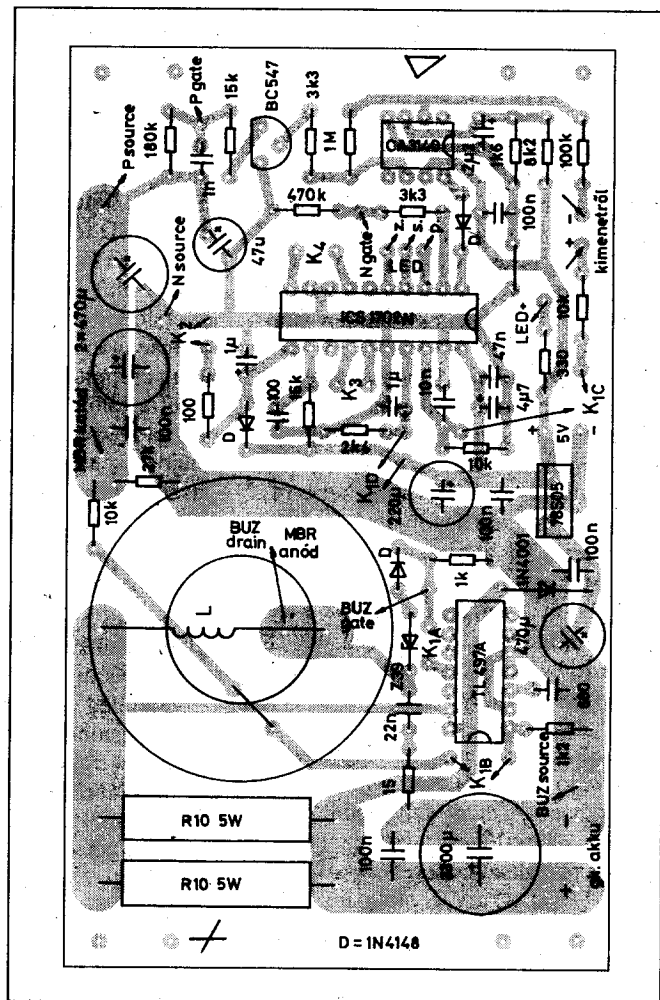
3. táblázat. A feszültségosztó ellenállások értékei

Cellák száma	$U_{be}$ [V]	$R_U$ [k $\Omega$ ]	$R_V$ [k $\Omega$ ]	$R_R$ [ $\Omega$ ]
2	12	–	10,0	526
3	12	–	20,0	760
4	12	–	30,0	2,2 k
6	14	3,0	50,0	3,0 k
7	16	5,1	60,0	3,0 k
8	18	7,2	70,0	3,0 k





6. ábra. Az elektronika nyomtatási rajza



7. ábra. Az elektronika alkatrész-elhelyezési rajza

a beállítások automatikus beírását, illetve az előzőek törlését. Egyedül csak a kisütési módban, a kisütés befejezése után van szükség a kézi beavatkozásra. A K<sub>2</sub>-es nyomógombbal léphetünk ki ebből a módból.

#### Módváltó bemenetek (AUX)

Az AUX0 (14. láb) és az AUX1 (15. láb) bemenetekre adott különböző TTL szintekkel beállíthatjuk az egyes töltési, illetve kisütési módokat. A H szint itt a +5 V-os tápfeszültséget, az L

szint a testet, a Z szint a bemenet szabadon hagyását jelenti. Ezeket a szinteket egy 2 × 6 állású fokozatkapcsolóval (K<sub>3</sub>) juttatjuk a megfelelő AUX bemenetekre. Az egyes módokhoz, szükséges TTL szinteket a 2. táblázatban

# REFLEX

*Minden ami a sikerhez kell*

R

**REFLEX**

ECLEREO

(( beyma ))

**A REFLEX Kft. saját termékeire 24 hónap, egyéb termékekre 12 hónap garanciát vállal**

**Nagy választékban import berendezések: CSAK A MINŐSÉG!**

**Bemutatóterem:**

Nyitva:  
hétfőtől-péntekig 7-17 óráig

2225 Üllő, Pesti u. 69.

Tel.: 06-29-320-071  
Tel./fax: 06-29-320-688  
Fax: 06-29-322-225

e-mail: [rsound@mail.matav.hu](mailto:rsound@mail.matav.hu)  
<http://www.reflexsound.hu>

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

megtaláljuk. (A töltés tesztelés módozatot a készülékünkben nem használjuk fel.)

#### A LED-ek visszajelzései

A kapcsolásban alkalmazott három különböző színű LED informálja a felhasználót az egyes módozatokról. Állítsuk a K<sub>3</sub>-as módoválasztó kapcsolót az 1. állásba (cseppöltés)! Ha a VIN és az OPREF feszültségek rendben vannak, akkor a PFN kimenetre (3. láb) kapcsolt piros színű LED világít, jelezve, hogy a beállított állapotok beírása megtörtént. Ezután, ha rákapcsoljuk a töltő kimenetére az akkukat, a piros LED elalszik, az MMN kimenetre (4. láb) kötött sárga LED folyamatosan világít, jelzi a 3.d. ábra szerinti fenntartó töltés folyamatát.

A K<sub>3</sub>-at gyorsöltés állásba kapcsolva az akkuk rákapcsolása után a piros LED elalszik, a CMN kimenetre (5. láb) kötött zöld színű LED folyamatosan világít, jelzi a 3.a. ábra szerinti gyorsöltés folyamatának a lágy felfutással való megindulását. Amikor a 2. szakaszban a cellák feltöltődnek, az erősebb gázfejlődés miatt az ismert módon feszültségcsökkenés következik be. Ezt az IC a VIN lábon érzékeli, átvált a 3. szakaszra (normáltöltés). A zöld LED elalszik, a sárga folyamatosan világít. Ha az akkukat nem távolítjuk el a kimenetről, akkor a sárga LED folyamatos világítása mellett, az eltelt idő után folytatódik a 4. szakasz (cseppöltés). Ha azt tapasztaljuk, hogy az akkuk rákapcsolása után a zöld LED villog, akkor annak az lehet az oka, hogy a K<sub>1</sub> cellaszám kapcsoló nem a megfelelő állásban van, vagy hibás akku van a kötegben.

A K<sub>3</sub> kapcsolóval a 3. állásban a csak kisütési módot választjuk ki. Az akku rákapcsolása után a piros LED elalszik, majd a sárga 1 másodperces ritmusban villog. A kisütés befejezése után (1 V/cella) a sárga LED elalszik. Ebben a módban az újraaktiváláshoz a K<sub>2</sub>-es törölő gombot kell használni, az MNR kivezetést (11. láb) logikailag alacsony szintre kell kapcsolni kb. 700 ms időtartamig.

A K<sub>3</sub> módoválasztó kapcsoló 4. állásában kisütést, majd töltést végez. Az akku rákapcsolása után a piros LED elalszik, a kisütés folyamata alatt a sárga LED villog. Az 1 V/cella feszültség elérése után automatikusan átvált a 3.a. ábra szerinti gyorsöltésre. A sárga

LED elalszik, a zöld folyamatosan világít.

A K<sub>3</sub> 5. állásában formáló töltést végez C/10 rátával, 10 órás időzítéssel, utána fenntartó töltésre áll korlátlan ideig, vagy míg az akkut el nem távolítjuk a töltőről. Ebben a módban a sárga LED folyamatosan világít.

A K<sub>3</sub> a 6. állásban 10 órás időzítésű módot állít be, mely azt jelenti, hogy gyorsöltéssel indít, majd a töltöttség elérése után a 10 órából visszamaradó ideig cseppöltést végez, a 10 óra elteltével a töltés leáll. A gyorsöltési idő alatt a zöld LED folyamatosan világít, majd a cseppöltésre való áttálláskor elalszik a zöld, és a sárga LED világít.

#### A töltési idő beállítása (SEL)

A SEL0 (7. láb) és a SEL1 (10. láb) bemenetekre adott különböző logikai szintekkel a töltésidőt korlátozhatjuk, illetve a szükségletnek megfelelően beállíthatjuk a gyorsöltés időtartamát és egyidejűleg a normál- és cseppöltés impulzusainak ismétlődési idejét. A szinteket és az ehhez tartozó időket az 1. táblázat tartalmazza. A 9 féle időzítési lehetőség közül csak hatot használunk, mivel a K<sub>4</sub> időállító fokozatkapcsoló csak 2 x 6 állású. A felhasználókat a táblázatban csillaggal megjelöltük.

Az idő beállítását a tervező a felhasználóra bízta. Ugyanis, ez függ a töltendő akku kapacitásától (C) és a töltőáram erősségétől (I<sub>t</sub>). Ezért a beállításához egy kis számítást kell végeznünk. Tegyük fel, hogy egy 1800 mAh-s (1,8 Ah-s) akkut 2C rátával szeretnénk tölteni. Ehhez 3,6 A-es töltőáram szükséges. A K<sub>5</sub> áramállító kapcsolóval válasszuk a hozzá közelebb álló 4 A-es beállítást. Ez valamivel több, mint a 2C ráta. A következő összefüggés

alapján kiszámítjuk percekben az elméleti töltésidőt:

$$t_{\text{min}} = k \cdot \frac{C_{\text{[Ah]}}}{I_{\text{t[A]}}} \cdot 60$$

A k töltőtényező 1,1 ... 1,4 értékű. (Idősebb akkuknál a magasabb értékkel számoljunk!)

Behelyettesítve az adatokat, a gyorsöltés idejére:

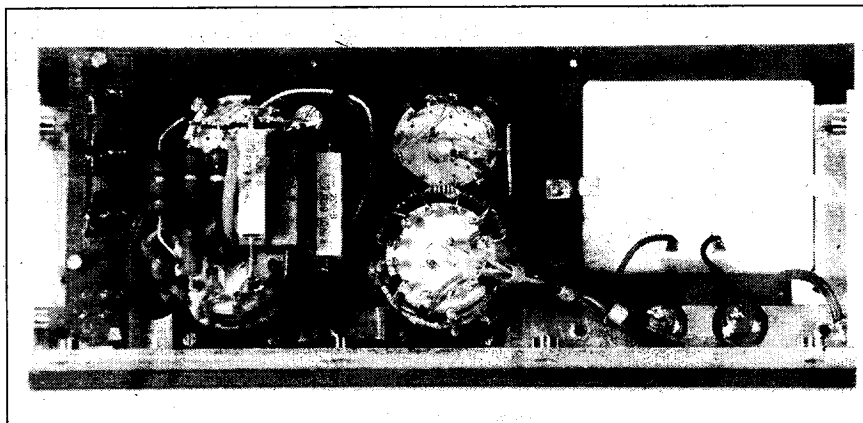
$$t = 1,4 \cdot \frac{1,8}{4} \cdot 60 = 37,8 \text{ perc adódik.}$$

Tehát használhatjuk a 39 perces időbeállítást. Biztosabb azonban, ha az 57 percest használjuk. Ez nem azt jelenti, hogy 57 percig fog tartani a gyorsöltési szakasz. Ugyanis, ha az akku eléri a teljes feltöltöttségi állapotot az elektronika leállítja a gyorsöltést, és átkapcsol a 3. szakaszra. Az 57 perces intervallumba biztos, hogy belefér a teljes töltöttség elérése.

#### A töltés-kisütés áramkörei

A töltést vezérlő impulzusok a CHG kimeneten (1. láb) jelentkeznek, aktív állapotban H szinten. A jelet a CA3140-es IC strobe bemenetére vezetjük. A jel alatt az IC kimenete H szintű, mely nyitja a BC547-es tranzisztort, ez pedig az RFP30P05-ös pFET gate-jét negatív potenciálra kapcsolja, így ez vezetővé válik. Rajta keresztül az R<sub>T</sub> ellenállások által meghatározott áramerősséggel töltődik az akkumulátor.

A kisütést vezérlő impulzusok a DCHG kimenetről (2. láb) vehetők le. A H szintű jelek leosztva az RFP15N05-ös nFET gate elektródájára kerülnek. A jel alatt az nFET vezetővé válik, így az akku az R<sub>K</sub>-n, a FET-R<sub>T</sub> úton kisül. Annak ellenére, hogy az R<sub>K</sub>



Az előlap belső szerelése

és az  $R_T$  ellenállások a kisütéskor sorba kapcsolódnak, mégis 2 ... 2,5-szeres nagyságú, ellentétes irányú áram alakul ki. Ugyanis az IC-ből kijövő impulzusok amplitúdója ennyiszor nagyobb, így jobban kinyitják az nFET-et.

A csak kisütés és a kisütés-töltés módozatban a DCHG kivezetésről 400 ms-os szélességű jelek jutnak a kisütést végző nFET gate-jére. Mindkét módozatban nincs korlátozva a kisütés ideje, ennek hossza az akkuban visszamaradt energiától függ. Addig végzi a kisütést, míg el nem éri az 1 V/cella értéket. Ezt a VIN lábon érzékeli, és befejezi a kisütést.

A különböző áramerősségekhez tartozó ellenállásokat a  $K_5$ -ös  $4 \times 6$  állású fokozatkapcsolóval változtathatjuk. A nagyobb áramok miatt két-két kapcsoló azonos állású érintkezőit párhuzamosan kötjük.

Az  $R_T$  és az  $R_K$  ellenállásokat a fokozatkapcsoló érintkezőihez forrasztjuk. Elhelyezésük megfontolást, türelmet igényel (sok darab, nagy méret!). Az  $R_T$  és az  $R_K$  értékei a 4. táblázatban megtalálhatók. A 4 A-es és az 5 A-es állásban a 2 db  $R_T$  ellenállást párhuzamosan kötjük.

A nem szabványos értékű ellenállásokat pl. az  $R_K$  3,6  $\Omega$ -ost 2 db 1,8  $\Omega$ -

4. táblázat. A töltő- és kisütő ellenállások adatai

$I_t$ [A]	$R_T$		$R_K$	
	[ $\Omega$ ]	[W]	[ $\Omega$ ]	[W]
0,5	1,8	3	3,6	3
1	0,89	3	1,8	3
2	0,47	4	1,0	4
3	0,33	5	0,68	5
4	$2 \times 0,47$	5	0,47	5
5	$2 \times 0,39$	5	0,39	5

os, az  $R_T$  0,89  $\Omega$ -ost 0,33  $\Omega$  és 0,56  $\Omega$  sorba kapcsolásával megkaphatjuk.

A FET-eket hűtőbordára kell szerelni, egymástól és a bordától elszigetelten. Típusukhoz nem kell feltétlenül ragaszkodni, nem biztos, hogy ugyanezeket be tudjuk szerelni. A feszültség- és az áramadatokhoz, valamint a kapcsolási sebességekhez azonban ragaszkodjunk! A felhasznált FET-ek adatai az 5. táblázatban láthatók.

Az áramerősség megfigyelésére, – az impulzusüzem miatt tehát nem a pontos mérésére –, egy 500  $\mu$ A érzékenységű, 650  $\Omega$  belső ellenállású kivezérlésmérő műszert (VU-méter) is beépítettünk a kimenet pozitív ágába. Söntként 2 db 0,1  $\Omega$ -os 5 W-os ellenállást

lást kapcsoltunk párhuzamosan. Ezzel kb. 6 A-es áram hozza a mutatót végkitérésbe. Töltésnél a leolvasás az állandó változás ellenére is megvalósítható. Kisütésnél a rövid impulzusok miatt éppen csak megindul a mutató ellenkező irányban. Szerencsére az ütközésig van még helye, sőt odáig nincs is ideje eljutni. A készülék elektronikájának nyomtatási rajza a 6. ábrán, a beültetési rajza a 7. ábrán látható. A nyák-on a vastag vonalakat még erősítsük meg sodrott rézvezeték ráforrasztásával.

A kapcsolók, a LED-ek, a hűtőbordákon lévő alkatrészek és az elektronika panelja között huzalozással létesítünk kapcsolatot. A kapcsolódási helyek a beültetési rajzon meg vannak jelölve. Mivel viszonylag sok kapcsolatot kell létesíteni, legyünk nagyon figyelmesek!

Kedvezőbb a helyzet, ha a töltőnket csak egyfajta akkuköteghez, egyfajta töltésmódra akarjuk megépíteni. Leggyakrabban a gyorstöltésre van szükségünk, így elmaradhatnak a kapcsolók, a szükséges osztó ellenállások felső tagjai is a panelre helyezhetők. Töltésmód és az idő beállítása is a panelen megvalósítható. Sőt, ha 6-nál nem több cellából áll a kötegünk, a DC/DC átalakítóra sem lesz szükségünk. Ha csak töltésmódra építjük meg az eszközt, akkor a  $K_2$ -es nyomógomb és a 100  $\Omega$ -os ellenállás sem kell. A kijelző műszer sem feltétlen tartozéka a töltőnek. Ezek figyelembe vételével eléggé „kopaszra nyírható” az eszközünk, viszonylag kisebb méretűre elkészíthető.

## A készülék mechanikai felépítése

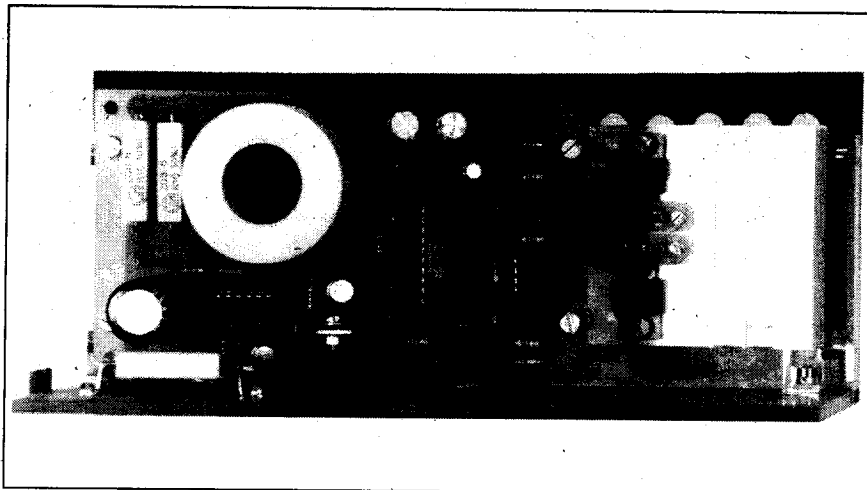
A mintakészülék doboza bakelit lemezből készült, mérete  $200 \times 115 \times 86$  mm. Az egyes lapok 15-ös szőgalumínium segítségével, csavarozással vannak összeerősítve. Mivel a hűtőbordák is a dobozban vannak elhelyezve, a megfelelő levegőjárásról a doboz aljának és tetejének (esetleg hátuljának is) perforálásával gondoskodjunk! Ízlésünknek megfelelő színűre festhetjük pl. nitrolakkal szórásos eljárással. A mintakészülék sötétebb metálbarna színű, az előlap takarólemeze világosdrapp. A feliratozás csőtollal, fekete tustintával készült.

A festési technológiáról az előző, hasonló témájú leírásaimban találhatunk utalást.

(Folytatás a 154. oldalon)

5. táblázat. A FET-ek adatai

Típuszám	$I_D$ [A]	$U_{DS}$ [V]	$R_{DS}$ [ $\Omega$ ]	$P_D$ [W]	Fajta
RFP 15N05	15	50	0,14	60	nFET
RFP 30P05	30	50	0,065	120	pFET
BUZ 11	30	50	0,04	75	nFET



A készülék belső felépítése

# bevevőkapcsolások

## Sztereoeerősítő a nosztalgia jegyében

Plachtovics György, SOMOS Kft.

A hazai rádiógyártás az '50-es évek végén, a '60-as évek elején élte fénykorát. A magyar ORION ekkor készítette az AR512, az AR602 és az AR612 „középszuper”, valamint az AR702 és az AR704 „nagyzsüper” rádióvevő-készülékeket. A TERTA (Telefongyár) zeneszekerénye a T528MG is ekkor került forgalomba, lemezjátszóval és orsós magnetofonnal. Ezekre a berendezésekre a következők voltak jellemzők. Szépen kivitelezett fakáva; ez általában jól illeszkedett a kor bútorstílusához. A nagyméretű fadóboz a mélyhangátvitelt is lehetővé tette. Nagyméretű, jól megvilágított, áttekinthető skála. Kiváló rádiófrekvenciás paraméterek. A meglepően jó hangot a külön-külön magas- és mélyhangszín-szabályozás, valamint a hangregiszter (előre beállított frekvenciamenet) és a fiziológiai hangerőszabályozás biztosította. A készülékek többhangszórós felépítésűek voltak, nagyméretű kimenőtranszformátort és jól terhelhető tápegységet tartalmaztak. A kimeneti teljesítményük 2...4 W körüli volt. Hangjuk mégis „nagyak” tűnt a jó minőségű, papírmembrános hangszóróknak köszönhetően. Az ORION által gyártott PD160, PD161, PD200, PD201 jelzésű hangszórók jó minőségűek voltak, a hangszórók jó hatásfokkal dolgoztak. Egyes típusok pótkónusszal (tweter-rel) készültek – így magashangszugárzásuk jelentősen javult.

Az itt ismertetésre kerülő erősítő azokat az áramköri megoldásokat tartalmazza, amelyeket ezekben a készülékekben alkalmaztak. A beépített elektroncsövek hasonlóak. Kiválasztásuknál döntő szempont volt a beszerezhetőség. A mintapéldány sztereó változatban készült el. Amennyiben a monó változat mellett döntünk, akkor kisebb (fele teljesítményű) tápegység is meg-

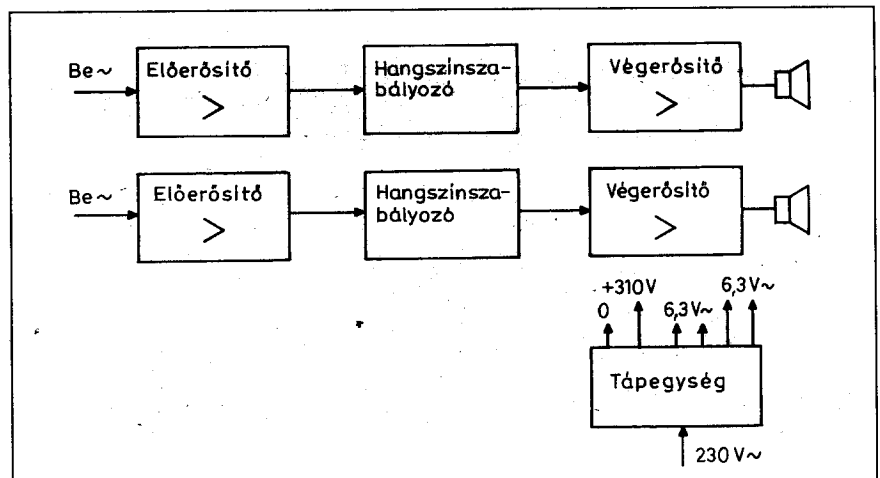
felel. Az erősítő tömbvázlata az 1. ábrán látható. Az egyes egységeket ennek megfelelően tárgyaljuk.

### Műszaki adatok

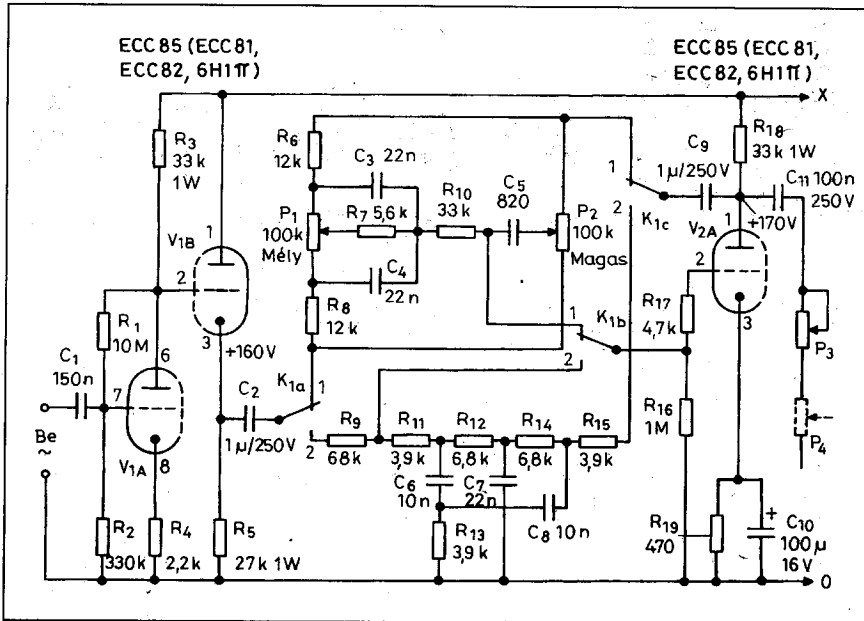
Bemeneti érzékenység	100 mV
Bemeneti impedancia	>330 k $\Omega$ (f = 1 kHz)
Jel/zaj viszony	>60 dB (P <sub>KI</sub> = 4 W)
Hangszín-szabályozó, – zene 20 Hz-en 20 kHz-en – beszéd 2 kHz-en	+16,7 ... -17,7 dB +17,7 ... -18,4 dB +15 dB
Kimenőteljesítmény	5 W (R <sub>t</sub> = 8 $\Omega$ , k < 2%)
Egyéb szolgáltatás	ki- és bekapcsolható fiziológiai hangerőszabályozás

### Előfok és hangszínszabályozó

Elvi kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. A hangfrekvenciás jel a C<sub>1</sub> csatoló-kondenzátoron át a V<sub>1A</sub> trióda rácására kerül. A rácselepfeszültséget az R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> osztó, valamint az R<sub>4</sub> katódelLENÁLLÁS állítja be. Ezzel az áramköri megoldással nagy mérvű negatív visszacsatolást valósítunk meg, amely beállítja a fokozat erősítését, csökkenti torzítását. A V<sub>1A</sub> trióda erősítése 17 dB. E trióda anódjához galvanikusan csatlakozik a V<sub>1B</sub> trióda rácása. A V<sub>1B</sub> trióda katódkövető kapcsolásban üzemel. Az ilyen típusú kapcsolást a nagy bemenő- és a kis kimenő-impedancia jellemzi. A nagy bemenő-impedancia alig terheli az előző (V<sub>1A</sub>) triódás erősítő fokozatot. A kis kimenő-impedancia a hangszínszabályozó működése szempontjából lényeges. Az R<sub>5</sub> katód-munkaellenállásról a jel a C<sub>2</sub> kondenzátoron át a K<sub>1</sub> kapcsolóra jut. A kapcsoló 1. állása a „zene”. Ekkor a V<sub>1B</sub> és a V<sub>2A</sub> elektroncső közé egy Baxandall-típusú hang-



1. ábra. Az erősítő tömbvázlata



2. ábra. Az előerősítő és a hangszínszabályozó kapcsolási rajza

színszabályozó kapcsolódik be. A keresztelési frekvencia 1 kHz. A szabályozószervek „A” jelzésű, azaz lineáris karakterisztikájú potenciométerek. A hangszínszabályozó áramkörnél az emelő és a vágó tagok emelési és vágási frekvenciája állandó, a frekvenciamenet meredeksége változtatható. A szabályozás tartománya viszonylag széles; a frekvenciamenetet maximális emelés, illetve vágás állásban a 3. ábra szemlélteti. A  $K_1$  kapcsoló 2. állása a „beszéd”. Mint tudjuk, a középhangok kiemelésével jelentősen javul a beszéd érthetősége. Rádiójátékok, hírek, színházi közvetítések hallgatásához célszerű a szűrőt bekapcsolni. A  $V_{1B}$  és a  $V_{2A}$

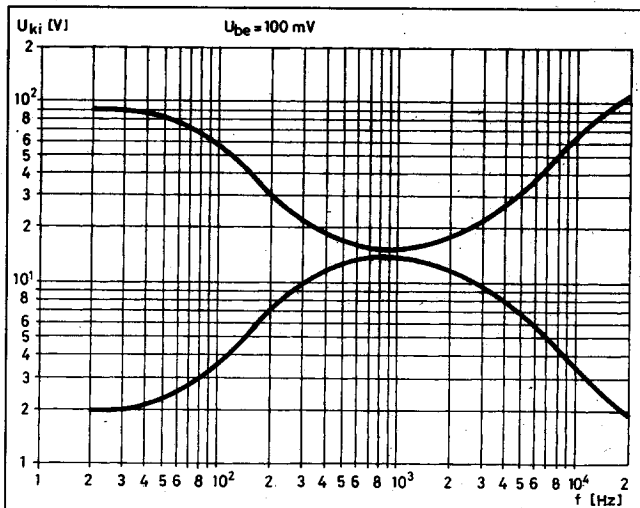
elektroncső közé kapcsolt, áthidalt T típusú szűrő frekvenciamenetét a 4. ábrán láthatjuk. A szűrő rezonanciapontja kb. 2 kHz.

A  $V_{2A}$  trióda rácscsőfeszültségét az  $R_{19}$  katódellenállás állítja be. A  $C_{10}$  katódkondenzátor a katódellenálláson fellépő váltóáramú negatív visszacsatolást szünteti meg, ezzel növelve a fokozat erősítését. A felerősített jel kicsatolása a  $C_{11}$  kondenzátoron keresztül történik. A balanszszabályozás a  $P_3$  lineáris karakterisztikájú dupla potenciométerrel történik. A potenciométert „keresztbe” kötöttük. Amikor az egyik oldal értéke csökken, akkor a másik oldal értéke nő. Ezt a bekötését szem-

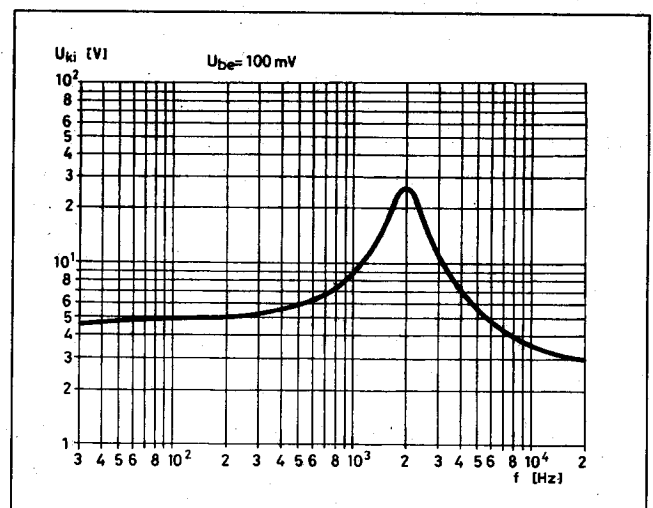
lélteti az 5. ábra. A balanszszabályozó átfogása 8 dB. Ezzel a megoldással, hogy csatornánként külön potenciométerrel végezzük a balanszálítást, nem hozunk létre földhurkot a két (jobb és bal) csatorna között. A zaj ezáltal jelentősen csökken. A balanszpotenciométerek alsó pontjához kapcsolódik a  $P_4$  pozíciószámú logaritmikus karakterisztikájú dupla hangerő-szabályozó-potenciométer.

## Végerősítő

Kapcsolási rajza a 6. ábrán látható. A hangszínszabályozóból a balansz potenciométeren át a hangfrekvenciás jel a  $P_4$  hangerő-szabályozó-potenciométerre jut. A potenciométer csúszkája a  $V_{2B}$  trióda rácshoz kapcsolódik. A potenciométer alsó pontja az  $R_{20}$ ,  $C_{12}$ ,  $R_{21}$  RC-komplexumon keresztül csatlakozik a földre, a  $C_{14}$ ,  $R_{25}$  és  $R_{31}$  RC tagokon keresztül pedig a  $Tr_1$  kimenőtranszformátor szekunder tekercséhez kapcsolódik. Az  $n_2$  szekunder tekercsről frekvenciafüggő negatív visszacsatolás valósul meg. A potenciométer alsó pontjához kötött negatív visszacsatolás fiziológiai hangerőszabályozást biztosít. Az emberi fül „frekvenciame-nete” a hangerő nagyságával változik. Nagy hangerőnél gyakorlatilag egyenes. A hangerő csökkenésével egyre több mélyhangot és valamennyi magashangot igényel a középhangokhoz képest. Sokszor halljuk, hogy nagy hangerőnél szebb a berendezés hangja. Ez a megállapítás ellenkező a fizika törvényeivel. Tudjuk, hogy még a negatív visszacsatolt végerősítőknél is ki-



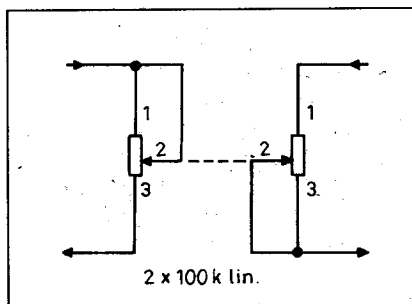
3. ábra. A hangszínszabályozó átvitele maximális emelés, ill. vágás esetén



4. ábra. A beszéd-szűrő átviteli görbéje

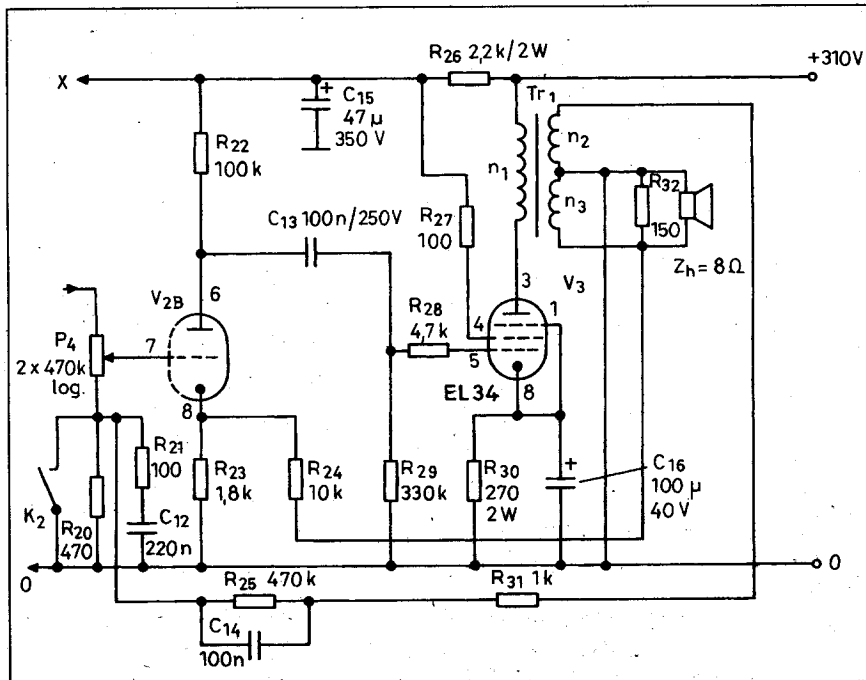
menőteljesítmény növelésével emelkedik a torzítás értéke. Mégis, nagyobb hangerőnél szőbbnek tűnik a hang. Ennek oka az emberi fül tökéletlensége. A fülkarakterisztika szintfüggőségét mutatja be a Fletcher-Munson-görbesor, amely a 7. ábrán látható. Olyan szabályozó, amely ezt a görbesereget reprodukálja, egyszerű eszközökkel nem készíthető el. A gyakorlatban megvalósított áramkörök csak közelítik a Fletcher-Munson-görbesort. A '60-as években a hazai ipar nem gyártott több ponton megcsapolt potenciométert. Ezzel lehet ugyanis a legegyszerűbben megvalósítani a fiziológiai szabályozást. A megcsapolásokhoz kapcsolódó RC tagokkal járulékos mély- és magashang emelést lehet létrehozni a középhangokhoz képest. A korrekciós tagok ki- és bekapcsolhatók. A külföldi készülékeken a LOUDNESS jelű kapcsolóval történik ez a művelet.

A konstruktőrök szellemes áramköri megoldással létrehoztak egy, a fiziológiai szabályozást utánzó áramkört. Mi is ezt alkalmazzuk. Amikor a P<sub>4</sub> potenciométer csúszkája a felső tar-



5. ábra. A balanszszabályozó potenciométer bekötése

tományban van, alig érvényesül a frekvenciafüggő negatív visszacsatolás. A hangerő csökkenésével a V<sub>2B</sub> cső rácsára egyre erőteljesebben hat a visszacsatolás. A 8. ábra szemlélteti a végerősítő frekvenciamenetét különböző kimenőteljesítményeknél. Itt jegyzem meg, hogy dupla jó minőségű potenciométert igen nehéz feladat vásárolni. A volt NDK-s (RFT) által gyártott jó minőségű grafitpogácsás körpályás és tolopotenciométerek ma már nem kaphatók. Eltűntek a TESLA gyár hasonló paraméterű potenciométerei is. Ezeket megadták az együttfutás dB-ben. A jelenlegi kínálat szegényes és rossz minőségű. Eredetük kideríthetetlen. Sajnos sokszor a szétkopott po-

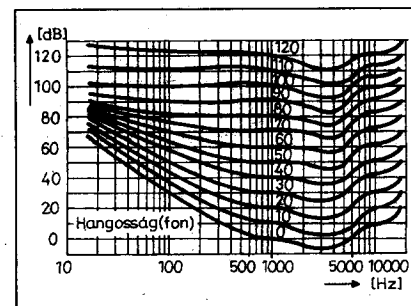


6. ábra. A végerősítő kapcsolási rajza

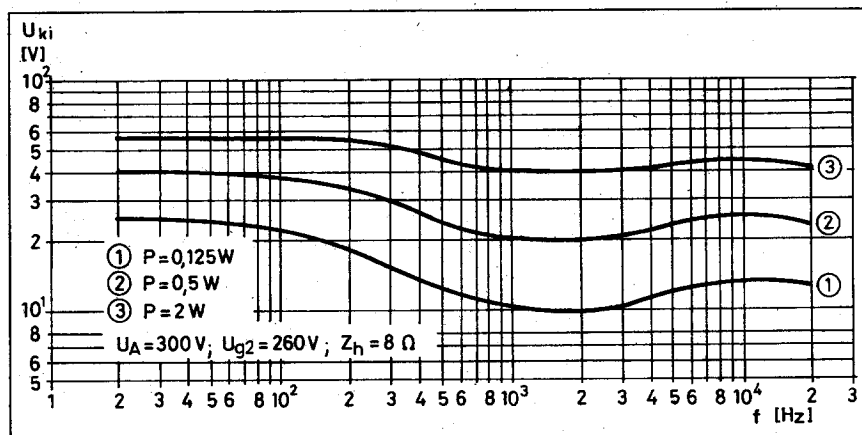
tenciométer miatt kell egy még ma is működő készüléket leselejtezni. A K<sub>2</sub> kapcsoló zárásakor a visszacsatoló láncot rövidre zárjuk, megszüntetve a fiziológiai szabályozást.

A hangfrekvenciás jel a P<sub>4</sub> hangerő-szabályozó potenciométer csúszkájáról a V<sub>2B</sub> trióda rácsára jut. A trióda anódjáról a felerősített jel a C<sub>13</sub> csatoló-kondenzátoron át jut a V<sub>3</sub> végerősítő-cső rácsára. A végerősítő előfeszültségét az R<sub>30</sub> katódelállás állítja be. Az ellenálláson átfolyó anód- és segéd-rácsáram feszültségesést hoz létre. Nagyobb anódáram nagyobb feszültségesést produkál. A rácselőfeszültség megnő, az anódáram csökken és gy-

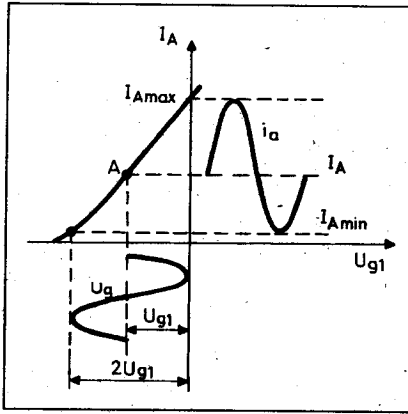
korlatilag beáll az eredeti értékére. Innen ered az elnevezés: automatikus rácselőfeszültség előállítás. A katódelállással párhuzamos C<sub>16</sub> kondenzá-



7. ábra. A Fletcher-Munson-görbesor



8. ábra. Átviteli görbe bekapcsolt fiziológiai szabályozás esetén



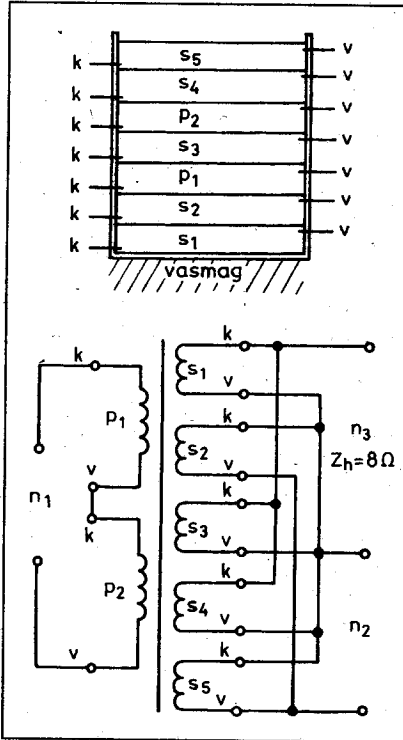
9. ábra. Az „A” osztályú erősítő vezérlése

tor a vezérlés ütemében létrejövő váltakozó feszültség kialakulását szünteti meg, amely negatív visszacsatolást hozna létre. A vezérlőrácscsal soros  $R_{28}$ , valamint a segédrács körében lévő  $R_{27}$  ellenállás a nagyfrekvenciás vadrezgések kialakulását akadályozzák meg. A végerősítő típusa EL34. Ezt az elektroncsövet közel negyven éve konstruálták kimondottan hangfrekvenciás végerősítés céljára. Az elektroncsövet ma is gyártják Szlovákiában, az üzletekben kapható. A végerősítőcső néhány lényegesebb tulajdonsága a következő:

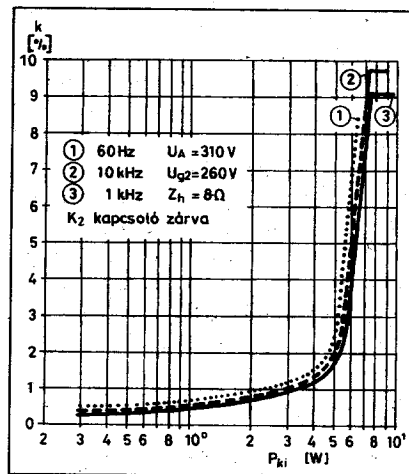
Típusjel	EL34
Foglalat	Oktál (8 csapos)
Fűtőfeszültség	6,3 V
Fűtőáram	1,5 A
Meredekség (S)	12 mA/V
Max. anóddisszipáció ( $P_a$ )	25 W
Max. anód-feszültség ( $U_{A0}$ )	800 V
Max. katódiáram ( $I_k$ )	150 mA

A végerősítő „A” osztályú beállításban üzemel. Az „A” osztályú erősítőnél a munkapont a rácskarakterisztika lineáris szakaszának a közepére kerül. Ezzel biztosítható a legnagyobb kivezérlés a legkisebb torzítás mellett. A vezérlőfeszültség értéke akkora lehet, hogy a cső rácsa ne csússzon a lezárási feszültségbe, illetve a pozitív tartományba. Az „A” osztályú erősítőt nagy nyugalmi áramfelvétel jellemzi, amely kivezérlés hatására alig változik. A nagy nyugalmi áram miatt a végerősítő hatásfoka 50%-nál rosszabb. A régebbi

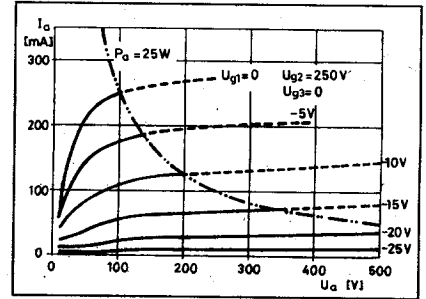
típusú készülékekben előszeretettel alkalmazták egyszerűsége miatt. Az „A” osztályú erősítő vezérlését a 9. ábrán láthatjuk. A végerősítő anód-, segéd-  
rácsfeszültségét, valamint az anód-  
áramát akkorára kell választani, hogy ne lépjük túl a disszipációs hiperbola által határolt területet. Az EL34-es végerősítőcső disszipációs görbéje a 10. ábrán található. A görbéről leolvasható, hogy a 310 V-os anód-



11. ábra. A kimenőtranszformátor tekercseinek kapcsolása



12. ábra. A végerősítő harmonikus torzítása különböző frekvenciákon a teljesítmény függvényében



10. ábra. Az EL34 elektroncső disszipációs görbéje

feszültségénél az anódáram felső értéke 80 mA. A mintapéldány anódáramát 65 mA-re állítottuk be. A cső optimális illesztő-ellenállása 3,5 k $\Omega$ .

A  $T_1$  kimenőtranszformátor határozza meg lényegében az erősítő átviteli sávját, torzítását. Az „A” osztályú (szimpla) végerősítőknél a kimenőtranszformátoron átfolyó nyugalmi anódáram jelentős előmágnesezést okoz. Az előmágnesezés miatt csökken a vasmag mágneses kivezérlhetősége, ezért a vasmagot légréseesen kell összerakni. A megfelelő magashangátvitel érdekében osztott tekercselést alkalmaztunk. A primer tekercset kétféle, a szekunder tekercset öt részre osztottuk. A transzformátort hiperszil anyagú, tekercselte szalagmagra készítettük el. Ezekkel a korszerű mágneses anyagokkal kisebb geometriájú, jobb paraméterű transzformátorok készíthetők, mint az EI- vagy az M-lapos elődjeikkel. Az egyenáramú előmágnesezés miatt a transzformátor magjai között 0,2 mm-es légrést alakítottunk ki prespán lemezről. A kimenőtranszformátor tekercselési adatait az 1. táblázat, a tekercsvégek összekötését a 11. ábra szemlélteti.

A kimenőtranszformátor két szekunder tekercset tartalmaz. Az  $n_2$  tekercsről történő negatív visszacsatolással valósítjuk meg a fiziológiai hangerőszabályozást. Az  $n_3$  szekunder tekercs működteti a hangszórót. Ennek sarkairól az  $R_{24}$  ellenálláson át negatív visszacsatolást valósítunk meg a  $V_{2B}$  trióda katódjára. A negatív visszacsatolás mértéke 15 dB. Ez a negatív visszacsatolás a következők miatt szükséges. Az  $n_2$  tekercsről megvalósított negatív visszacsatolás – mint azt az előzőekben leírtuk – nagy hangerőnél szinte hatástalan. Amennyiben zárjuk a  $K_2$  kapcsolót, akkor meg is szűnik a visszacsatolás. A negatív visszacsatolás nélküli végerősítők torzítása a ki-

1. táblázat. A kimenőtranszformátor adatai

Tekeracs	Te-keracs jele	Menet-szám	Huzal	Megjegyzés
Primer $n_1$	P <sub>1</sub>	1450	Ø0,22 Mz	A tekerceselési sorrend a 11. ábrán látható. A primer és szekunder tekercek között 2 réteg 0,2 mm-es prespán szigetelés. A primer sorai között 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés van.
	P <sub>2</sub>	1450		
Szekunder $n_2$	S <sub>1</sub>	120	Ø0,3 Mz	
	S <sub>3</sub>	120	Ø0,6 Mz	
	S <sub>4</sub>	120	Ø0,3 Mz	
Szekunder $n_3$	S <sub>2</sub>	120	Ø0,22 Mz	
	S <sub>5</sub>	120		

Vasmag: SM-74, hiperszil anyagú, tekerceselt szalagmag

2. táblázat. A hálózati transzformátor adatai

Tekeracs	Te-keracs jele	Menet-szám	Huzal	Megjegyzés
Primer	$n_1$	780	Ø0,5 Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. Az $n_1$ , $n_2$ és $n_3$ tekercek között 3 réteg 0,2 mm-es prespán szigetelés van. Az egyes szekunder tekercek között 1 réteg 0,2 mm-es prespán szigetelés van.
	$n_2$	840	Ø0,35 Mz	
Szekunder	$n_3$	23	Ø1,2 Mz	
	$n_4$	23	Ø1 Mz	
	$n_5$	36	Ø0,35 Mz	

Vasmag: SM-85a, hiperszil anyagú, tekerceselt szalagmag

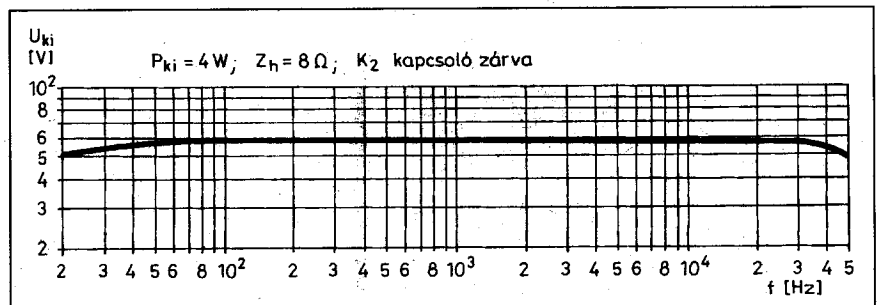
menőteljesítmény növelésével szintén növekszik. A negatív visszacsatolt erősítőnél a torzítás a teljesítmény növelésével alig, majd ezután meredeken emelkedik. Általában ebben a pontban adják meg (2%) a névleges kimenőteljesítményt. A régebbi rádióvevő-készülékek kimenőteljesítményét először 10%-os, majd 5%-os jelalaktorzításnál adták meg. A mintapéldányt megmértük harmonikusorzítás-mérővel. A mért eredmények a 12. ábrán láthatók.

Az  $n_3$  tekerccsel párhuzamosan kapcsolt  $R_{32}$  ellenállás szerepe a következő. Nyitott szekunder tekerccsnél (leszakadt hangszóróvezeték), nagy hangerőnél megugrik a feszültség az  $n_1$  tekeracs sarkain, amely rossz esetben a transzformátor átütését eredményezi. Az  $R_{32}$  ellenállás a jelenség létrejöttét akadályozza meg.

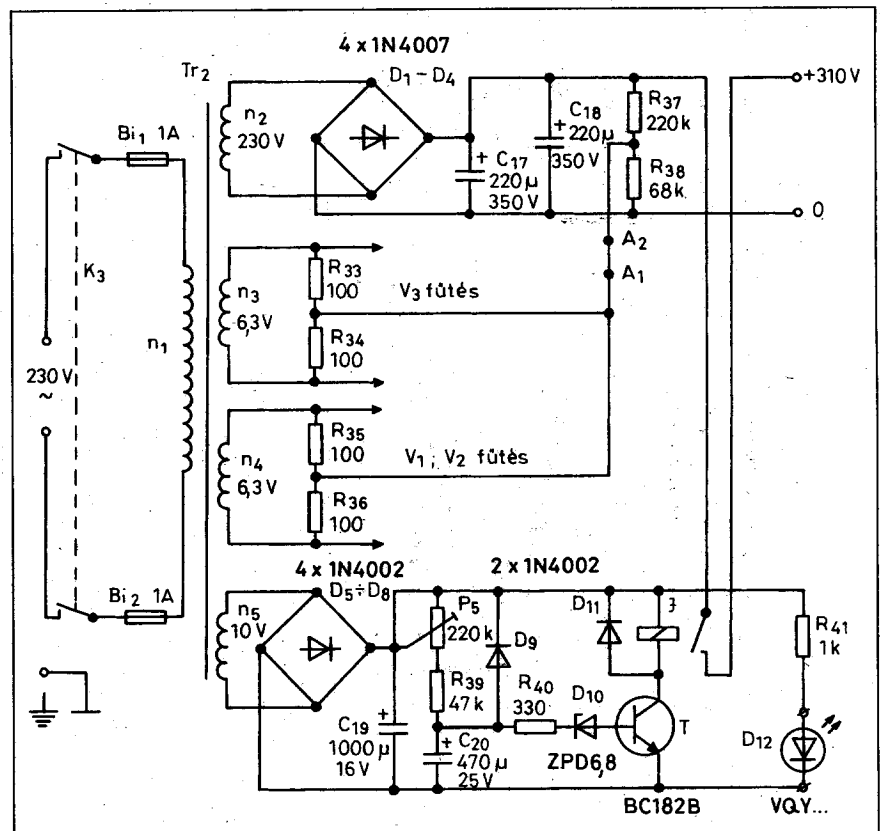
Megmértük a végerősítő frekvenciamenetét 4 W kimenőteljesítménynél. Ezt szemlélteti a 13. ábra.

### Tápegység

Kapcsolási rajzát a 14. ábra tartalmazza. A védőföldes csatlakozón, a  $K_3$  kétármkörös kapcsolón, valamint a  $B_1$  és  $B_2$  olvadóbetéten át a hálózati feszültség a  $Tr_2$  transzformátor  $n_1$  tekercsére jut. Az anódfeszültséget az  $n_2$  tekeracs szolgáltatja. A kétutas egyenirányítást a  $D_1$ - $D_4$  Graetz-híd végzi. A pulzáló egyenfeszültség szűrését a  $C_{17}$  és a  $C_{18}$  elektrolitkondenzátor végzik. Az elektrolitkondenzátorral párhuzamosan kapcsolt  $R_{37}$ ,  $R_{38}$  osztó kettős feladatot lát el. Kikapcsoláskor kisüti a kondenzátorokat, így elkerülhetjük egy nagy áramütés lehetőségét. Az osztó-

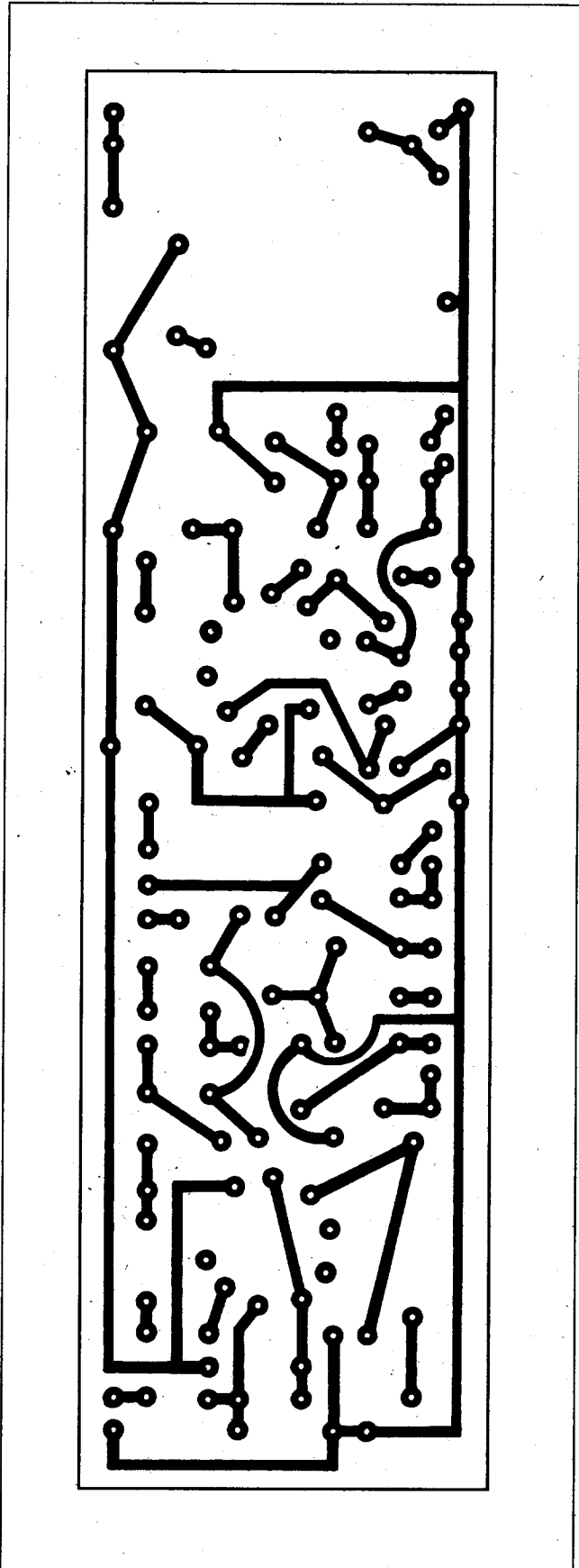


13. ábra. A végerősítő frekvenciamenete

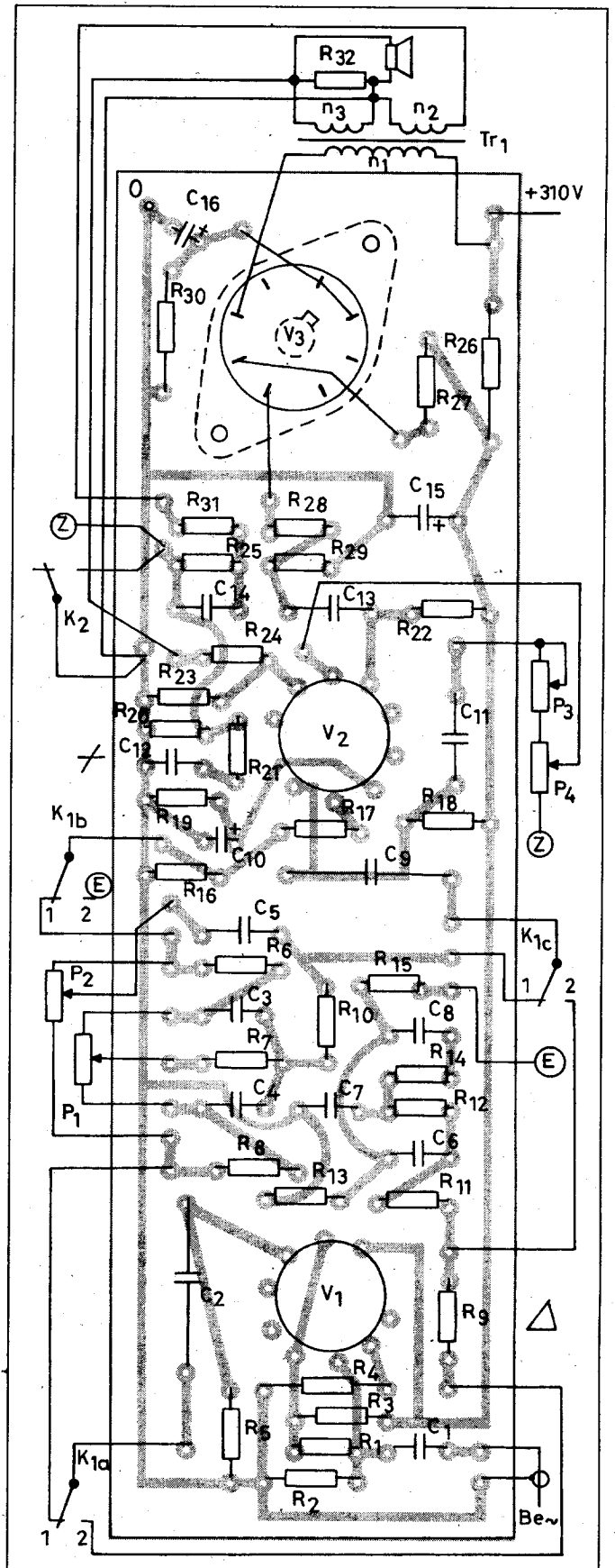


14. ábra. A tápegység kapcsolási rajza

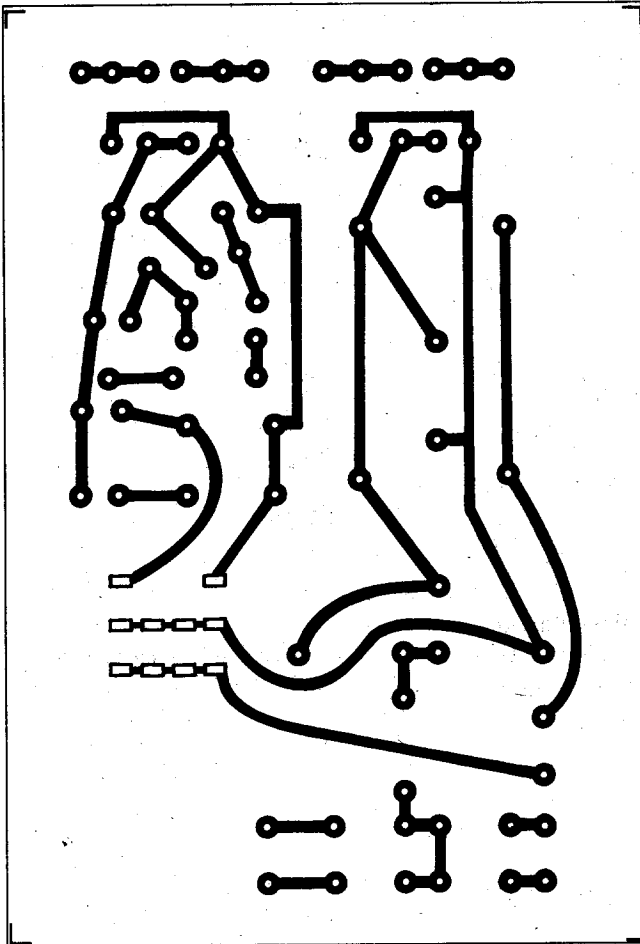




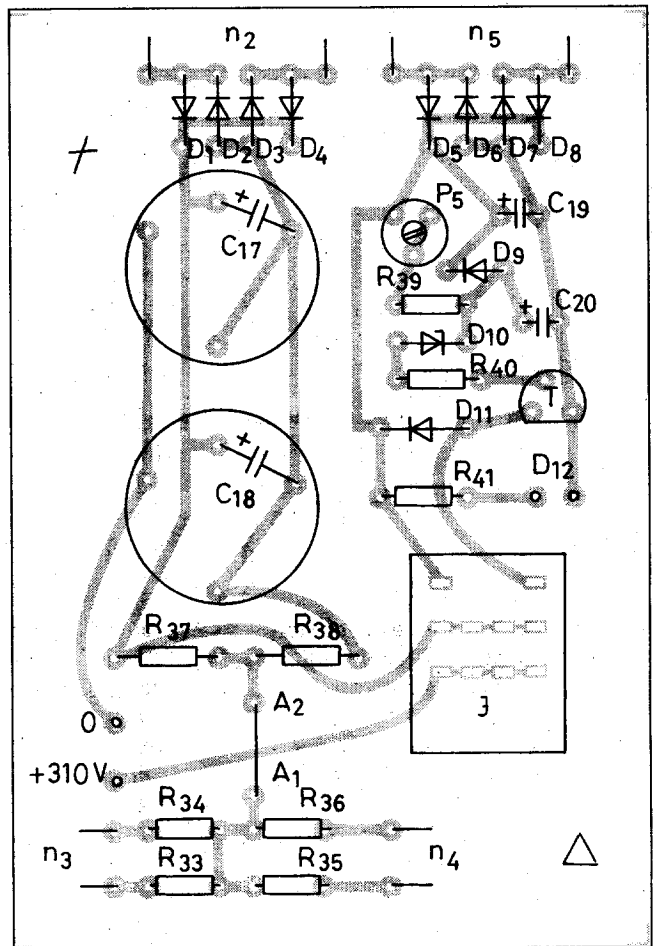
15. ábra. Az előerősítő, a hangszínszabályozó és a végerősítő nyomtatási rajza



16. ábra. Alkatrész-beültetési rajza a 15. ábrához

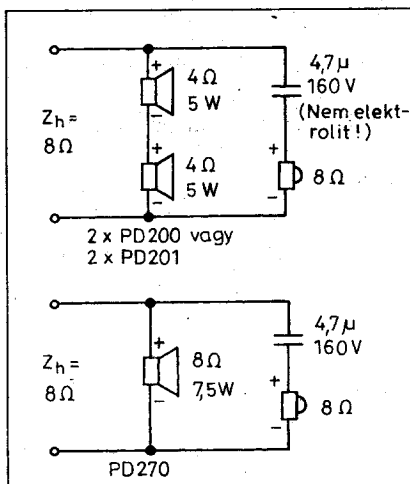


17. ábra. A tápegység nyomtatási rajza

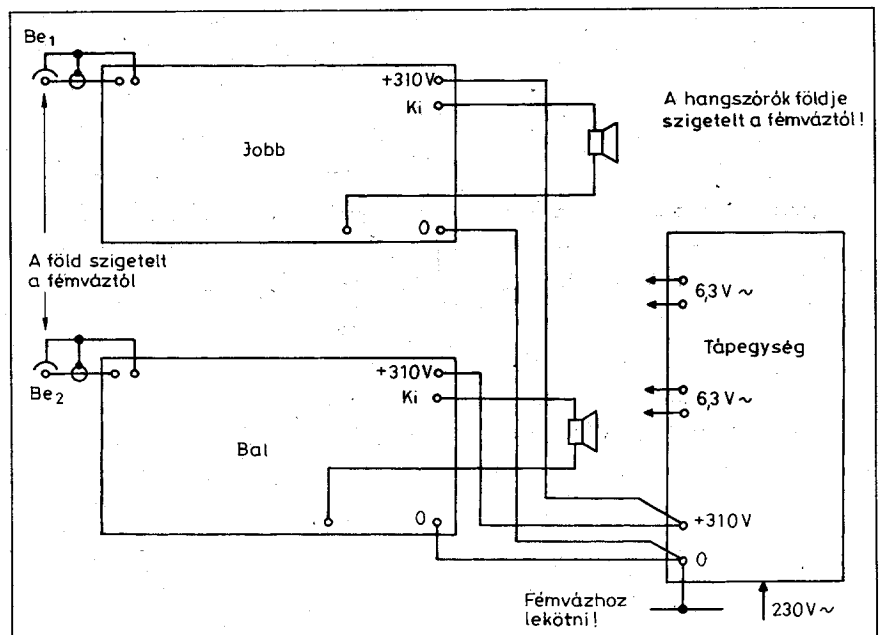


18. ábra. A tápegység alkatrész-beültetési rajza

pontban a földhöz képest +73 V feszültség jön létre. Az elektroncsövek fűtőszálait erre a potenciálra emeljük a földhöz képest. Ezzel jelentős brummszökkenést érünk el, mert a katód és a



19. ábra. A hangszórók bekötése



20. ábra. Az erősítő huzalozása

fűtőszál közötti átvezetés hatását megszüntetjük. A csövek élettartama többszörösére növelhető az anódfeszültség késleltetett bekapcsolásával. A tranzistoros késleltető kapcsolás is ismerős. Több csöves kapcsolásnál használjuk, itt megtalálható működésének leírása. A késleltetés idejét a P<sub>5</sub> potenciométerrel állíthatjuk be. Tekintettel az EL34 robusztus katódfelületére, a késleltetést körülbelül 30 másodpercre célszerű beállítani. A bekapcsolás tényét az erősítő előlapján elhelyezett D<sub>12</sub> világítódioda jelzi.

A hálózati transzformátor is hiperszil anyagú, tekercselt szalagmagra készült. Adatait a 2. táblázat tartalmazza.

### Megépítés, bemérés

Az ellenállások 0,6 W-os fémréteg típusúak. Az ennél nagyobb teljesítményűt a kapcsolási rajzon külön jeleltük. A kondenzátorok üzemi feszültsége szintén a kapcsolási rajzon található meg.

Az előerősítő, hangszínszabályozó és végerősítő egy közös nyomtatott áramkörti lapon található. A nyomtatási rajz a 15. ábrán, míg az alkatrész-beültetési rajz a 16. ábrán látható. A novál csőfoglatok is nyák-ba ültethetőek. Ezeket meglehetősen nehéz beszerezni. Csöves ORION vagy VIDEOTON televízióból „kitermelhetünk” ilyen aljzatokat. Beépítés előtt a foglalat lábait tisztítsuk meg és ónozzuk újra; így elkerüljük az oxidos láb okozta kontakthibákat. Sajnos az oktál foglalatból (EL34) nem gyártottak nyakos típust. A panelon lombfűrészsel kivágjuk a

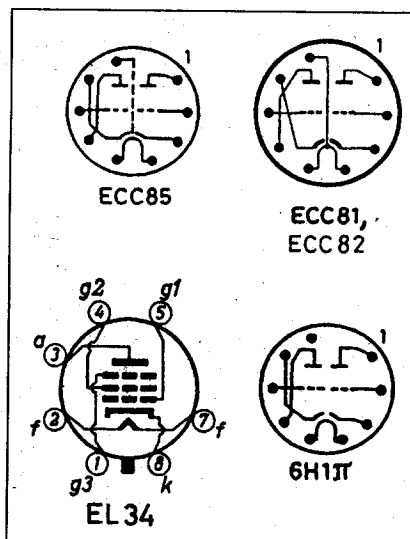
csőaljzat helyét, majd rövid huzaldarabokkal a csőaljzat lábait a megfelelő ponthoz forrasztjuk. Ezt a megoldást javaslom a novál csőfoglatoknál is, ha nem sikerül nyomtatott áramkörti típust beszerezni.

A tápegység nyomtatási rajza a 17. ábrán, míg az alkatrész-beültetési rajza a 18. ábrán található. A J jelfogó 12 V-os. Beépíthető az OMRON (japán), vagy az ezzel azonos bekötésű RE-CO gyártmány. Az OMRON jelfogó típusa MY4-4, a tekercs ellenállása 160 Ω. A RE-CO jelfogó típusa GPM-4, a tekercsének ellenállása 200 Ω. Természetesen más hasonló jelfogó is megfelel, de ebben az esetben ellenőrizzük a nyomtatás helyességét.

Az elektromos bemérést a tápegységgel kezdjük. Zárjuk a K<sub>3</sub> hálózati kapcsolót. A C<sub>18</sub> elektrolitkondenzátor sarkain névleges hálózati feszültségnél 320 V-ot mérünk, terheletlenül. A megengedett eltérés 10 V. Itt is felhívom a figyelmet a körültekintő, óvatos munkára. Az anódfeszültség 320 V, a terhelhetősége 200 mA. Ez bőven elegendő halálos áramütés létrejöttéhez, ha nem tartjuk be az előírt rendszabályokat! Az R<sub>38</sub> ellenállás sarkain körülbelül 73 V egyenfeszültséget mérünk.

Az anódfeszültség késleltetett bekapcsolási idejét a P<sub>5</sub> potenciométerrel állítjuk be. A javasolt idő 30 másodperc, vagy ennél több. Összekábelezük az erősítőt és a tápegységet.

Ellenőrizzük a kapcsolási rajzon megadott feszültségértékeket. Lényeges eltérés esetén ellenőrizzük a beépített alkatrészeket, esetleg cseréljük elektroncsövet. Az egyes pontokon



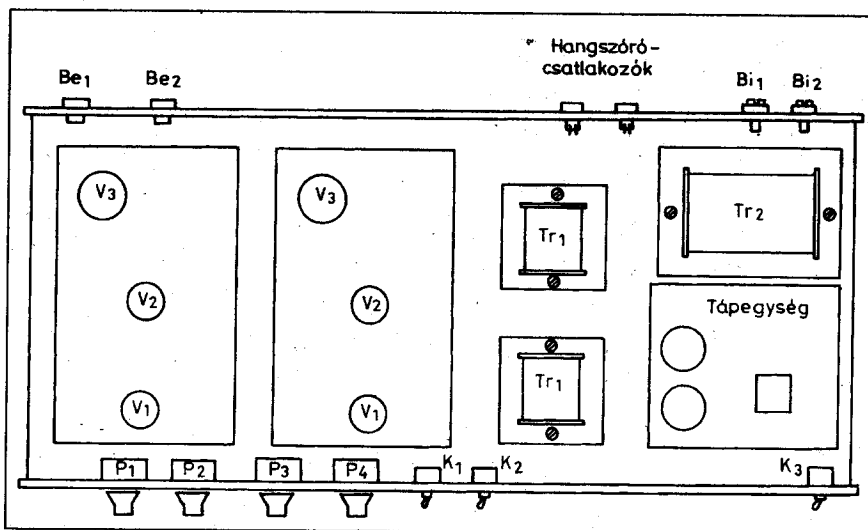
22. ábra. A csőfejbekötések alulnézetben

mért feszültségek még megfelelnek, ha 20%-os eltérésen belül vannak a kapcsolási rajzon megadott értékhez képest. Amennyiben az anódfeszültség bekapcsolása után sípoló hangot hallunk a hangszórókból vagy a kimenőtranszformátorból, akkor cseréljük meg a kimenőtranszformátor n<sub>1</sub> primertekercsének kezdet-, végpontjait.

Az erősítő névleges terhelőimpedanciája 8 Ω. Amennyiben lehetőségünk adódik, papírmembrános hangszórókból állítsuk össze a hangszórórendszert. A régi gyártású papírmembrános hangszórók 4, 7,5 és 15 Ω-ra készültek. Ezekből soros, illetve párhuzamos kapcsolással összehozható névlegesen 8 Ω-os terhelőimpedancia. A magashangátvitelt javítja dobozoként egy vagy két magashangú hangszóró beépítése. Magashangszórónak dóm-membránosat használjunk. Így kevésbé lesznek irányítottak a magashangok. A hangszórók bekötéséhez nyújt segítséget a 19. ábra.

A hangerősítők alapját döntően befolyásolja a földelés (a vezetékvezés) kialakítása. A rosszul földelt erősítő bűg. Ez a bűgás 50 Hz-es, illetve a kétutas egyenirányítás miatt 100 Hz-es komponenseket is tartalmaz. A földhurkok rossz esetben még gerjedést is okozhatnak. A 20. ábrán láthatjuk az ajánlott huzalozást.

A 21. ábra az erősítő egyes egységeinek elhelyezését mutatja. Ettől lényegesen eltérni nem célszerű, mert a zaj növekedését okozhatja. Az elektroncsövek fejbekötését a 22. ábra szemlélteti.



21. ábra. Elhelyezési vázlatrajz

# Fénycsővilágítás – akkumulátorról

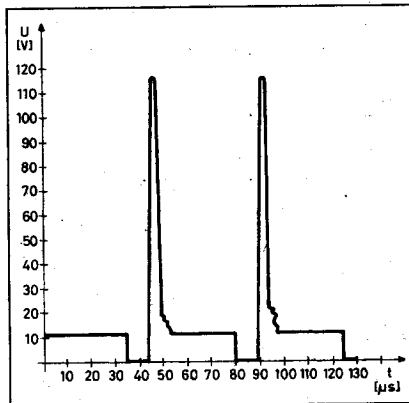
Plachtovics György, SOMOS Kft.

Sátorozásnál, gépkocsis kirándulásnál jó szolgálatot tesz a fénycsőinverter. A telespes (elemes) világítás igen drága üzemű. A gépkocsi akkumulátorra – mint energiaforrás jóval olcsóbb megoldás. A gyakorlatban egy 10 W-os vagy 15 W-os izzólámpa már elegendő fényt ad egy sátor belsejében. Ugyanezt a teljesítményt alapul véve lényegesen nagyobb fényt kapunk fénycső alkalmazásával. A fénycső hatásfoka jóval nagyobb, mint a hagyományos izzólámpáé. További előny, hogy a fényforrás nem pontszerű, így egyenletesebb megvilágítást kapunk.

Az alábbiakban két különböző teljesítményű fénycsőinverter leírását közöljük. Mindkettő névlegesen 12 V-os tápfeszültségről üzemel. Az első áramkör 6 W-os, míg a második 18 W-os fénycsőhöz készült.

## 6 W-os fénycsőinverter

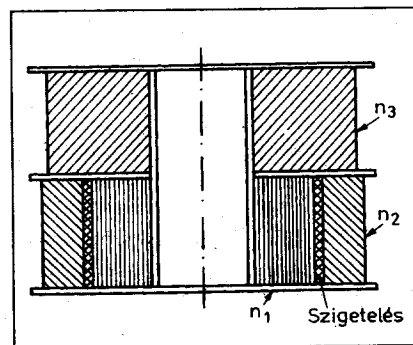
Az elvi kapcsolási rajz az 1. ábrán látható. A  $P_1$  és az  $R_1$  ellenálláson keresztül töltődni kezd a  $C_1$  kondenzátor. Amikor a kondenzátoron lévő feszültség eléri a 600 mV-ot, az addig zárt  $T_1$  tranzisztor kinyit. A meginduló kollektoráram az  $n_1$  tekercs segítségével mágneses mezőt hoz létre. A fluxusváltozás hatására feszültség indukálódik az  $n_2$  tekercsben. Ez a feszültség hozzáadó-



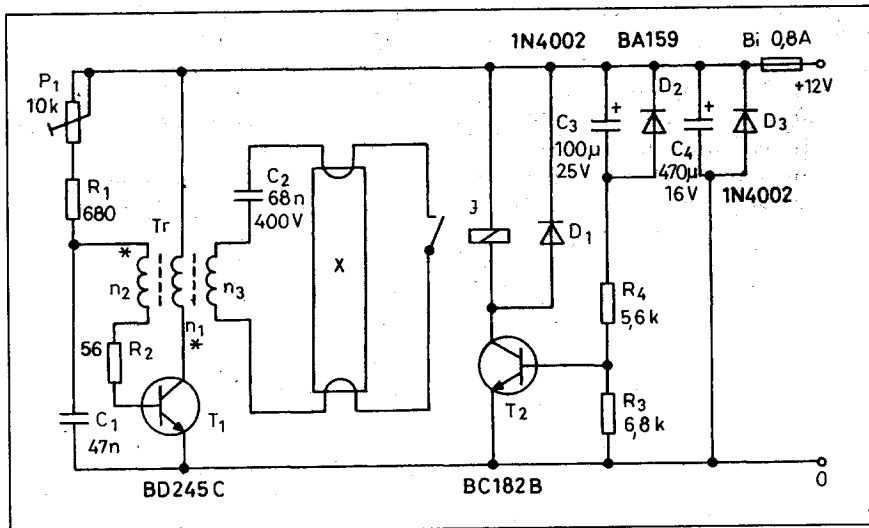
2. ábra. Jelalak a  $T_1$  tranzisztor kollektorán

dik a  $C_1$  potenciáljához. Ez a folyamat az  $n_2$  tekercs kezdet-végeinek megfelelő sorrendjével biztosítható. A bázisáram nagyobb lesz, a  $T_1$  tranzisztor telítésbe vezérlődik. A kollektoráram növekedése megáll. Ezzel együtt a  $Tr$  transzformátor vasában is megáll a fluxus növekedése. Ha nincs fluxusváltozás, nincs indukált feszültség. A  $T_1$  tranzisztor bázisárama hirtelen lecsökken. Ennek következménye, hogy lecsökken a kollektoráram is. A fluxus csökkenni kezd, az  $n_2$  visszacsatoló tekercs sarkain az indukált feszültség polaritást vált. A létrejövő feszültség ki-

vonódik a  $C_1$  potenciáljából, azt negatív irányba viszi. Ennek eredménye a  $T_1$  tranzisztor határozott lezárása. A nyitás és zárás folyamata igen gyorsan megy végbe a pozitív visszacsatolás miatt. A leírt folyamat periodikusan ismétlődik. A rezgési frekvencia a  $P_1$  potenciométer ellenállásától függ. Kisebbs ellenállás nagyobb töltőáramot hoz létre, ilyenkor a rezgési frekvencia magas. A  $T_1$  tranzisztor bázisáramát az  $R_2$  ellenállás értéke határozza meg. A blocking oszcillátor hatásfokát ezzel az ellenállással állíthatjuk be az optimális értékre. A  $T_1$  tranzisztor típusa BD245C. Kisebbs kollektor-emitter feszültségű példány nem felel meg erre a helyre. A tranzisztor kollektorán mérhető jelet a 2. ábra szemlélteti.



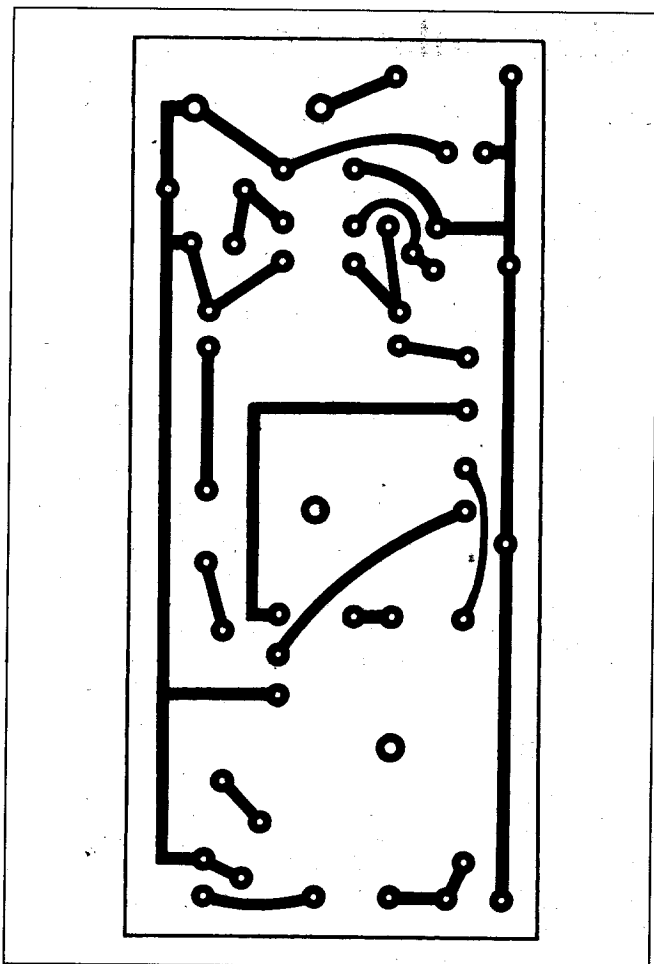
3. ábra. A „6 W-os” transzformátor tekercselési sorrendje



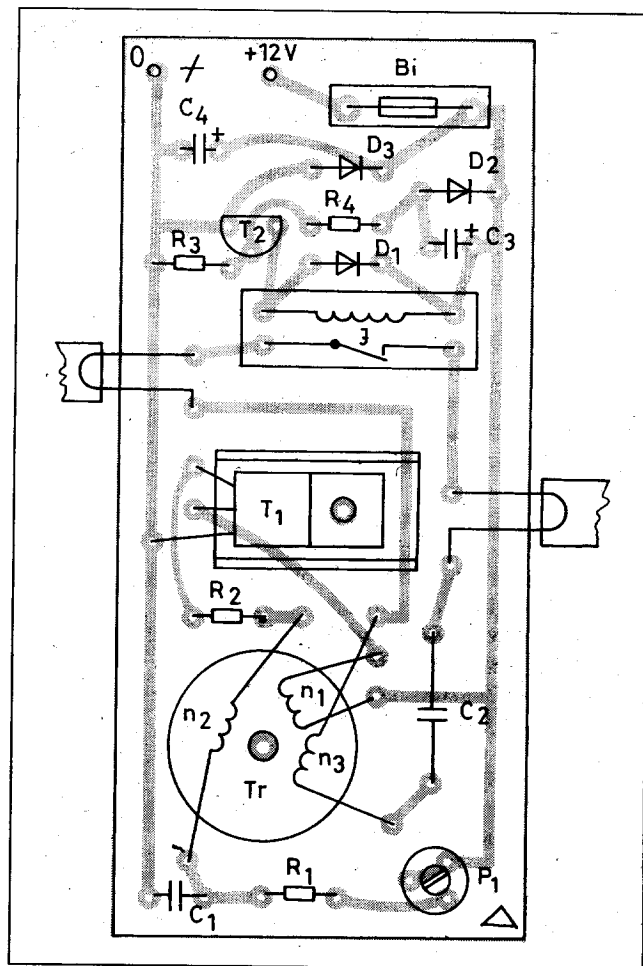
1. ábra. A 6 W-os fénycsőinverter kapcsolási rajza

A  $Tr$  transzformátor ferritmagra készült. A mintapéldányba Siemens gyártmányú,  $\varnothing 26$  mm-es,  $A_L = 630$ -as fazékmag lett beépítve. A rezgési frekvencia üzemelő fénycső esetén 40 kHz. A transzformátor tekercselési sorrendje a 3. ábrán látható. Az  $n_3$  tekercs sarkain ébredő feszültség működteti a fénycsővet. A tekercs és a fénycső között lévő  $C_2$  kondenzátor kapacitásának nagysága szabja meg a fénycsővön átfolyó áramot. Nagyobb kapacitású kondenzátor  $X_c$ -je kisebb, tehát növekszik a fénycsővön átfolyó áram nagysága. Ezzel együtt nő a kibocsátott fény mennyisége is.

A fénycsővek lényegében a gáztöltésű kisülősövekhez tartoznak. A cső belsejében, kis nyomáson kisülés jön



4. ábra. A 6 W-os fénycsőinverter nyomtatási rajza



5. ábra. A 6 W-os fénycsőinverter alkatrész-beültetési rajza

létre. A 253,7 nm-es UV-sugárzást alakítja át látható fényvé a cső oldalára felvitt fénypor. Ennek összetételétől függ a fénycső színe. A fénycsővek lényeges tulajdonságai a következők. Élettartamuk többszöröse a hagyományos volfrámszálas izzólámpához viszonyítva. Azonos teljesítményfelvétel mellett a kibocsátott fény mennyisége (fényáram) lényegesen nagyobb a fénycsővek javára.

Működés szempontjából a következőket kell figyelembe venni. A kisülés megindulásához úgynevezett gyújtófeszültség szükséges. A kisülés folyamán az áramerősség növekedésével a fénycső sarkaira jutó feszültségnek csökkennie kellene. A hálózati üzemmódnál ezt a feladatot a fénycsővel sorba kapcsolt fojtótekercs (előtét) végzi el. Esetünkben a blocking oszcillátor látja el ezt a feladatot. A fénycsővek begyűjtására több lehetőség létezik. A „hideggyújtás” lényege, hogy bekapcsolás pillanatában a csőre az égési feszültség 5–10-szerese jut. Miután a cső

begyűjtott, helyre áll az égési feszültség. A másik, a lényegesen üzembiztosabb „meleggyújtás”. Ilyenkor a fénycső végein lévő katód felizzik, majd a kikapcsolás pillanatában egy feszültséglökéssel begyullad a cső. Az időzítést a fénycsőgyújtó produkálja. Ez egy speciális glimmlámpa. A félvezetős fénycsőinvertereknél nem használnak fénycsőgyújtót, ez csak a hálózati üzemnél található. Elterjedt megoldás a katódok előfűtése. Ilyenkor a fénycső könnyen begyullad. E megoldás hátránya a csővek élettartamának jelentős csökkenése. Másik lényeges szempont, hogy az állandó katódűtés csökkenti a fénycsőinverter hatásfokát. A fentiek figyelembevételével egy tranzisztoros gyújtóáramkört alkalmazunk. Bekapcsolás pillanatában a feltöltetlen C<sub>3</sub> elektrolitkondenzátor rövidzárként viselkedik. Az R<sub>4</sub> ellenálláson, valamint a T<sub>2</sub> tranzisztor bázis-emitter átmenetén töltődni kezd a C<sub>3</sub> kondenzátor. A bázisáram hatására létrejövő kollektoráram meghúzza a J jelfogót. A jelfogó

érintkezői zárják a fénycső elektródjait, azok felizzanak. Amikor a C<sub>3</sub> elektrolitkondenzátor feltöltődött, a T<sub>2</sub> tranzisztor bázisárama megszűnik. A jelfogó elenged. Az n<sub>3</sub> tekercsen létrejövő feszültségugrás begyűjtja a fénycsövet. Az R<sub>3</sub> ellenállás a T<sub>2</sub> tranzisztor határozott lezárását segíti elő. A D<sub>1</sub> dióda a kikapcsolás pillanatában létrejövő induktív feszültségugrástól védi meg a T<sub>2</sub> tranzisztor.

A fénycsőinverter a fordított polaritású bekapcsolás ellen védett. Felcserélt polaritásnál a D<sub>3</sub> dióda kinyit, a B<sub>i</sub> üvegcsőves biztosító kiolvad.

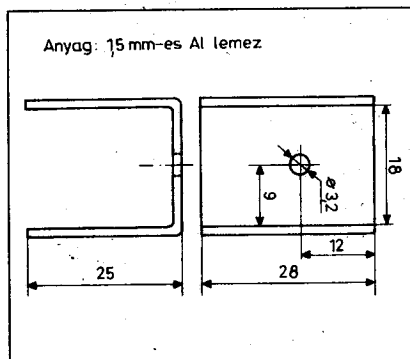
A 6 W-os fénycsőinverter nyomtatási rajza a 4. ábrán, míg alkatrész-beültetési rajza az 5. ábrán látható. A nagyobb áramot vivő fóliakontúrokat szélesebbre nyomtassuk, vagy keresztmetszetüket forrasztóónnal növeljük meg. A T<sub>1</sub> kapcsolótranszisztor és a hűtőfelület (6. ábra) közé vékony szilikonszűrőteget kenjünk fel a hőátadás javítása céljából. A J jelfogó a mintakészülékben reedrelé volt. Tekercsel-

lenállása 1 k $\Omega$ , üzemi feszültsége 12 V. Típusa MGR 04-A3. Természetesen más, hasonló paraméterű jelfogó is megfelel erre a helyre. A nyomtatási rajzot esetleg módosítani kell az eltérő lábkiosztás miatt. A transzformátor tekercseinek kivezetésére vékony műanyagcsövet húzunk, ezzel elkerülve az esetleges átütést. A transzformátor adatait az 1. táblázat tartalmazza. A fazékvasmagot réz vagy alumínium csavarral rögzítjük a nyomtatott áramköri laphoz. A fazékvasmag és a nyomtatott áramköri lap közé gumialátétet helyezünk. Ezzel a módszerrel a vasmag összehúzása rugalmas, nem repedhet el.

A fénycsőinvertert műanyag dobozba építjük be. A tápkábel végére célszerű szivargyújtó csatlakozót szerelni, így elkerülhetjük a fordított polaritású csatlakozást. Bemérése egyszerű feladat. Az összeépített fénycsőinverterre 12 V-os feszültséget adunk tápegységből vagy gépkocsi akkumulátorából. Mérjük a felvett áramot. A P<sub>1</sub> potenciométerrel 200–220 mA-es áramot állítunk be. Ekkor már tekintélyes fényerővel világít a fénycső. Az invertert többfajta csővel is kipróbáltuk, mindegyikkel jól működött. A hazai üzletekben a GENERAL ELECTRIC által gyártott F6W/33-as típus kapható. A fénycső átmérője 16 mm, hossza 225 mm. Sajnos miniatűr foglalat (G5-ös) nem kapható, ezért a csövet be kell forrasztani a tartószerkezetbe. Megvizsgáltuk a fénycsőinvertert tápfeszültségfüggésre 10–14 V tartományban; a fénycső üzembiztosan begyűjtött, fénye lényegesen nem változott.

### 18 W-os fénycsőinverter

Kapcsolási rajza a 7. ábrán látható, ez teljesen egyezik az 1. ábrán lévő rajzzal, csak az alkatrészek más értékű-

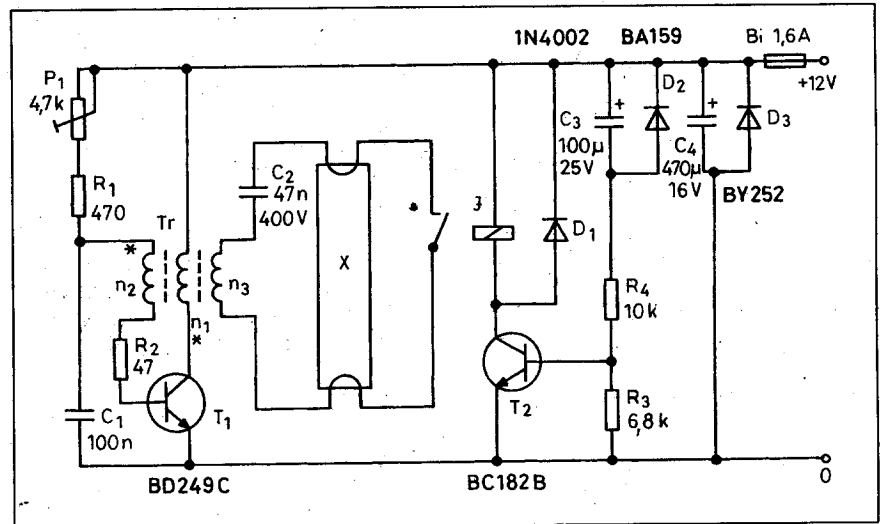


6. ábra. A T<sub>1</sub> tranzisztor hűtőfelülete

### 1. táblázat

Tekercs jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
n <sub>1</sub>	17	Ø0,6 Mz	Az n <sub>1</sub> és az n <sub>2</sub> tekercs között 2 réteg 0,02 mm-es transzformátorpapír szigetelés
n <sub>2</sub>	4	Ø0,35 Mz	
n <sub>3</sub>	140	Ø0,3 Mz	

AL 630, Ø26 mm fazékvason



7. ábra. A 18 W-os fénycsőinverter kapcsolási rajza

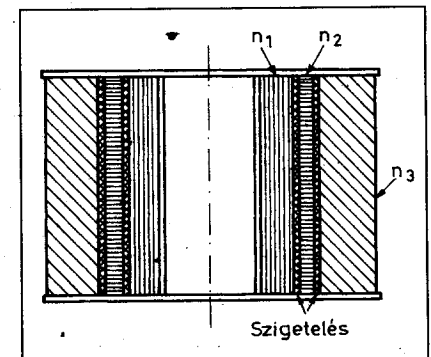
ek. Természetesen a működési elv is azonos. A 18 W-os fénycső miatt nagyobb teljesítményű kapcsolótranszisztort alkalmaztunk. A transzformátort nagyobb fazékmagra készítettük el. A transzformátor tekercselési sorrendjét a 8. ábra szemlélteti. A menetszámok és a huzalátmérő a 2. táblázatban találhatóak. A nagyobb ferritmag miatt módosult a nyomtatási rajz. A 18 W-os fénycsőinverter nyomtatási rajza a 9. ábrán, míg alkatrész-beültetési rajza a 10. ábrán látható. A 18 W-os fénycső katódja nagyobb felületű. Biztonságos gyűjtéséhez több idő szükséges, így nagyobb lett az R<sub>4</sub> ellenállás értéke.

A 18 W-os fénycsőinverter bemérése azonos a 6 W-os változatával. A P<sub>1</sub> potenciométerrel 1,1–1,3 A-es áramot állítunk be. A fénycsőinverter rezgési frekvenciája ebben a sávban kb. 10 kHz. A fényerő tekintélyes. Az inverter ebben a beállításban 10–14 V tápfeszültség-tartományban biztosan gyűjt és gyakorlatilag egyenletes fényerővel világít.

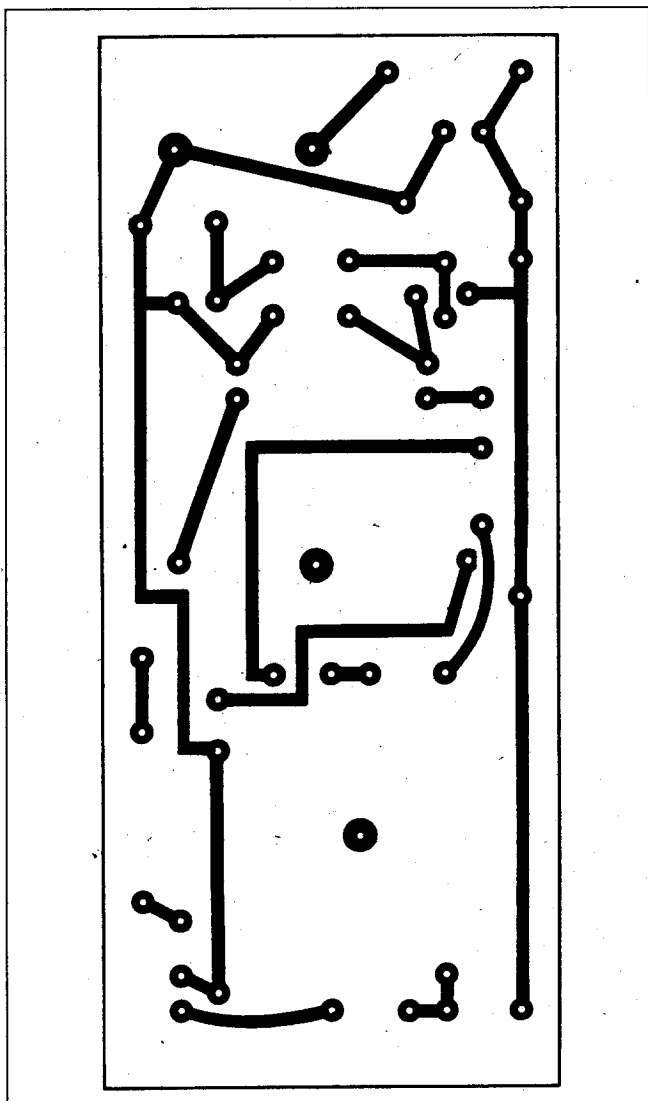
A 18 W-os fénycsőinvertert több csővel is kipróbáltuk. Mindegyikkel biztosan gyűjtött. A megfelelő fénycső

kiválasztásához a GE-Tungsrám termékeit árusító szaküzletekben tanulmányozható katalógus segítséget nyújt. Ebben a standard, a három és az ötsávú POLYLUX típusok is megtalálhatók. Végülis igényesség és pénz kérdése, hogy melyik típust alkalmazzuk.

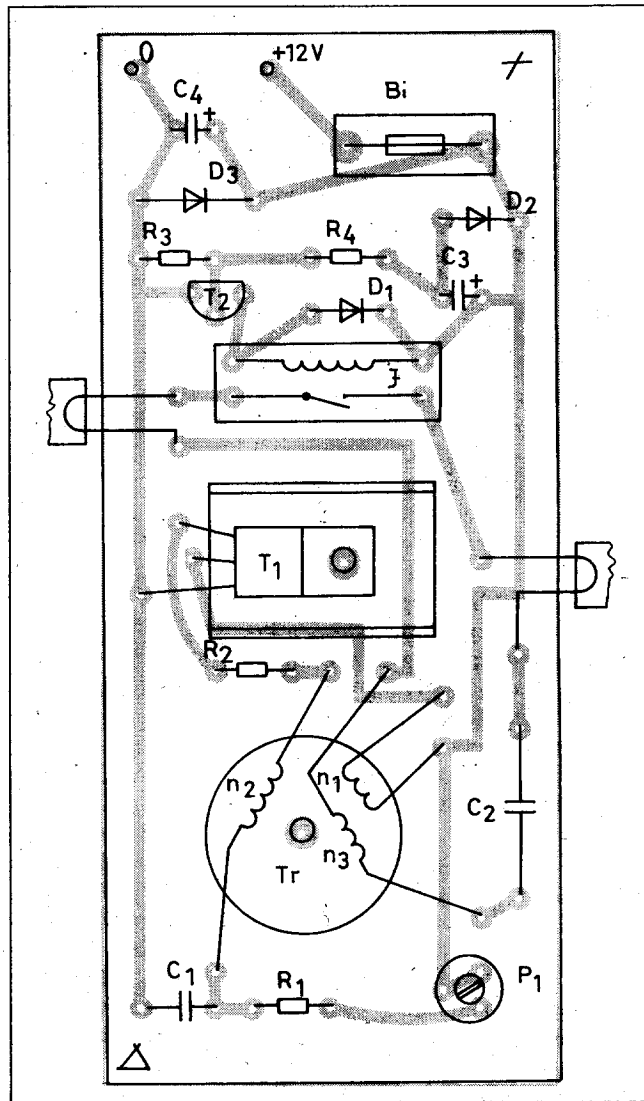
A 11. ábra a fénycsövek élethosszát szemlélteti. Egyértelmű, hogy a POLYLUX XL típusú csövek lényegesen több üzemórát működnek meghibásodás nélkül. A hagyományos (18 W F29, 18 W F33) és az újabb gyártású



8. ábra. A „18 W-os” transzformátor tekercselési rajza



9. ábra. A 18 W-os fénycsőinverter nyomtatási rajza



10. ábra. A 18 W-os fénycsőinverter alkatrész-beültetési rajza

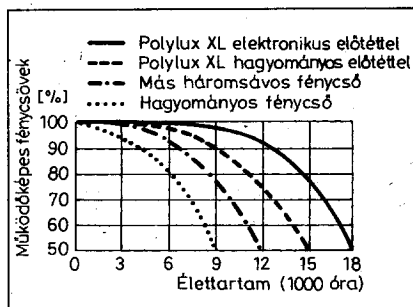
POLYLUX fénycsövek G13/24-es fej-jel kerülnek forgalomba. Ezekhez a fénycsövekhez a kereskedelemben kaphatók foglalatok. A 12. ábrán látható a POLYLUX XL fénycsövek fény-

2. táblázat

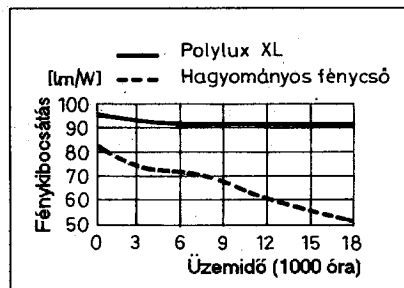
Tekercs jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
n <sub>1</sub>	12	Ø0,9 Mz	Az n <sub>1</sub> és az n <sub>2</sub> tekercs között 2 réteg 0,02 mm-es transzformátorpapír szigetelés
n <sub>2</sub>	4	Ø0,4 Mz	
n <sub>3</sub>	135	Ø0,4 Mz	Az n <sub>2</sub> és az n <sub>3</sub> tekercs között 3 réteg 0,02 mm-es transzformátorpapír szigetelés

Vasmag: N22 AL 600, Ø35 mm

kibocsátási jelleggörbéje. A standard fénycsövekhez (hagyományos fénycsövekhez) viszonyítva imponálóan jobb a POLYLUX fénycsövek fénykibocsátása.



11. ábra. A POLYLUX XL fénycsövek és a standard fénycsövek élettartama



12. ábra. A POLYLUX XL és a hagyományos fénycsövek fénykibocsátása

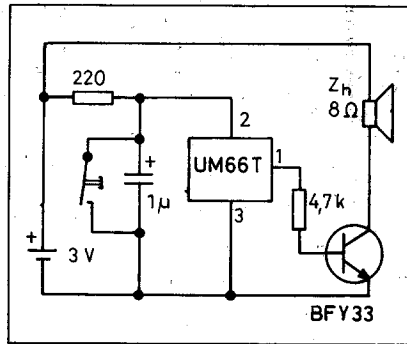
# Dallamcsengő

Plachtovics György, SOMOS Kft.

Az elmúlt évtizedekben a Rádiótechnikában, valamint az évkönyveiben számtalan dallamcsengő leírása jelent meg. A korai példányok igazi alkatrészemetők voltak. Beállításuk ki-tartást, türelmet igényelt.

Az 1995. évi Rádiótechnika Évkönyvben Urbán István írt cikket a dallamgenerátorokról. Az itt található táblázatban az UM66T sorozatú csipek különböző fajtái szerepelnek. Ezek túlnyomó része a kereskedelemben kapható. Az IC működési elve ugyancsak itt olvasható. A gyártó cég ajánlásában szereplő kapcsolást megépítettük. 3 V-os telepfeszültséggel működik s a kimenőteljesítményét egy szokványos tranzisztor adja, amelynek kollektor-körében kisméretű dinamikus hangszóró található. Az elvi kapcsolási rajz az 1. ábrán látható. Nyugalmi helyzetben a 3 V-os elemfeszültség a dallamgenerátor IC-n és a végtranzisztoron is rajta van; az IC kimeneti pontja testpotenciálon, így a T<sub>1</sub> tranzisztor zárt állapotban van. A dallamgenerátor indítása a tápfeszültség ráadásával történik. Ilyenkor végigjártzza a beprogramozott dallamot, majd leáll.

A nyugalmi áramfelvétel rendkívül alacsony, néhány mA. A kapcsolás telepes üzemmóddhoz készült. Megépítettük ezt a verziót s, ekkor derültek ki a hiányosságai.

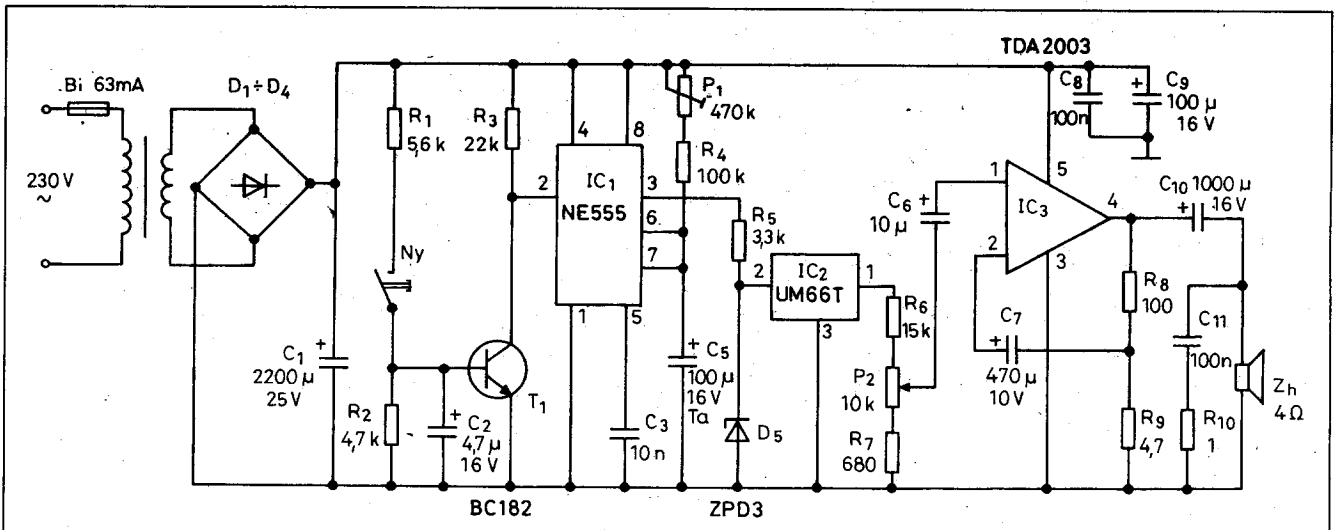


1. ábra. A telepes dallamgenerátor kapcsolási rajza

Az indítás úgy történik, hogy a csengőgombbal egy pillanatra rövidre zárjuk a dallamgenerátor tápfeszültségét. A tápfeszültség megjelenésére indul a generátor. Ha a futó program alatt újból megnyomjuk a csengőgombot, akkor a dallam újra indul. Másik hátrányos tulajdonsága a kis hangerő. A 8 Ω-os hangszórót televíziózás vagy rádiózás közben nem mindig halljuk meg. A hang minősége meglehetősen rossz. A tranzisztor kollektorába kötött hangszórón az átfolyó áram csak egyirányú kitérést hoz létre. A lengőcséve így gyakorlatilag nem a homogén mágneses mezőben mozog. Az eredmény az „érdes” torz hangzás.

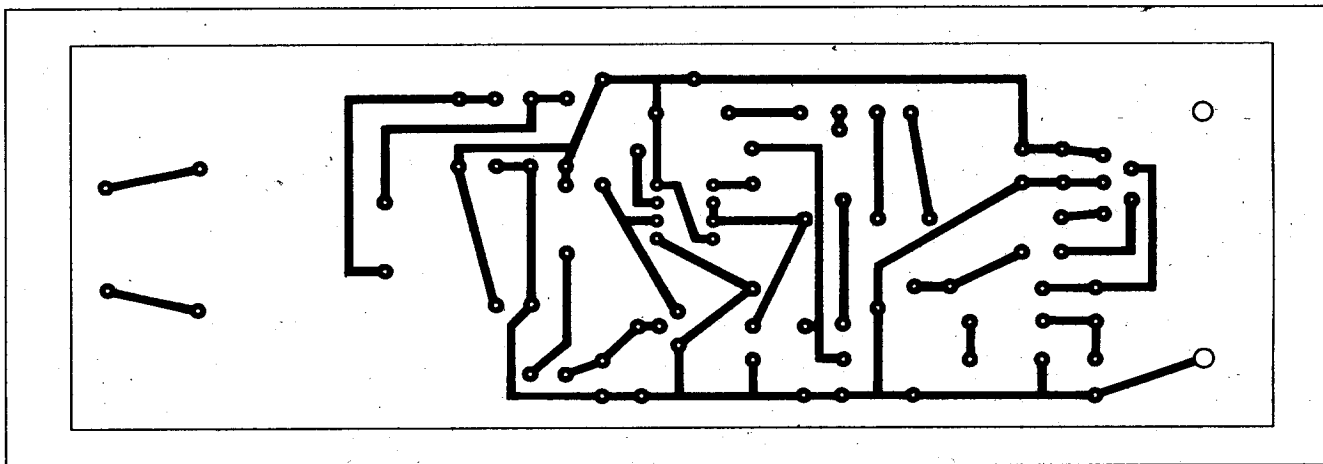
A fentiek figyelembevételével készítettünk egy jobb felépítésű dallamgenerátort. Kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. A működési elvet ennek alapján tárgyaljuk. A tápegység szolgáltatja az egyes áramköri egységek feszültségét. A hálózati feszültség a Bi üvegcsöves biztosítón keresztül a Tr transzformátor primer tekercsére jut. A szekunder tekercsben ébredő feszültség egyenirányítását a D<sub>1</sub>-D<sub>4</sub> Graetz-híd végzi. A pulzáló egyenfeszültséget a C<sub>1</sub> elektrolitkondenzátor simítja. A hálózati transzformátor szekunder tekercsének árama 0,5 – 0,6 A. Maximális hangerőnél ekkora a dallamcsengő áramfelvétele.

Az UM66T dallamgenerátor hiányossága, hogy menet közben indítójelre leáll, majd újra indul. A csengőgomb nyomkodásával a dallamgenerátor „megőrül” (vele együtt aki hallja). Ezt a hibát úgy küszöböltük ki, hogy a generátor tápfeszültségét egy NE555 típusú időzítő adja. A billenési időt valamivel hosszabbra vettük, mint a dallamgenerátor ciklusideje. Így kellő biztonsággal elkerülhetjük a fent leírt jelenséget. Az időzítő 2-es pontja nyugalmi helyzetben tápfeszültségen van. Az „Ny” nyomógomb zárásakor áram folyik a T<sub>1</sub> tranzisztor bázisába. Kollektorfeszültsége földre ugrik, lehúzza az NE555 2-es pontját. Az időzítő be-



2. ábra. A módosított dallamcsengő kapcsolási rajza





3. ábra. A dallamcsengő fóliarajza

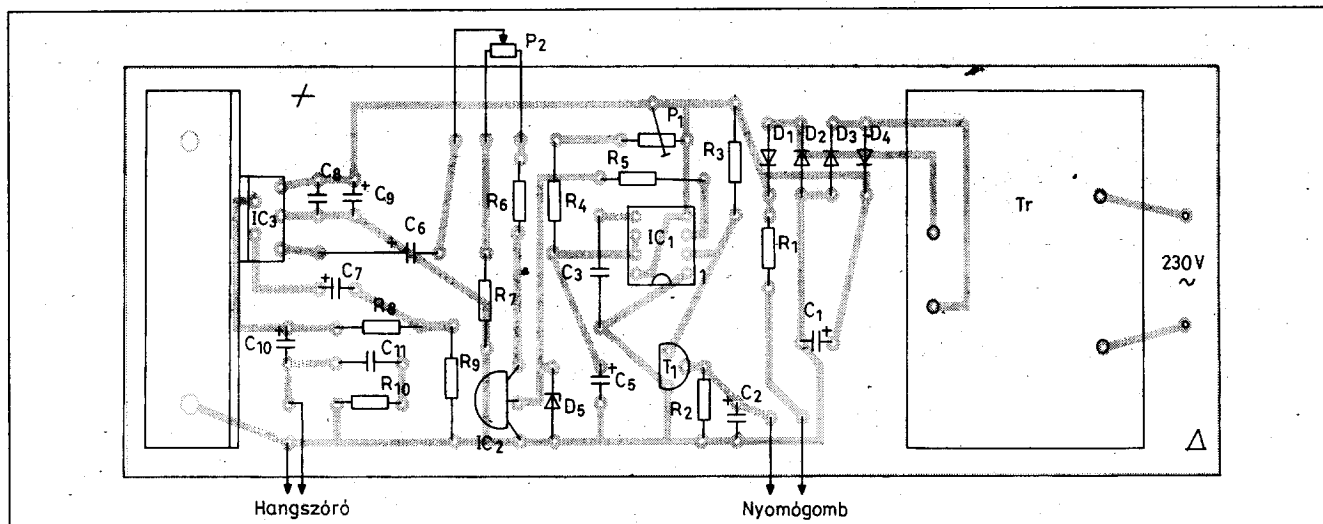
billen. Az addig földpotenciálón lévő kimenet (3-as láb) hirtelen tápfeszültségre ugrik fel. A feszültség az időzítés ideje alatt van jelen. A billenési idő a  $P_1$  potenciométerrel szabályozható.

A  $T_1$  tranzisztor báziskörében található a  $C_2$  elektrolitkondenzátor. Feladata a hamis indítások megakadályozása. Családi háznál néhányszor tíz méternyi vezeték is lehetséges a gomb és a dallamcsengő között. Ez antennaként viselkedve, minden lehetséges zajt összeszed, amely rossz esetben nyithatja a  $T_1$  tranzisztort. A  $C_2$  kondenzátor rövidzárként viselkedik az ilyen típusú jelekre, így megakadályozza, hogy a dallamgenerátor „magától” megszólaljon.

Az UM66T dallamgenerátor tápfeszültség-tartománya 1,3 V-tól 3,3 V-ig

1. táblázat

Part No.	Song Name
UM66T01 L/S	Jingle Bells + Santa Claus is Coming To Town + We Wish You a Merry X'mas
UM66T02 L/S	Jingle Bells
UM66T04 L/S	Jingle Bells + Rudolph
UM66T05 L/S	Home, Sweet Home
UM66T06 L/S	Let Me Call You Sweatheart
UM66T08 L/S	Happy Birthday to You
UM66T09 L/S	Wedding March (Mendelssohn)
UM66T11 L/S	Love Me Tender, Love Me True
UM66T13 L/S	Easter Parade
UM66T19 L/S	For Elise
UM66T32 L/S	Coo Coo Waltz
UM66T33 L/S	Mary Had a Little Lamb
UM66T34 L/S	The Train is Running Fast
UM66T68 L/S	It's a Small World



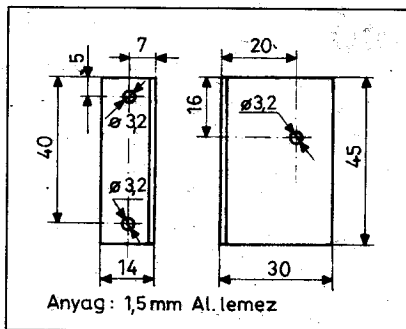
4. ábra. A dallamcsengő alkatrész-beültetési rajza

terjed. A dallamgenerátor indítását a 0-ból 3 V-ra ugró tápfeszültség végzi. Az „Ny” nyomógomb zárásakor az NE555 időzítő bebillen, kimenete tápfeszültségzintre ugrik. Az R5 ellenálláson át feszültség kerül a D5 Z-diódára. A dióda 3 V-ra stabilizálja a sarkain megjelenő feszültséget. A generátor 1-es kimeneti pontja és a föld között az R6-P2-R7 osztó található. Ennek segítségével tetszőleges hangerő állítható be.

Az 1995. évi „Rádiótechnika Évkönyv”-ből átvettük az 1. táblázatot (51. oldal). Ebben az UM66T áramkör különböző dallamokat lejátszó változatai láthatók.

A végerősítő feladata a dallamgenerátor jelét megfelelő teljesítménnyé erősíteni. A végerősítőben alkalmazott áramkör típusa TDA2003. Ezt az integrált áramkört autórádiók végerősítőjéhez fejlesztették ki. Az integrált áramkört nem kell szigetelten szerelni; így jelentősen javul a hőátadás.

A P<sub>2</sub> potenciométer csúszkájáról a jel a TDA2003 végerősítő bemenetére kerül a C<sub>6</sub> kondenzátoron keresztül. Az erősítést az R<sub>8</sub> és az R<sub>9</sub> ellenállás hánnyadosa szabja meg. A jel kicsatolása a hangszóró felé a C<sub>10</sub>-es kondenzátoron át történik. A hangszóróval párhuzamos RC-tag a hangszórótól eredő, induktív jellegű terhelést kompenzálja. A végerősítő 14,4 V-os tápfeszültség-



5. ábra. A TDA2003 hűtőfelülete

nél 4 Ω-os terhelésre 5,5 W-ot ad le. Ez tekintélyes hangerő. A lakás kialakításától függően előfordulhat, hogy két hangszóróval jobban behangosítható az adott felület. Ebben az esetben két 8 Ω-os hangszórót kapcsolunk párhuzamosan.

A nyomtatott áramkör rajza a 3. ábrán, az alkatrészek beültetési rajza pedig a 4. ábrán látható.

A mintapéldányba CROVISA gyártmányú, 6 VA-es hálózati transzformátort építettünk be. Szekunder tekercse 9 V-ot ad le és 0,55 A-es árammal terhelhető. A nyomtatási rajz ehhez a típushoz készült.

A TDA2003-as integrált áramkört az 5. ábrán látható hűtőfelületre szereljük. A hőátadás javítása céljából szlikonzsirt vagy savmentes vazelin kenjük az integrált áramkör és a hűtőfelü-

let közé. A hálózati feszültség és a nyomógomb vezetékeit sorkapoccsal csatlakoztatjuk a megszerelt panelhez.

A bemérést a következő sorrendben végezzük. A P<sub>1</sub> potenciométert csavarjuk maximális állásba (legnagyobb ellenállás). A P<sub>1</sub> hangerő-szabályozó potenciométert alsó (kis hangerő) helyzetbe állítjuk. Kapcsoljunk hálózati feszültséget a megszerelt panelra. A C<sub>1</sub> elektrolitkondenzátor sarkain 13 V és 16 V közötti feszültséget mérhetünk. Zárjuk az „Ny” nyomógombot. A dallamgenerátor végigjátssza a benne lévő dallamot. Mérjük meg a dallam idejét. Vegyük vissza a P<sub>1</sub> potenciométerrel az időzítést. A beállított idő kb. 10 másodperccel legyen hosszabb a dallam idejénél.

A panelt bontható műanyag, vagy saját készítésű fadobozba szereljük. Fára szerelve a hangszórót, lényegesen szebb hangot kapunk. A sorkapocsot (csoki) a doboz külső peremére szereljük, így könnyebb a bekötés. A hangerő-szabályozó potenciométer tengelyét célszerű kivezetni, forgatógombbal ellátni. Így bármikor állítható a hangerő. Két hangszóró esetén sorkapoccsal csatlakoztatjuk a plusz hangszóró vezetéket az áramkörhöz. A póthangszóró vezetéke a lehető legrövidebb legyen. Keresztmetszetét úgy válasszuk meg, hogy ne jöjjön létre rajta nagy feszültségésés (2 × 0,5 mm<sup>2</sup>).

## Belenézett már a HAM-BAZÁR kínálatába?



Megtalálható a **RÁDIÓTECHNIKA** és a **Elektronika** lapokban!

## Olvassa a **Elektronika** -t?

Minden hónapban sok kapcsolás, építési leírás! A nyomtatási rajzok filmjel a szerkesztőségben külön is kaphatók: 120 Ft/szám.

Ha még nem, egy kis ízelítő a tartalomból:

**Elektronika a lakásban**

**Rádió - TV - videó Hardver**

**Járműelektronika**

**Játék, modell**

**Elektroakusztika**

**Zenei elektronika**

**Műszerek**

**Műhelysarok**

**Anfennák**

**Riasztók lakásba, járműbe**

**Kapcsolási rajzok szervizhez**

**Áramköri trükkök**

**Katalógus**

**Rejtvény**

Keresse havonta az újságárusoknál!

De van egy jobb ötletünk:

Fizessen elő a lapra a szerkesztőségben, így a nyák-filmet ingyenesen kapja-minden számhoz!

A szerkesztőség címe:

Hobby Elektronika szerkesztősége  
Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em.  
(1374 Budapest, Pf. 603.)

Levélben vagy telefonon (239-4932) is megrendelheti a lapot!

**Olvassa a **Elektronika** -t!**

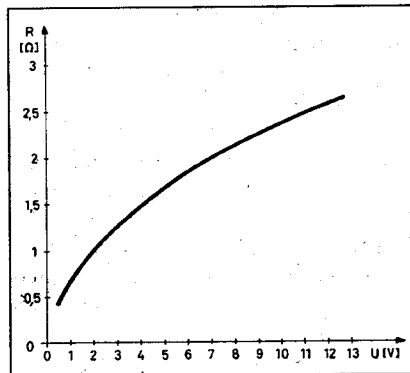
# Regeneráló típusú automata akkumulátortöltő

Plachtovics György, SOMOS Kft.

Az elmúlt években számos akkumulátortöltő leírása jelent meg a „Rádiótechnika”, valamint a „Rádiótechnika Évkönyve” hasábjain. Jőmagam is több töltőleírást adtam közre. Itt jegyzem meg, hogy ha egy jól beállított töltésű gépkocsiban mégis rendszeresen tölteni kell az akkumulátort, akkor az utóbbi megérett a cserére. Jól beállított töltés esetén az akkumulátor élettartama három és hat év közötti, a típustól függően. Az alultöltés és a túltöltés egyaránt rövidíti az akkumulátor élettartamát. Leggyakoribb hiba a szulfátosodás, ritkább a cellák szakadása vagy zárlata. A szulfátos akkumulátor kapacitása csökken, belsőellenállása megnő. Töltését hidegben hamar elveszti.

A töltőkkel foglalkozó szakkönyvek újabbban az úgynevezett regeneráló típusú töltést ajánlják. Az ilyen töltés valamelyest oldja a lemezeken lévő szulfátréteget. Az akkumulátor „észhez tér”. Az irodalom szerint a regeneráló töltés az „Akkuvit”-tel kombinálva jelentősen meghosszabbítja az akkumulátor életét.

A regeneráló töltés lényege a következő. Az akkumulátort egyutas egyenirányítással félperiódusonként



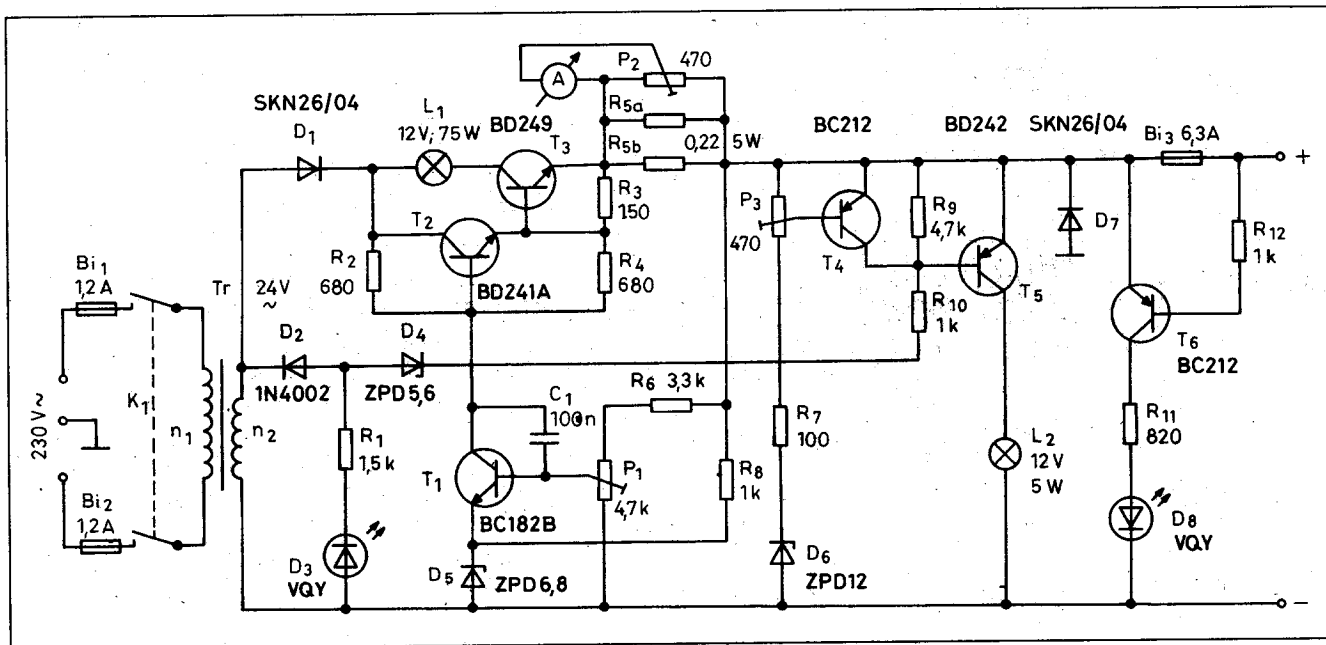
2. ábra. A 12 V/75 W-os DUOLUX autóizzó karakterisztikája

töltjük. A szünetidőben a töltőáram egynegyedével-egyötödével kisütjük az akkumulátort.

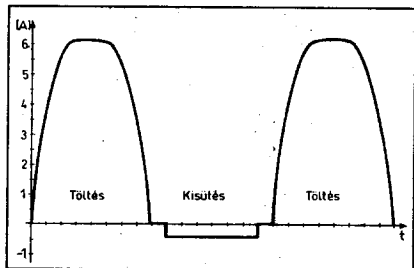
A töltő kapcsolási rajza az 1. ábrán látható. A hálózati feszültség a  $Bi_1$  és a  $Bi_2$  üvegcsöves biztosítón át a  $K_1$  két-áramkörös hálózati kapcsolóra jut. A kapcsoló zárásakor a hálózati feszültség az  $n_1$  primer tekercsre kerül. A transzformátor  $n_2$  szekunder tekercsén 24 V-os feszültség ébred. A  $D_1$  dióda a pozitív félhullám alatt kinyit, az  $L_1$  izzón át áram folyik a  $T_3$  tranzisztoron keresztül az akkumulátorba. Az  $L_1$  iz-

zólámpa a gépkocsi fényszóróiban használatos 12 V  $2 \times 75$  W DUOLUX típus. A töltés áramgenerátoros jellegét az izzó lámpa biztosítja. Az izzó feszültség-ellenállás karakterisztikája a 2. ábrán található. A görbéről a következőt olvashatjuk le. Kis áramnál az izzószál hőmérséklete alacsony, ilyenkor a lámpa ellenállása kicsi, a sarkain kevés feszültség esik. Nagy áramnál az izzószál hőmérséklete magas, ellenállása megnő, a sarkain nagyobb feszültség esik.

Az eredmény a közel állandó áramú töltés. Amint a címből is kiderül, a töltő automatikus működésű. E megoldás előnye, hogy a töltőre kapcsolt akkumulátort felügyelet nélkül hagyhatjuk akár több napon át is. A  $T_1$ ,  $T_2$  és  $T_3$  tranzisztorból felépített soros áteresztő típusú stabilizátor kimenőfeszültsége 14,4 V. Amikor az akkumulátor feszültsége eléri ezt a szintet, áram nem folyik, a töltés megszűnt. Az akkumulátor sarkain lévő feszültség az  $R_6$  ellenálláson át a  $P_1$  potencióméterre jut. A potencióméter csúszkájáról a leosztott feszültség a  $T_1$  tranzisztor bázisára kerül. A  $T_1$  tranzisztor referencia-feszültségét a  $D_5$  Z-dióda állítja elő. E dióda munkaponti áramát az  $R_8$  ellen-



1. ábra. A töltő kapcsolási rajza



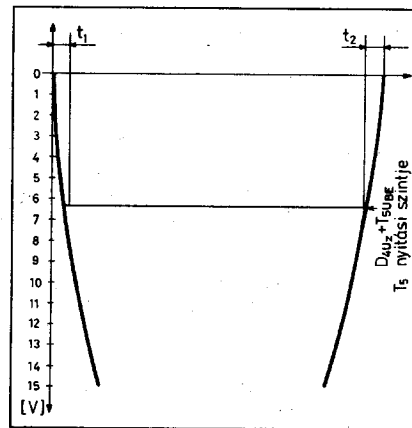
3. ábra. A regeneráló töltés görbéi

állás értéke szabja meg. A  $T_1$  tranzisztort lényegében szabályozó feladatot lát el. Tételezzük fel, hogy az akkumulátort feltöltöttük. A lecsökkenő töltőáram hatására a töltő kimeneti feszültsége megemelkedik. A  $P_1$  potenciométer által leosztott feszültség is arányosan emelkedik. A  $T_1$  tranzisztor referencia-feszültsége változatlan. A megemelkedett bázispotenciál hatására a  $T_1$  kollektorárama megnő. Az  $R_2$  ellenállás által beállított áramból a  $T_1$  többet szív el, így a  $T_2$ ,  $T_3$  Darlington-pár bázisába kevesebb jut. A  $T_3$  tranzisztort tehát a zárás irányába vezéreltük. Csökken a töltő kimenőfeszültsége, beáll az egyensúlyi állapot. Az akkumulátortöltő az áramgenerátoros üzemmódból a feszültséggenerátoros üzemmódba került.

A töltőáram átfolyik az  $R_5$  ellenálláson. A sarkain az árammal arányos feszültségesés jön létre. Az  $R_5$  ellenállással párhuzamos Deprez-műszer a töltőáram átlagát méri. A kalibráció a  $P_2$  potenciométerrel történik. Az  $R_5$  sőtellenállás értéke kicsi, a rajta eső feszültség nem jelentős. Tekintve, hogy ez a kis ellenállás is a visszacsatoló hurkon belül van, a kimenőfeszültséget nem befolyásolja.

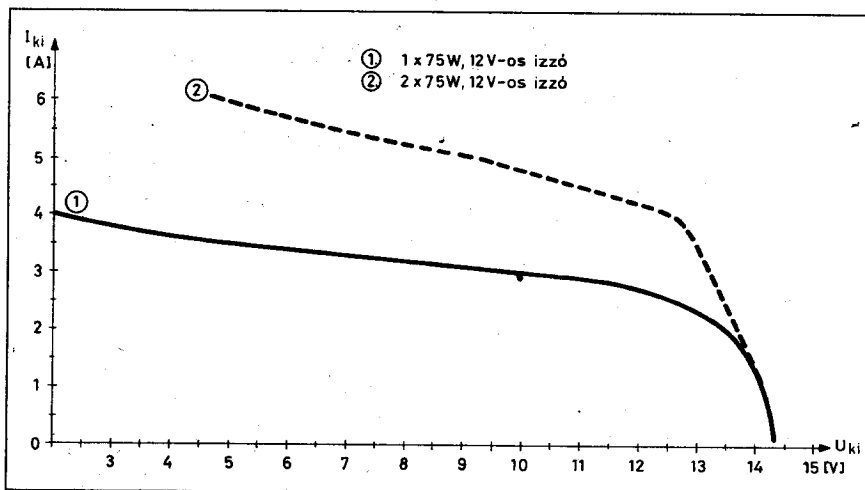
A regeneráló töltés elvi lényegét a 3. ábra szemlélteti. Az ábrán látható, hogy a kisütés a töltés szünetidejében

történik. Negatív periódusnál a  $D_2$  dióda kinyit. A  $D_4$  Z-diódával soros  $R_{10}$  ellenálláson át áram folyik a  $T_5$  kapcsolótranzisztor bázisába. A  $T_5$  tranzisztor tiltásba kerül, a kollektorkörében lévő izzón áram folyik. A báziskörben lévő  $D_4$  Z-dióda az  $L_2$  izzó bekapcsolási idejét csökkenti. A 4. ábra a Z-dióda hatását szemlélteti a bázisra jutó jelnél. A kisütés 0,4 A-es impulzusokkal történik. A kisütés áramát az  $L_2$  izzólámpa teljesítménye határozza meg. A töltés szünetidejében történő kisütést 13 V-os akkumulátorfeszültségnél leállítjuk. Töltés folyamán emelkedik az akkumulátor kapcsolófeszültsége. Amikor ez a feszültség túllépi az  $U_z + U_{BE}$  szintet, a  $T_4$  tranzisztor kinyit, rövidre zárja a  $T_5$  báziskörét. A pontos beállítást a  $P_3$  potenciométerrel végezhetjük el. A kisütés leállítása a következők miatt szükséges. A töltés folyamán emelkedik az akkumulátor kapcsolófeszültsége, csökken a töltőáram. Elvileg létrejöhét olyan helyzet, hogy a töltőáram mennyisége megegyezik a kisütőáram



4. ábra. A  $D_4$  dióda hatása a kisütőköri jelre

mennyiségével. Egyensúlyi állapot jön létre, az akkumulátort nem tudjuk teljesen feltölteni. A kisütőáramot tehát a töltőárammal arányosan csökkenteni kellene. Ez meglehetősen bonyolult áramkört feltételez. Lényegesen egyszerűbb egy feszültség szint felett leállítani a kisütést. A töltő kimeneti karak-



5. ábra. A töltő kimeneti karakterisztikája

# VIDIKON Kft.

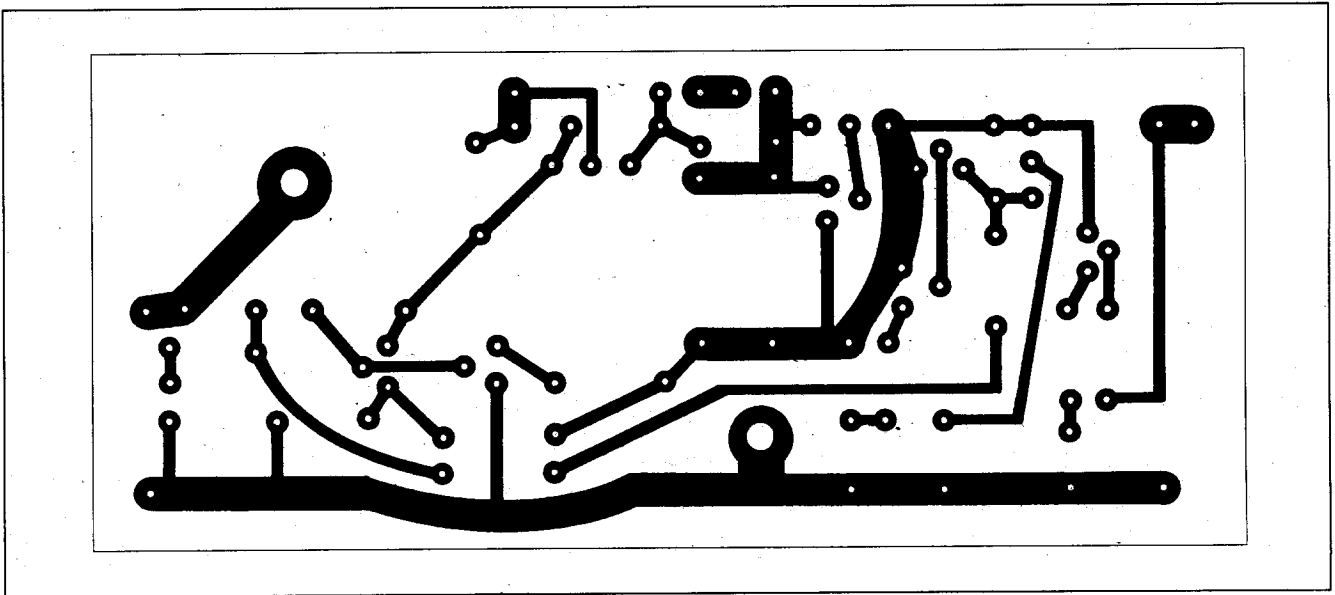
## Tartsa szem előtt értékeit!

### GCTV eszközök

### Kamerásfigyelőrendszerek tervezése és kivitelezése

VIDIKON Informatikai Kft. 8000 Székesfehérvár, Berényi u. 100.

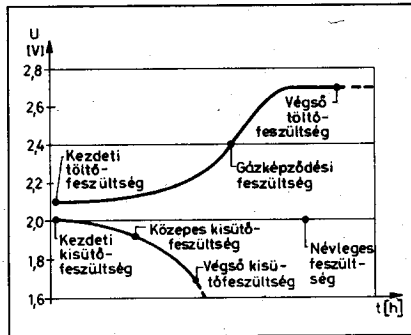
Tel.: 22/327-724, 22/333-118 • Fax: 22/316-103 • e-mail: mail@vidikon.hu



7. ábra. A töltő fóliarajza

terisztikája az 5. ábrán látható. A görbéről leolvasható: ahogy emelkedik az akkumulátor feszültsége, úgy tapasztalható egy bizonyos töltőáram-csökkenés is. Ez eltér az ideális áramgenerátor-karakteristikától, de ennek még előnye is van. Töltés folyamán a cellafeszültség emelkedésével elérünk egy pontot, amelyről pezsgéssel kísért gázfejlődés (hidrogén) jön létre. A gázfejlődés 2,4 V-os cellafeszültség elérése után jön létre. Ezt szemlélteti a 6. ábra.

Két megoldás között választhatunk. Befejezzük a töltést 2,4 V-os cellafeszültségnél, így adódik a 14,4 V-os feszültséghatár a gépkocsi töltésszabályozóinál. A másik, az irodalom által is javasolt töltőáram-csökkentés a 2,4–2,7 V-ig terjedő cellafeszültség-tartományban. Az üzemmód megválasztása beállítás kérdése, amelyet a P<sub>1</sub> potenciométerrel realizálunk.



6. ábra. A cellafeszültség alakulása a töltés és a kisütés folyamán

Az akkumulátortöltő fordított polaritású csatlakoztatás ellen védett. A védelem a B<sub>13</sub> üvegcsőves olvadóbetétből és a D<sub>7</sub> diódából áll. Amennyiben fordított polaritással kapcsoljuk az akkumulátort a töltőre, a D<sub>7</sub> diódán keresztül záródik az áramkör, a biztosító kiolvad, megvédve a töltő többi részét a pusztulástól. A T<sub>6</sub> tranzisztor bázisa az R<sub>12</sub> ellenálláson át negatív feszültséget kap. A létrejövő bázisáram hatására ez a tranzisztor kinyit, s a meginduló kollektoráram aktiválja a D<sub>8</sub> LED-et.

A töltő nyomtatási rajza a 7. ábrán, míg alkatrész-beültetési rajza a 8. ábrán látható.

A Tr hálózati transzformátort a viszonylag kedvező súly érdekében hiperszil anyagú magra készítettük el. Adatait a táblázatban találhatjuk. A D<sub>1</sub> és D<sub>7</sub> dióda nagyáramú típus. A mintakészületben SEMIKRON gyártmányú SKN 26/04 típusú diódákat alkalmaztunk. Természetesen más típus is megfelel, melynél I<sub>F</sub> ≥ 20 A és U<sub>R</sub> ≥ 200 V.

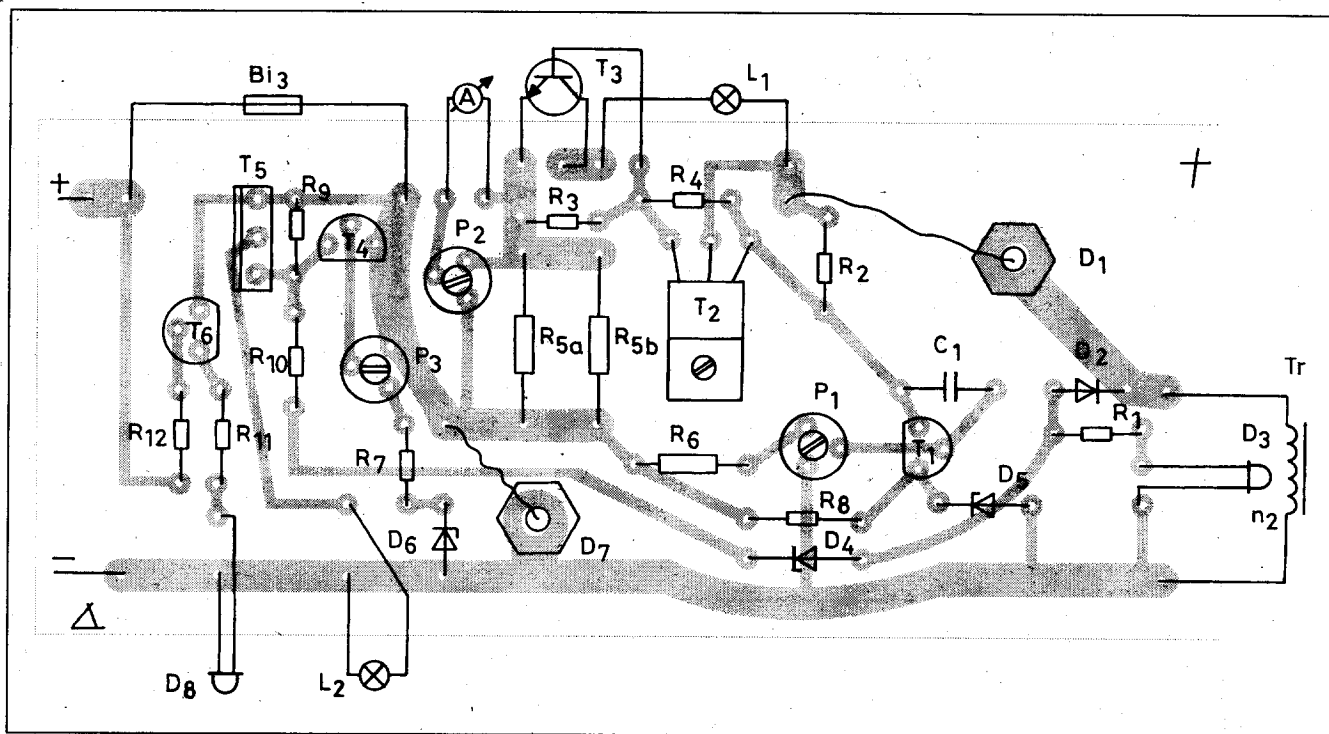
#### A hálózati transzformátor adatai

Tekercs	Tekercs jele	Menet-szám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n <sub>1</sub>	550	Ø0,5 mm Mz	Soranként 0,05 mm transzformátopapír szigetelés. A primer és a szekunder között 3 réteg 0,2 mm-es prespán szigetelés szükséges
Szekunder	n <sub>2</sub>	62	Ø1,8 mm Mz	

Vasmag: SM-85b (hiperszil anyagú, tekercselt szalagmag)

A D<sub>1</sub> diódát hűtőfelületre szereljük, ennek rajza a 9. ábrán látható. A T<sub>3</sub> át-eresztő tranzisztort hűteni szükséges. A hűtőt kb. 300 cm<sup>2</sup> méretű, 2...3 mm vastag Al lemezből készítsük. A tranzisztor és a hűtőfelület közé csillámszigetelést szerelünk. A csillám mindkét oldalát kenjük be vékonyan szilikonzsírral a hőátadás javítása céljából. Szilikonzsír helyett valamivel rosszabb eredménnyel alkalmazható a fehér (savmentes) vazelin. A hűtőfelület egyben az akkumulátortöltő doboza, vagy hátlapja lehet. Műanyag doboz esetén húzott alumínium hűtőbordát alkalmazunk, a szükséges felület figyelembevételével. A hűtőbordát a töltő hátlapjára szereljük, hogy a légmozgás biztosítva legyen.

A töltőáramot egy műanyagházas kivezérlésjelző-műszerrel mérjük. A skáláját egy hiteles műszer segítségével vehetjük fel. Gyári kinézetű skálát készíthetünk az ALFABET számok felhasználásával.



8. ábra. A töltő alkatrész-beültetési rajza

Azokat a fóliakontúrokat, amelyek a töltőáramot szállítják, szélesre nyomtassuk, majd „rakjuk fel” forrasztóórnál, így módon megnövelve a keresztmetszetüket. A töltőben lévő vezetékeknel vegyük figyelembe a rajtuk átfolyó áram nagyságát. A készülék előlapján a  $K_1$  hálózati kapcsoló, a  $D_3$ ,  $D_8$  világítódioda és a kimeneti kapcsolok adó műszerszorítók, valamint az ampermérő található. A hátlapra helyeztük el a hálózati zsinórt és a  $B_{i1}$ ,  $B_{i2}$  és  $B_{i3}$  biztosítóházakat.

Az elektromos bemérés sorrendje a következő. A kimeneti kapcsolokra (az

akkumulátor helyére) műterhelést, árammérőt, feszültségmérőt, valamint  $10\,000\ \mu\text{F}/25\ \text{V}$ -os elektrolitkondenzátort kapcsolunk. A mérési elrendezést a 10. ábra szemlélteti.

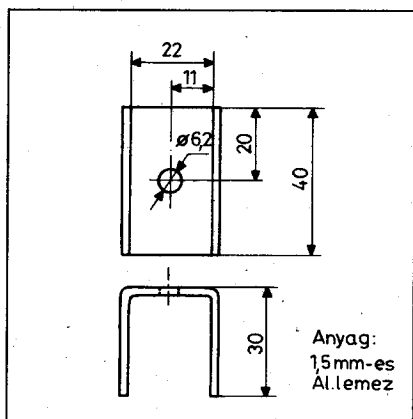
Bekapcsoljuk a töltőt. A  $K_2$  kapcsoló nyitott állásban van. A  $P_3$  potenciométer csúszkájá az  $R_7$  ellenállás felé csavarva. A kimeneten lévő műszerrel feszültséget mérünk. A  $P_1$  potenciométerrel  $14,4\ \text{V}$ -ot állítunk be. (Ez, ahogy az előzőekben leírtuk, lehet magasabb érték is,  $2,6\ \text{V}$  cellafeszültséggel számolva  $15,6\ \text{V}$ .)

Zárjuk a  $K_2$  kapcsolót. Az  $R_x$  műterheléssel  $12,9\ \text{V}$  kimeneti feszültséget állítunk be. A  $P_3$  potenciométert olyan helyzetbe hozzuk, hogy az  $L_2$  izzólámpa  $13\ \text{V}$  kimeneti feszültségnél kialudjon. A töltő kimeneti karakterisztikáján (5. ábra) az 1. görbe a kisebb töltőáramú; ekkor az  $L_1$  izzó  $1\ \text{db}$   $75\ \text{W}$ -os áramkorlátozó tagból áll. A 2. görbe két párhuzamosan kapcsolt  $75\ \text{W}$ -os izzószál eredményét mutatja; ekkor a töltőáram lényegesen nagyobb. Az akkumulátor kapacitása határozza meg, hogy melyik verziót választjuk. ( $40$ – $45\ \text{Ah}$ -s akkumulátorhoz az egyizós, ennél nagyobbhoz a kétizzós töltést javasoljuk.) A töltőáramot mérő műszer skáláját ennek figyelembevételével készítsük el. Az árammérő kalib-

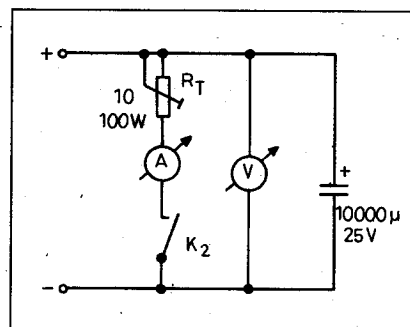
rációja a következőképpen történik. Zárjuk a  $K_2$  kapcsolót. Az  $R_x$  műterheléssel  $4\ \text{A}$  vagy  $6\ \text{A}$  töltőáramot állítunk be. Ezután  $P_2$  potenciométerrel a töltőben lévő műszert is erre az értékre szabályozzuk be.

Kiemeljük a  $B_{i3}$  biztosítót a foglatból. Amennyiben terhelés van a töltő kimenetén, akkor a  $D_8$  diódának világítania kell.

Végezetül néhány szó a töltő alkalmazásáról. A gépkocsiban lévő akkumulátor pozitív saruját húzzuk le, csak ezután kapcsoljuk rá a töltőt. Vannak olyan elektronikus feszültségszabályozók, amelyek meghibásodnak a töltő feszültségétől. A töltendő akkumulátor dugóit lazítsuk meg, hogy a keletkező hidrogén szabadon eltávozhasson.



9. ábra. A  $D_1$  hűtőfelülete



10. ábra. A töltő terheléses mérése



Ha áram van,  
minden van.

***elmű***

*a pozitív energia*

hat

# Időkapcsoló lépcsőház-világításhoz

Plachtovics György, SOMOS Kft.

A villamos energia ára az utóbbi években jelentősen emelkedett. Úgy tűnik, ennek a folyamatnak még nincs vége. Amikor ezt a cikket írom, 1 kWh ára több mint 18 Ft + áfa! Célszerű tehát takarékoskodni. Az alábbi áramkör ebben nyújt segítséget. A lényegét tekintve egy gombnyomással indítható kapcsoló áramkör. A kapcsolási idő 20 mp és 2 perc között állítható. A maximális terhelés az áramkörbe beépített jelfogó érintkezőitől függ, ez a mintapéldánynál 550 VA. Az időzítő teljesítményfelvétele minimális, mindössze 2 W. Az áramkör lépcsőház lámpáinak kapcsolásához készült. A kereskedelemben kapható erre a célra gyártott időkapcsoló. Áruk 5000 Ft és 9000 Ft között mozog. Az általunk ismertett áramkör anyagköltsége mindössze 1000...1500 Ft.

Az időzítő kapcsolási rajza az 1. ábrán látható. Működése röviden a következő.

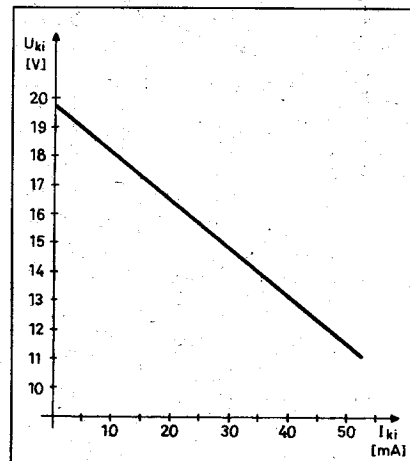
A hálózati feszültség a Tr transzformátor primer tekercsére jut. A középleágazásos szekunder tekercs feszültsége a D<sub>1</sub> és a D<sub>2</sub> diódára kerül. A kétutas egyenirányítással létrejött pulzáló egyenfeszültség szűrését a C<sub>1</sub> elektrolitkondenzátor végzi. Az ily' módon létrejött egyenfeszültség stabilizálásá-

ról a 7812-es integrált áramkör gondoskodik. A stabilizátor a következők miatt szükséges. A kisteljesítményű hálózati transzformátorok belsőellenállása nagy (vékony huzal, nagy menetszám). A névleges feszültséget a névleges terhelőáramnál produkálják. A 2. ábrán látható a mintapéldányba beépített 2 × 12 V, 0,4 VA-es transzformátor terhelési görbéje. A transzformátor típusa UI-21. A különböző cégek által gyártott transzformátorok hasonló karakterisztikát mutatnak. Ahogy növekszik a transzformátor teljesítménye, úgy csökken az üresjáratú és a terhelte feszültség közötti különbség.

A 7812-es stabilizátor kimenetén 12 V-os egyenfeszültség jelenik meg. Erről működik az időzítő áramkör. Az időzítést a TLC555 típusú integrált áramkör végzi. Ez egy CMOS-struktúrájú időzítő. Bekötése megegyezik az NE555-ös integrált áramkörös időzítőével. Fogyasztása, valamint a megengedhető kimeneti árama kisebb, mint az NE555-é.

Lényegesebb adatai:

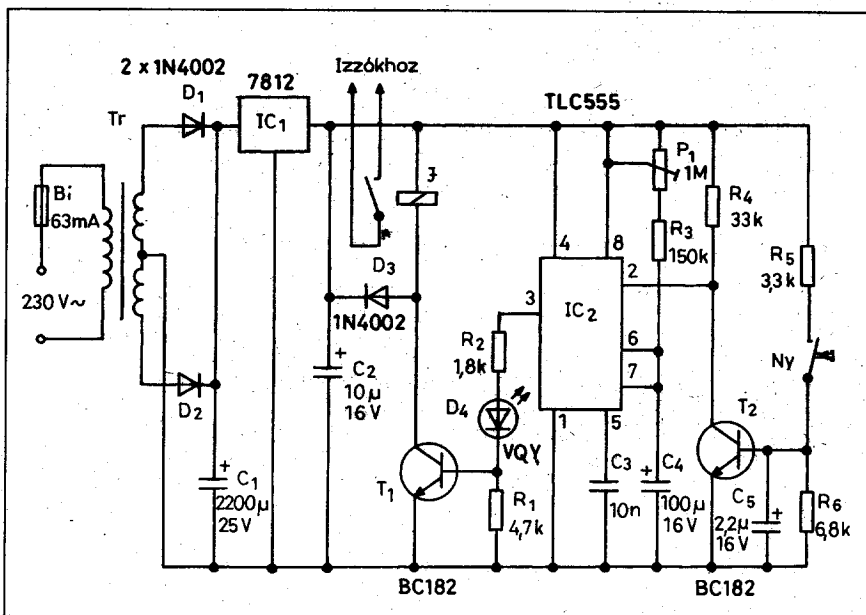
- szimpla tápfeszültség 2–18 V-ig,
- alacsony teljesítményfelvétel,
- kimeneti áram 15 mA, illetve 150 mA,
- nagy bemenőimpedancia.



2. ábra. A transzformátor terhelési görbéje

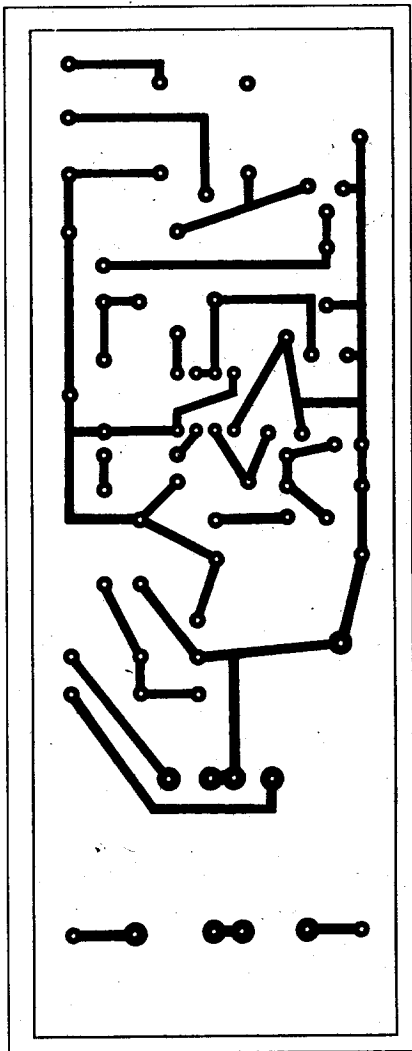
Az IC<sub>2</sub> integrált áramkör monostabil multivibrátor kapcsolásban üzemel. Nyugalmi helyzetben (indítójel nélkül) az IC 2. lába az R<sub>4</sub> ellenálláson át tápfeszültséget kap. Ilyenkor a kimenet (3-as láb) földpotenciálra van. Az „Ny” nyomógomb zárásakor a T<sub>2</sub> tranzisztor bázisába áram folyik az R<sub>5</sub> ellenálláson keresztül. A T<sub>2</sub> tranzisztor feltöltésbe kerül, kollektorfeszültsége a földre ugrik. Az időzítő számára ez a startjel. Az IC 2. lábán megszűnik a tiltás, a C<sub>4</sub> kondenzátor a P<sub>1</sub>-en és az R<sub>3</sub> ellenálláson át töltődni kezd. A 3-as kimeneti pont gyakorlatilag tápfeszültség szintre ugrik fel. Az R<sub>2</sub> ellenálláson és a D<sub>4</sub> világító diódán áram folyik a T<sub>1</sub> bázisába. A tranzisztor kinyit, meghúzza a kollektorkörben lévő jelfogót. A bekapcsolási időt a P<sub>1</sub> potenciométerrel állíthatjuk be. Kisebb ellenállásértéknél nagyobb a C<sub>4</sub> kondenzátor töltőárama. Ilyenkor rövid a bekapcsolási idő. Nagyobb ellenállásértéknél a kis töltőáram hosszú kapcsolási időt eredményez. Amíg az időzítés tart, a D<sub>4</sub> LED világít. Az R<sub>2</sub> ellenállás 5 mA-re állítja be a LED áramát. A D<sub>4</sub> diódának az időzítés beállításakor vesszük hasznát.

A felhasználás során előfordulhat, hogy kevés a 2 perces időtartam. Ilyenkor a C<sub>4</sub> kondenzátor értékét kell növelni. Erre a helyre 16 V üzemi feszültségű tantálkondenzátort építsünk be. A tantálkondenzátorok szivárgási



1. ábra. Az időzítő kapcsolási rajza





3. ábra. Az időzítő nyomtatási rajza

árama lényegesen kisebb, mint az alumínium fegyverzetű kondenzátoroké.

A lépcsőházi időkapcsolók több helyről (emeletenként) indíthatók. A nyomógomboktól az időkapcsolóig néha 50...100 méter vezeték szükséges. Ezek antennaként működve elektromágneses zajokat szednek össze, amelyek az időzítő bemenetére jutva hamis indítást eredményezhetnek. A  $T_2$  tranzistor báziskörében lévő  $C_3$  kondenzátor integrálja a különböző zajokat, növeli a zavarérzékletlenséget.

Az izzólámpák kapcsolását a J jelző végzi. OMRON gyártmány, típusa G5L-112P. Egy morzeérintkezőt tartalmaz, 250 V váltófeszültségnél 2,5 A áram kapcsolására képes. A jelzőgő tekercsének ellenállása 420  $\Omega$ . Természetesen más, hasonló paraméterű jelzőgő is alkalmazható, de ebben az esetben a nyomtatási rajzon a jelzőgő láb-

kiosztása módosulhat. A lényeg, hogy hasonló tekercsellenállású típust válasszunk. A jelzőgővel párhuzamos  $D_3$  dióda a kikapcsolás pillanatában létrejövő induktív feszültségtől védi meg a  $T_1$  tranzisztort.

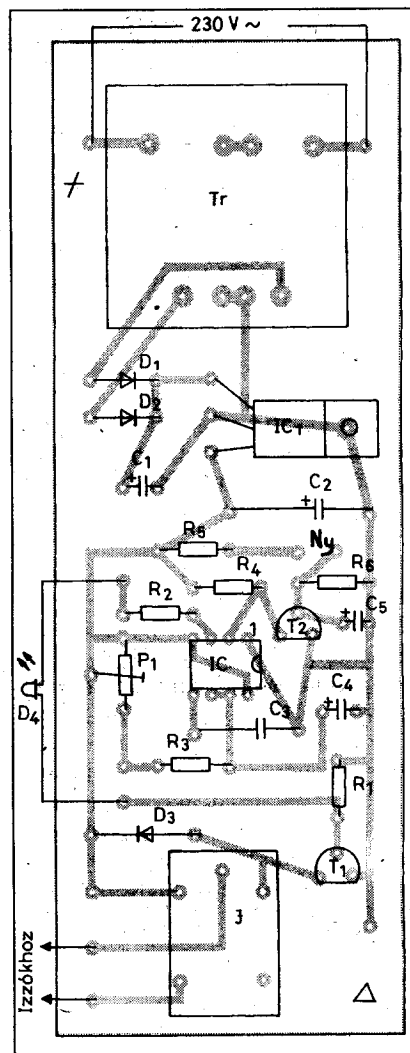
Az időzítő nyomtatási rajza a 3. ábrán, míg alkatrész-beültetési rajza a 4. ábrán látható.

A hálózati transzformátor helyére hasonló adatokkal rendelkező megfelelő, de itt is figyelembe kell venni az esetleges eltérő lábkiosztást.

Az időkapcsoló bemérése egyszerű feladat. Hálózati feszültséget kapcsolunk a transzformátor primer tekercsére. A  $C_1$  elektrolitkondenzátor sarkain 18 V és 22 V közötti egyenfeszültséget mérünk (transzformátortól függ). A 7812 stabilizátor kimenete és a föld között 12 V-ot mérünk. Zárjuk rövidre a  $P_1$  trimmerpotenciométert (csúszkája az  $R_3$ -on). Az „Ny” gomb zárásakor a minimális időt mérhetjük. A jelzőgő addig van meghúzva, amíg a  $D_4$  LED világít. Csavarjuk a  $P_1$  potenciométert a maximumra. Az „Ny” gomb benyomásakor kb. 2 perces kapcsolási időt mérünk. Lényeges eltérés esetén a  $C_4$  kondenzátor értékét kell változtatni.

Ezután beállítjuk a kívánt kapcsolási időt. Az elkészült áramkört műanyagdobozba építjük be. Ezekből többféle kivitel is kapható. A hálózati feszültséget és a nyomógomb vezetéket sorkapocs (csoki) segítségével csatlakoztatjuk az időzítőhöz. A  $P_1$  potenciométer felett furatot készítünk a doboz fedőlapjába, így csavarhúzóval bármikor állíthatunk a kapcsolási időn. A  $D_4$  LED-hez vékony, szigetelt vezetőket alkalmazunk.

Kipróbáltuk a mintapéldányt NE555-ös áramkörrel is. Ennek nyugalmi árama nagyobb. A hálózati teljesítményfelvétel lényegesen nem válto-



4. ábra. Az alkatrész-beültetési rajz

zott. A kapcsolási idő változatlan maradt.

Az egész áramkör olyan csekély teljesítményt vesz fel a hálózatról, hogy a villanyóra tárcsáját nem is mozdítja meg.

## Elektronikai alkatrészek széles választéka!

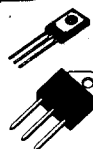
Analog-, CMOS-, TTL IC-k, diódák, tranzisztorok, kvarcok, ellenállások, kondenzátorok, elkők, optoelektronikai alkatrészek és még sok egyéb - kedvező árakon.

Alkatrészek összekészítését lista alapján rövid határidőre vállaljuk. Vidékre csomagküldő szolgálat.

Üzlet: 1068 Budapest VI., Király u. 80.  
Tel./fax: 351-8985

Nagyker: Viszonteladók nagyker áron szolgálunk ki.

Illyés & Tsa Bt.



# Technikatörténet – évszámokban

Borbás István és dr. Fábián Tibor

## 10 éve történt

– A proton szerkezetének vizsgálatáért Nobel-díjat kapott Gerome E. FRIEDMAN, Henry W. KENDALL és Richard E. TAYLOR.

– Január elsejével a Magyar Posta három önálló részre vált: a Magyar Posta Vállalatra, a Magyar Távközlési Vállalatra (MATÁV) és a Magyar Műsorszóró Vállalatra (MMV, később Antenna Hungária). Ekkor hozták létre a Postai és Távközlési Főfelügyeletet (PTF) és a Frekvenciagazdálkodási Intézetet (FGI). A Posta Kísérleti Intézet (PKI) Hírközlési Kutató-fejlesztő Kft.-vé alakult.

– Május 5-én Hannoverben meghalt Walter BRUCH (szül. 1908) német villamosmérnök. 1935-től a Telefunken munkatársa, majd a tévéfejlesztés vezetője volt. Találmányát, az NTSC és a SECAM színestévé-adásrendszerek hibáit kiküszöbölő PAL (Phase Alternative Line) rendszert először 1963. január 3-án Hannoverben mutatta be. A PAL 1967. augusztusától az NSZK, majd később más országok „hivatalos” színestévé-szabványja lett.

– A Westel – a MATÁV és az US West közös vállalata – Budapesten beindította az analóg, 450 MHz-es mobil rádiótelefon-rendszer szolgáltatásait.

– A Verbatim cég kihozta az első teflonbevonatú, előformált 3,5"-es hajlékony mágneslemezt, a „Data Life Plus”-t. A bárium-ferrites lemez kapacitása 4 MB.

– Az olaszországi футбол VB volt az első olyan esemény, amelyet az európai tv-társaságok HDTV technikával rögzítettek és műholdon keresztül közvetítettek az Európai Közösség számos országába. A HDTV adásokhoz használt 1250 soros felbontású kamerát a Broadcast Television System (BTS) készítette.

– Decemberben a japán NHK tv-társaság HDTV (High Definition TV, nagy felbontású tv) adások napi 1 órás kísérleti sugárzását kezdte meg. Tokió középületeiben, éttermeiben, szállodáiban megjelentek az első, sorozatban gyártott „Hi-Vision” vevőkészülékek.

– A Kodak bemutatta a Philips-szel közösen kidolgozott Photo-CD el-

járást és optikai tárolót. Egy 12 cm átmérőjű lemezen 100 db színes fényképet/diát lehet tömörítve tárolni. A tömörítés eredményeként egy 24 × 36 mm-es képkocka adatainak tárolásához szükséges 18 Mbyte helyett csak 6,5 Mbyte szükséges.

– Decemberben megkezdődött az európai tehergépkocsik adatátviteli és helyzetmeghatározó rendszere – az EUTELTRACS szolgáltatás – próbaüzeme az EUTELSAT műholdakon keresztül. A rendszer kereskedelmi értékesítése 1992 januárjában indult.

– A Fuji cégnél kifejlesztették a kettős mágneses rétegű (double coating) VHS- videoszalagokat.

– A Sony specifikálta a Mini Discet (MD). Az MD 64 mm átmérőjű, védőtokban elhelyezett kompakt lemez. A maximum 74 percnyi digitalizált hanganyagot a Sony fejlesztésű AT-RAC eljárással 5:1 arányban tömörítve tárolja. Az MD lemezek és lejátszók 1992 végén jelentek meg a piacon.

– A Philips kifejlesztette a digitális kompakt kazettát (DCC, Digital Compact Cassette) és lejátszót.

– Hitelkártya-méretű, kódkártyával működtethető és programozható „zsebrádiót” hozott piacra a Sony. Az ICF-SW800 rádióvevőn 60 adó (RH és URH) programozható be. A PLL-es szintézer RH-n 5 kHz, URH-n 50 kHz raszterben hangolható, csak a hangerő szabályozására használnak forgatógombot. Egy kártya 20 programot tárol.

## 25 éve történt

– Az atommag szerkezetének kutatásáért – a magszerkezeti elmélet megalkotásáért – megosztott fizikai Nobel-díjat kapott Aage Niels BOHR (szül. 1922) dán fizikus, Ben MOTTELSON (szül. 1926) amerikai származású dán fizikus és Leo James RA-INWATER (szül. 1917) amerikai fizikus.

– Megjelenik az amerikai hobbyüzletekben az Altair 8800, az első, házilagosan összeállítható mikroszámítógép („home made computer”). Az „ős” PC kitét 395 dollárért árusították.

– A Sony májusban bemutatja első „beta” rendszerű (azaz „teljes felüle-

ttí”) kazettás, színes, házi videomagnó-ját, a Betamax I.-et.

– Az első kvadrafon adáskísérletet április 6. és 9. között tartják Budapesten. A rendszert itthon fejlesztették, a kísérletekben a Magyar Posta, a Videoton, az EMV és a Gelka vett részt.

– Az első szovjet-amerikai űrprogram keretében július 17-én összekapcsolják a világűrben a Szajuz-19 és az Apollo-18 űrhajót.

– Bemutatják a JVC–Matsushita fejlesztésű VHS (Video Home System) videomagnót. Az első készülékek 1975 szeptemberében kerültek forgalomba Japánban és az USA-ban. Európában csak 1978 tavaszán jelent meg a VHS!

– Sirjang Lal TANDON amerikai mérnök mágneslemez-író/olvasófejeket gyártó vállalatot alapított Kaliforniában. Tandon korábban az IBM-nél, a Memorexnél, majd a Percecnél a mágneses tárolási technológiák fejlesztésével foglalkozott. Sikeres tevékenységét jellemzi, hogy két év múlva az Egyesült Államokban gyártott hajlékony- és merevlemez egységek 80%-ába Tandon-fejet építenek.

– A Xerox cég beindította kísérleti Ethernet-hálózatát. A rendszer átviteli sebessége 2,94 Mbit/s, az állomások távolsága, ill. a szegmensek hossza nem haladja meg az 1 km-t. Az állomások számát 255-ben maximálták. Az Ethernet-rendszerre vonatkozó kutatásokat 1972-ben kezdték a cég Palo Alto-i kutatóközpontjában.

– Ausztráliában megjelenik a „tv-játék”, vagyis a tv-vevőn játszható elektronikus labdajáték (pl. squash, tenisz).

– Augusztus 20-tól Budapesten a tv 1. műsor sugárzását az EMV gyártmányú 20/4 kW-os adó veszi át az elavult RFT berendezéstől. Az új adó KF-modulált, s a kimenőteljesítményt két darab, párhuzamosan járatott végerősítő állítja elő. Az adóban már csak 5 darab elektroncső, léghűtéses adócsövek üzemelnek.

– Meghalt Ernst Frederik Werner ALEXANDERSON, svéd származású amerikai mérnök (szül. 1878). Ő tervezte a General Electric-nél azt az 50...100 kHz, 1 kW-os generátort (333 póluspáros „alternátor”-t), amelynek

segítségével 1906-ban R. A. Fessenden professzor első „rádióműsorát” sugározta. 1926-tól vezeték nélküli képátvitellel foglalkozott, elsőként alkalmazott katódsugárcsővet a tv-vevőjében. 1930 májusában Schenectady „Proctor” színházában bemutatta ívlámpás Karolus-cellás színházi vetítős televízióját (azaz a videovetítőt). 1939-ben tv-átjátszókat épített, hogy a New York-i – az Empire State Building tetejéről sugárzott – adásokat a messzi távolban is lehessen venni.

## 50 éve történt

– A mezonok kutatásáért és a folyamatok tanulmányozásánál alkalmazható fényképezési részecske-detektálási eljárásokért, speciális fotoemulzió kidolgozásáért Nobel-díjat kapott Cecil Frank POWELL (1903 – 1969) angol fizikus.

– Megalakult az UER (Union Européenne de Radiodiffusion), az Európai Rádiószövetség.

– Az Egyesült Államokban piacra kerülnek a ténylegesen működő vidikon képfelvevő csövek első példányai.

– Gordon TEAL a Bell Laboratóriumban kristályhúzó-adalékoló berendezést készít, megteremtve ezzel az öt-vözött Ge-rétegranzisztor tömeggyártásának feltételeit.

– Az Egyesült Államokban a Jerrold cég kifejlesztette a közösségi vevőantenna-rendszer prototípusát. Az első berendezések a tv-készülékeket árusító üzletek számára készültek azért, hogy mind több készülék legyen együttesen bemutatható, kellően nagy programválaszték és megfelelő képminőség mellett.

– Budapesten megalapítják a Távközlési Kutató Intézetet (TKI), a magyar távközlés és a hadiipar elektronikai kutató-fejlesztő bázisát. A TKI a Távközlési Innovációs Rt. jogelődje.

– Meghalt Giovanni GIORGI olasz fizikus (szül. 1871), a róla elnevezett MKS(A) mértékegységrendszer megteremtője. 1901-ben a római elektrotechnikai kongresszuson olyan mértékrendszer bevezetését javasolta, melynek alapegységei a méter, a kilogramm, a másodperc, valamint egy elektromos egység, az ohm (később: az amper). A Nemzetközi Mértékegységrendszer (SI) lényegében a Giorgi-rendszer továbbfejlesztése.

– Meghalt Karl Guthe JANSKY amerikai villamosmérnök (szül. 1905),

a rádiócsillagászat megteremtője. 1931-ben fedezte fel, hogy a Tejútrendszer közepe felől kb. 15 m-es hullámhosszon állandó intenzitású, folyamatos rádió sugárzás érkezik. (Ez volt az első rádióvétel az űrből!) A kutatásokat Jansky a Bell Telephone cég megbízására végezte, hogy megállapítsa az Atlanti-óceáni kábel forgalmát befolyásoló zavarok okát.

– Ebben az évben született meg a téremissziós elektronmikroszkóp. Felfedezője Erwin Wilhelm MÜLLER (1911 – 1977) német fizikus.

## 75 éve történt

– Az elektron- és atomütkezőések törvényszerűségeinek kutatásáért fizikai Nobel-díjat kapott a német James FRANCK (1882 – 1964) és Gustav Ludwig HERTZ (1887 – 1975).

– Április 4-én Genfben megalakították a Nemzetközi Rádió Uniót (UIR, Union Internationale Radiodiffusion). Az UIR tagjai az első időkben az európai államok voltak. Az Unió lényegében a második világháború alatt – formailag a háború után – szűnt meg.

– Április 18-án megalakult a Nemzetközi Rádióamatőr Szövetség (IARU, International Amateur Radio Union). Kiadták az amatőrök számára a hívójeleket: az első két betű a földrészt, ill. az országot jelentette, pl. Magyarországi hívójele EW volt.

– 1925 a magyar rádiózás „nagy éve”. Csak néhány esemény a sok közül. Márciusban Csepelen üzembe helyezik a Posta Kísérleti Intézetben kifejlesztett 1 kW-os adót, majd április végén beindítják a Telefunken gyártmányú, akkor éppen 565 m-en sugárzó 2 kW-os távíróadót. (Az adó modulált „telefonía” üzemben csak kb. 500 W-ot adott le. Hullámhosszát többször változtatták: keresték az optimumot.) Szeptember 25-én a Rákóczi út 22. sz. házban berendezett új stúdióból először sugároznak „próbahangversenyt”. November végén döntenek a rádiókonzesszió kérdésében: a Posta által létesített és üzemeltetett „közhatalmatú rádióhíradó berendezések közlésekkel való ellátására” az újonnan megalakuló Magyar Telefontelefont és Rádió Rt. kap engedélyt. December elsején ünnepélyesen kezdetét veszi a hazai rendszeres rádió-műsorszórás. A „Rádió Budapest” ekkor 546 m-en adott, detektorosvevős vételkörzete kb. 40...50 km volt. December 18-tól

a „híradóhíradó” műsora rendszeres meteorológiai jelentéssel bővült. A rádióelőfizetők száma az év végén 17072 fő.

– November 20-án a Kremenezky János által alapított Magyar Wolframlámpagyár engedélyt kap „rádiókészülékek és azok lényeges alkatrészeinek előállítására és forgalomba hozatalára”. Decemberben megkezdik a rádiócsövek gyártását, fél évvel később megjelenik az első detektoros vevő is. Termékeiket ORION védjegy alatt hozzák forgalomba.

– A SIEMENS elkészíti az első szénréteg-ellenállást. Márkanéve: „karbowid”.

– A németországi Landshutban új kondenzátorgyár létesült. A neve: ROEDERSTEIN.

– Ebben az évben vezeti be a Magyar Posta a telefonon történő ébresztést és üzenetközvetítést.

– Az Egyesült Izzóban megkezdik az MR2 és az MR3 típusú, tóriumkatódos rádiócsövek gyártását.

– Julius Edgar LILIENFELD volt lipcsei fizikaprofesszor Kanadában bejelenti az első „kristály-erősítő” találmányt, s ebben már akkor a FET őstét írja le: az üveglapra felvitt réz-szulfid félvezetőn átfolyó áramot alumínium fóliából készített vezérlő elektróda vilamos erőterével lehet vezérelni.

– New Haven-i WPAJ rádióállomás sztereofonikus adáskísérleteket kezd középhullámon. A jobb és a bal csatorna jeleit külön-külön, egy-egy adóval sugározzák.

– Az USA-ban megalapítják a Bell Telephone and Telegraph Laboratories Inc.-t az AT&T (American Telephone and Telegraph Company) és a Western Electric Co. kutató-fejlesztő részlegének egyesítésével. Itt fejlesztették ki a tranzisztort, a lézert, a napelemet, az első távközlési mesterséges holdat, a digitális tároltprogram-vezérlésű telefonközpontot, a cellás rádiótelefont stb. Itt dolgozták ki az információelmélet alapjait, az UNIX operációs rendszert, s a C-programnyelvet. A Bell Lab's több mint 35 ezer szabadalom birtokosa, 8 kutató kapott Nobel-díjat az itt elért eredményekért.

– Meghalt Clément ADER francia út- és hidépítő mérnök (szül. 1841), a szénrudas telefonmikrofon tökéletesítője, a dalműtelefon (théátróphone) feltalálója. 1881-ben a párizsi Első Nemzetközi Elektrotechnikai Kiállítás ideje alatt az Opera előadásait közvetítette

telefonon a kiállítás egyik termébe. A színpad jobb és bal oldalán elhelyezett mikrofonok jelét különválasztva vitte át, így az előadás sztereóban volt hallható a tizenhat pár fejhallgatóban. 1897-ben táviró-berendezést készített, amellyel 3000 szó/perc átviteli sebességet ért el.

– Meghalt Franz Philipp KLÖCKNER (szül. 1873), a kapcsolókészülékeiről világszerte ismert Klöckner-Moeller GmbH egyik alapítója. A jogelőd-céget 1899-ben, Kölnben alapította.

– Ebben az évben született Leo ESAKI, japán származású amerikai fizikus. 1973-ban kapott Nobel-díjat – megosztva I. Giaeverrel és B. D. Josephsonnal – a félvezetők alagútjelenéseivel kapcsolatos felfedezéseiért. Esaki nevét viseli az általa kifejlesztett alagútdióda (tunneldióda), amelyet mikrohullámú oszcillátorok aktív elemeként használnak.

– A washingtoni Carnegie Intézetben G. Breit és M. A. Tuve megépíti az első ionoszféravizsgáló berendezést, amely az impulzusüzemű lokátor ósének tekinthető. A berendezés tervezői a Kennelly-Heaviside-réteg magassági és sűrűségi változásait vizsgálták. Az első kísérleteik során a néhány megahertz frekvenciájú vívót 1 mfs-os impulzusokkal modulálták. A visszaverődési időből az ionizált réteg magasságára lehetett következtetni.

## 100 éve történt

– A Békés megyei Gyulaváriban 1900. július 24-én született BAY Zoltán Lajos, magyar – amerikai fizikus (meghalt 1992). Számtalan tudományos eredménye közül a részecskezésláshoz használt elektronsokszorozóját (1938), a sokszorozóhoz használt ns időfelbontású koincidencia kapcsolását (1943), a Hold „megradarozását” (1946) és a fénysebességen alapuló „fényre szabott méter” említjük. A Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal 1983-ban a Bay által javasolt méterdefiniációt fogadta el: „a méter annak az útnak a hossza, melyet a fény 1/299 792 458 s alatt a vákuumban megtesz”. [Lásd még RT ÉK '98: Az első Holdvisszhang-kísérletek.]

– Ebben az évben született Wolfgang PAULI, osztrák-svájci fizikus (meghalt 1958). 1945-ben fizikai Nobel-díjat kapott az elektronpályák törvényszerűségeinek felfedezéséért.

– Június 5-én született GÁBOR Dénes, magyar származású angliai villamosmérnök, fizikus (meghalt 1979). Az 1971. évi fizikai Nobel-díjat a holográfia feltalálásáért (1948) kapta. Találmányai közül a plazmalámpa, a termionikus átalakító, a nagysebességű oszcilloszkóp és a lapos színestévéképcső említendő. Jelentősek hírközléseméleti kutatásai is.

– Max PLANCK (1858 – 1947) német fizikus a Német Fizikai Társaság októberi ülésén ismerteti először a feketetest sugárzásának törvényszerűségeit, s az ezt leíró új sugárzási formulát: a Wien-féle spektrálegyenlet módosított alakját. A Társaság decemberi ülésén nyilvánosságra hozza az energia kvantum szerkezetének hipotézisét. 1918-ban Nobel-díjat kap.

– Ernest RUTHERFORD (1871 – 1937) és Frederick SODDY (1877 – 1956) angol fizikusok felfedezik a radont. Paul Ulrich VILLARD (1860 – 1934) francia fizikus felfedezi a radioaktív sugárzások harmadik fajtáját: a gamma-sugárzást. (Az alfa- és a béta-sugárzás felismerése Rutherford nevéhez fűződik.)

– Michael Idvorsky PUPIN (1858 – 1935), szerb származású amerikai fizikus szabadalmat kap a később róla elnevezett csévélkre. A telefonkábelbe kb. kilométerenként beiktatott Pupin-csévék a vezeték önindukcióját megnövelik, ezzel a kábelerek közötti kapacitást kompenzálják; a hangfrekvenciás sávban a kábel csillapítását csökkentik, s így az áthidalható távolság növekszik.

– Meghalt David Edward HUGHES (szül. 1831), angol származású amerikai zenetanár, fizikus. 1856-ban kapott szabadalmat tökéletesített betűnyomó távirójára, amely óránként 2400 szót továbbított. Széntuskók, ill. fémek érintkezők közé helyezett kihegyezett szénrúdból álló hangfelvevőjét transzmitternek nevezte. 1878-ban ismertette a szénporozemcsés mikrofon elvét is; ennek alapján készültek a legutóbbi időkig használt telefonmikrofonok.

– A budapesti Központi Táviróhivatal a nehezen kezelhető Meidinger-elemek (galvánelemek) helyett áttért a dinamóval történő tápellátásra; később ehhez akkumulátorokat csatlakoztatnak.

– Ebben az évben kapott telefonközpontot Gyöngyös, Hatvan és Pápa.

– Valdemar POULSEN (1869 – 1942) dán fizikus, rádiótechnikus a pá-

rizsi viláckiállításon bemutatja az első mágneses hangrögzítőt, a „Telegraphon”-t. A kiállításon nagydíjjal jutalmazott készülék 0,1...0,5 mm átmérőjű, kb. 10 m hosszú acél zongorahúrra rögzítette a jeleket.

– Az Egger-féle Egyesült Villamosági Részvénytársaság a párizsi viláckiállításon nagy sikert arat szénszálas izzóival. Az izzólámpagyártás bővítése érdekében még az év elején telket vásárolnak Újpest határában. Az újpesti gyár 1901 végén kezdi meg a termelést: 5, 10, 16 és 25 „gyertyányi fényű”, 45...135 V-os lámpák előállítását. Ezek fényhatásfoka kb. 3,1 lumen/W.

– Ebben az évben született Howard Hathaway AIKEN amerikai villamosmérnök, matematikus (meghalt 1973), az első lyukszalag-vezérlésű – részben programvezérelt – digitális elektromechanikai (jelfogós) számítógép, a MARK-I. megalkotója (1944).

– MAGYARI Endre gépész- és postamérnök 1900. január 10-én született Aradon (meghalt 1968). A hazai rádió-műsorszórás fejlesztésének, a rádióhálózat kiépítésének „motorja” volt. 1922-től dolgozott a Posta Kísérleti Állomáson, ill. Intézetben. Ő helyezte üzembe a Huth-adókat (1923), tervei alapján valósult meg a csepeli 1 kW-os rádió-adóberendezés. Szervezte a hazai kísérleti műsorszórást; az adásokban rendezőként, valamint magyar, német, francia és angol nyelvű bemondóként (!) is közreműködött. Elkészítette az első szünetjel-generátort, amelyben elektroncsöves oszcillátor rezgőköri kondenzátorait régebbi Morse-íróművel hajtott kapcsolókerék változtatta. A „tilinkó-motívum” a „Nagy Bercsényi Miklós” kezdetű kuruc dal első néhány taktusa volt (1925). Megtervezte az országos rádióhálózatot, irányította a lakihegyi, a székesfehérvári adóállomást, s a budapesti stúdió építési, üzembehelyezési munkálatait, továbbá a Népstadion hangosítását. Hazánkban elsőként foglalkozott a műholdak rádiós megfigyelésével.

– Augusztus 21-én a párizsi Nemzetközi Elektrotechnikai Kongresszuson Alekszandr Sztjebanovics POPOV (1859 – 1905) bemutatja adó-vevőjét, előadást tart a szikratáviró siker alkalmazásáról. A Popov-féle szikratáviró segítségével 1900 februárjában a Jermak jégtörő 22 halász életét mentette meg Hogland szigeténél. Ugyancsak a szikratáviró útján szer-

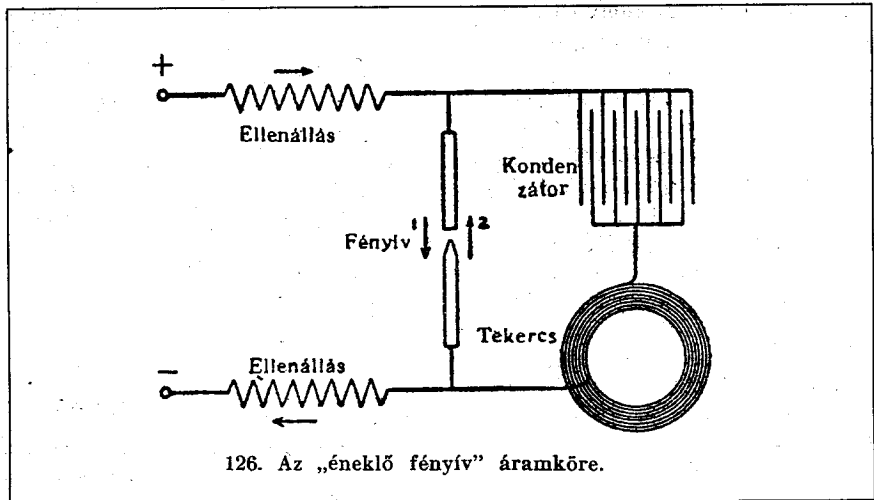
vezték az 1899. év végén zátonyra futott Aprakszin csatahajó mentési munkálatait.

– Reginald Aubrey FESSENDEN (1866 – 1932) amerikai mérnök – egyes források szerint 1900 decembereben, mások szerint 1901 elején – először közvetít emberi hangot ívlámpás adójával: az antennakörbe szénmikrofont kapcsolva modulálja a csillapítatlan nagyfrekvenciás rezgéseket. (Jogos a kérdés: ez már műsorszóró rádió vagy „csak” rádiótelefon?) Később 250 W-os, 60 kHz-es forgógéppel (alternátorral) állított elő nagyfrekvenciás vivőt. Alexanderson nagyteljesítményű alternátorának segítségével 1906. december 24-én továbbított Brant Rockból emberi hangot (női éneket, férfi beszédet) és hegedűszólót az „éteren” át.

– William du Bois DUDDEL (1872 – 1917) angol kutató „éneklő ívlámpát” készített. Kimutatta, hogy az ívlámpa nem csak erősíteni képes a moduláló hangfrekvenciás rezgéseket – ahogy ez Th. Simon német fizikus 1898-as „beszélő ívlámpájánál” volt –, hanem maga is csillapítatlan rezgéseket kelt alkalmasan megválasztott soros LC-rezgőkör esetén (1. ábra). Az ív negatív ellenállása lehetővé teszi az oszcillációt. A pulzáló ívkisülés a levegő hőmérséklet-, s így nyomásváltozása következtében hangot kelt. Duddel a csak hangfrekvenciás rezgéseket produkáló éneklő ívlámpájával a „God Save the Queen” dallamát is előállította. Az adóberendezésekben használt későbbi nagyfrekvenciás és pár kW teljesítményű ívlámpás generátor megalkotása Poulsen nevéhez (1902) fűződik.

## 150 éve történt

– Június 6-án született Karl Ferdinand BRAUN a németországi Fuldában. 26 évesen már az elméleti fizika professzora Marburgban. Legnagyobb jelentőségű kísérletei a félvezetők – pl. szelén, ólom-szulfid – áramvezetési mechanizmusának (1874-83), majd az elektronsugarak természetének vizsgálatára (1895-97) irányultak. Később a drótnélküli telegráfia kérdései foglalkoztatták. Felfedezései közül a kristálydetektor (kb. 1876) és a katódsugárcső (1897) a legismertebb. Az 1899/1900-as években készített hangoltkörös, induktív antenna-csatolású – gyengén csillapított rezgéseket előállító – szikratávíró-adójával (az ún. csatolt körű Braun-adóval) lényegesen na-



1. ábra. Duddel „éneklő fényívének” áramköre. „Az íven két áram megy át, a hálózat és a rezgőkör árama. Ha a két áram egyirányú, egymást erősíti, ha ellenkező irányú, egymást gyengíti. A fényív áramerőssége tehát szabályosan ingadozik, ami a fényív hőmérsékletének és ezzel együtt a környező levegő nyomásának ingadozását vonja maga után, már pedig ez a hang keletkezésének feltétele. A rezgések nem csillapodnak, mert az ív ellenállása kisebb lesz, ha az áram erősödik.” Az ellenállások az áramot korlátozták, a táplálást pár száz V-os dinamó biztosította. A kondenzátor kapacitása száz nF nagyságrendű, a tekercs induktivitása pár tíz mH volt

gyobb távolságokat hidalt át, mint akkoriban Marconi. Az adó-vevőt a Siemens & Halske cég 1900-tól kezdve sikerrel értékesítette. 1909-ben megosztott Nobel-díjat kapott Marconival.

– Ebben az évben született Oliver HEAVISIDE angol fizikus, matematikus (meghalt 1925), Wheatstone unokaöccse, Maxwell tanítványa. Megalkotta a távíróegyenletet (1876), bevezette a mechanikában és az elektrotechnikában fontos szerepet játszó Heaviside-függvényt, valamint a „nabla” operátort. Ionoszféra-hipotézisét – az amerikai E. Kennellytől függetlenül – 1902-ben állította fel. A kb. 90...120 km magasságban elhelyezkedő „E”-réteg (Heaviside-Kennelly-réteg) létezését kísérletileg a '20-as években igazolták.

– Kísérletezés közben, robbanás következtében meghalt Joseph Louis GAY-LUSSAC francia kémikus, fizikus (szül. 1788). Nevét a gáztörvényekkel (1802) kapcsolatban ismerjük. Neki köszönhetjük a bőr felfedezését (1808) is.

– Az angol BRETT testvérek, John Watkins (1805 – 1863) és Jacob (1809 – 1897) – Wheatstone javaslatára, Lajos Fülöp francia király hathatós támogatásával – augusztus 28-án a Goliath gőzhajóról lefektetik az első tengeralatti távírókábel a francia Calais és az

angol Dover között. Az egyrétegű guttaperchéval borított kábel rövid ideig „élt”: egy halász hálójába akadt, aki a kábelt kiemelve, egy darabot kivágott belőle, és mint különleges „aranyközepű” hínárféleséget, lelkesen mutogatta a kocsmában. Az egy évvel később lefektetett kábelt már 7 mm átmérőjű (!), tizszálás, galvanizált acélhuzallal tekercselték be...

– Michael FARADAY (1791 – 1867) angol fizikus és vegyész negatív hőmérsékleti együtthatójú ellenállást készített ezüst-szulfidból. Ez volt az első NTK termisztor!

– Drezdában megalakították a „Német-Osztrák Távírdaegetlet”-et, amely 1872-ig működött. 1850-ben nyitották meg az Ausztria és Poroszország, valamint a Porosz- és Szászország közötti távíróvonalakat a *nagyközönség* számára. A távíróvonalak korábban kizárólag csak kormányzati, katonai és vasúti célokra szolgáltak.

– Október 1-jén a Károly-kaszárnya helyiségeiben a Magyar Posta három Morse-géppel távíróállomást létesített. Ez volt hazánk első nemzetközi távíróvonala, amely Pestet – Pozsonyon keresztül – Béccsel kötötte össze.

– J. HARRISON ausztrál konstruktőr elkészíti az első hűtőgépet.

– Ebben az évben született Edward WESTON, angol származású amerikai

mérnök, vállalkozó (meghalt 1936). Nevét az 1,0183 V-os nemzetközi feszültségetalon, a higany-kadmiumsulfát „Weston-féle normál-elem” őrzi (1893). Vállalata, a „Weston Instrument Company” szabadalmi alapján precíziós elektromechanikai műszereket gyártott. Ő alkalmazta először a csúcscsapágyat, a forgótekerics árambevezetéséhez a bronz spirálrugókat, kidolgozta a mágneses árnyékolású elektrodinamikus műszereket stb. Feltalálta a söntöt, valamint a negatív vagy közel zérus hőmérsékleti együtthatójú ellenállásanyagokat, pl. a konstantánt, manganint (1886-88). Az 1878-ban alapított „Weston Electric Light Company” cége ívlámpákat, majd később izzólámpákat készített. Westonnak sikerült megoldania a szénszál homogénizálását, így képes volt 125 gyertyányi fényerősségű „mammutlámpa” előállítására is; ekkor Edison még csak a 16 „gyertyás” izzóknál tartott!

## 200 éve történt

– A Komárom megyei Szimő községben ebben az évben született JEDLIK Ányos István fizikus, bencés tanár (meghalt 1895), az első magyar elektrotechnikus. Számátalan felfedezése, konstrukciója közül a higanykommutátoros motort („villamdelejes forgony”, 1828–30), az optikai rácsok készítéséhez használt precíz osztógépét (1846–53), az öngerjesztésű dinamó elvét (1861), az unipoláris dinamót („egysarki villanyindító”, 1861), az 1873-as bécsi világi kiállításon aranyéremmel díjazott feszültségcsorozót és nagyfeszültségű kondenzátoregységet („csöves villamfeszítő”, 1863–67), rácsoslemezes ólomakkumulátorát (1867), szódavíz készítő berendezését („savanyúvizes készülék”, 1826; bemutatva 1841) említjük. [Lásd még RT ÉK '69. 77. old. Pap János cikkét Pater Anianusról!]

– Alessandro VOLTA (1745 – 1827) olasz fizikus elkészíti a „Volta-oszlopot”. A feszültségforrást – amelyet L. A. Galvani olasz anatómus tiszteletére galvánelemnek nevezett el – a londoni Royal Society-hoz írt beszámolójában ismerteti. A Volta-oszlop cink- és ezüst-korongok közé konyhasóval átitatott nedves papír- vagy filcbetétekből állt. Korábban már cink- és vörösréz-lemezes galvánelemekkel is kísérletezett.

2. ábra. Nollet abbé szórakoztatja az előkelő társaságot. A kép jobb oldalán maga Nollet állítja elő az üveggolyó dörzsölésével a töltéseket, amelyek a láncokra függesztett vezetőkön át jutnak a leideni palackhoz, ill. az elektromosság-gal kísérletezőkhöz. A kép közepén levő személyek kezében a Nollet által feltalált „villamos tojás” – egyfajta gázkisülőkcső – látható. Ezzel tanulmányozták a villamos kisüléseket ritkított gázokban



– 1800 májusától a Volta-oszlop segítségével elektrolízis-kísérleteket végeznek. Így Anthony CARLISLE (1768 – 1840) angol kémikus és William NICHOLSON (1753 – 1815) angol fizikus vizet bont; Johann Wilhelm RITTER (1776 – 1810) német fizikus – kémikus pedig rézszulfát-oldatból réz-t választ ki.

– Friedrich William (Wilhelm) HERSCHEL (1738 – 1822) német származású angol csillagász érzékeny termométer segítségével felfedezi a „hősugarakat”, mai kifejezéssel az infravörös sugarakat. Herschel az Uránusz felfedezésével (1781), csillagrendszerünk feltérképezésével és az állócsillagok katalógusának elkészítésével (1785) a csillagászatban is maradandót alkotott.

– Ez évben született William Henry Fox TALBOT angol természettudós (meghalt 1877), aki Daguerre-vel egy időben feltalálta a fényérzékenyített papírra való fényképezést és a negatívívót (1839), majd 1841-ben a fénykép-sokszorosítási eljárást („Talbotypia”). 1848-ban megjelentette az első, fényképekkel illusztrált könyvet. Autotypia nevű találmánya a szürke tónusok nyomdai sokszorosítását tette lehetővé (1852).

– Meghalt Jesse RAMSDEN angol mechanikus (született 1735), aki 1766-ban üveggörögös – leszívó fésűs „elektromozó gépet” (dörzselektromos generátort) szerkesztett. Ez a gép egyszerűbb és könnyebben kezelhető volt, mint a korábbi kén- vagy üveggolyós, kézzel, gyapjúpárnával vagy foncsorozott bőrral dörzsölt eszközök.

## 300 éve történt

– Ebben az évben született Daniel BERNOULLI svájci matematikus, fizikus és orvos (meghalt 1782), a hidrodinamika és a kinetikus gázelmélet megalapozója, az áramlástan törvényeinek kutatója. Egyéb fizikai és matematikai kutatásai is jelentősek, pl. a húrok elmélete, rezgésnél az alap- és a harmonikusfrekvenciák számítása. A Fourier-sorfejtés is Bernoulli vizsgálatain alapul!

– Ebben az évben született Ewald Jürgen (Georg) von KLEIST német természettudós (meghalt 1748), az őskondenzátor, a „leideni palack” (1745) egyik feltalálója.

– November 19-én született Jean Antoine NOLLET francia természettudós, abbé (meghalt 1770), a királyi család tagjainak nevelője és termé-

szettudományos tanácsadója. Nevéhez fűződik a pozitív és a negatív töltöttségi állapotot – a gyanta- és az üveg-elektromosságot – megkülönböztető, ún. kétfolyadékos villamosság-elmélet kidolgozása. Vizsgálta a villamos erőter hatását az élőlények növekedésére, foglalkozott a feltöltött leideni palack okozta áramütés gyógyító hatásával... (A korábban Kleist-féle, vagy erősítő-palacknak nevezett töltéssűrítőt ő keresztelte el leideni palacknak.) Kísérleti eszközei közül „fonalas elektro-szkópja” érdemel figyelmet: a töltésmennyiséget két felfüggesztett fonalszál elhajlási szöge alapján határozta meg. Igencsak nagy feltűnést keltett kísérleteivel, amelyek során szigetelőpódiumra állított személyeket üveg-golyós dörzselektromos gépével „villanyozott” (2. ábra). Leideni palackról

táplált „áramütéses távirójával” kb. 1,5...2 km távolságra volt képes jeleket továbbítani. A „sokkoló” töltéseket 200 kartharzi szerzetes által tartott vas-huzalon vezette körbe. A hatás alapján megállapította, hogy az elektromosság „rendkívül gyorsan” terjed.

#### 400 éve történt

– Megjelenik William GILBERT (1544 – 1603) angol fizikus, a mágneses és az elektrosztatikus jelenségek első céltudatos kutatója „De magnete” című könyve. Itt fordul elő először az *elektromosság*, az *elektromos erő* és az *elektromos vonzás* kifejezés. Gilbert egyébként Erzsébet királynő és I. Jakab udvari orvosaként is működött. Nevét a mágneses feszültség – elavult, cgs-rendszerbeli – egysége, a gilbert (Gb) őrzi.

– Megégetik Rómában Giordano BRUNO olasz természettudóst a heliocentrikus világmépítés tanítása miatt. („Ti jobban rettegetek ítéletet kimondva, mint én, akit ez az ítélet sújt.”) 33 év múlva Galilei „Párbeszédei” halálos csapást mérnek a skolasztikus (a geocentrikus) világmépre.

E visszatekintés az 1992-es évkönyvünkben megkezdett, azonos című „sorozat” folytatásának is tekinthető. A szerk.

#### Az ábrák forrása

1. ábra Lawrence Bragg: Az elektromosság diadalútja. Dante Könyvkiadó. Budapest, év nélkül (kb. 1948-50).
2. ábra Nollet: Leçons de Physique expérimentale. Vol. VI. Közli: From Semaphore to Satellite. ITU, Geneva, 1965.

## HÍRADÁSTECHNIKAI ALKATRÉSZEK KIS- ÉS NAGYKERESKEDELME

*Ahol még a csapból is...*

**Tisztelt Vásárlók!**

A Mikrovill KFT. teljes áruválasztékával várja Önöket a hét öt napján reggel 1/2 9-től délután 5-ig. Csomagküldés, telefonos rendelésvétel. Postai utánvétes szolgálat, 4000 Ft feletti rendelés esetén mi fizetjük a szállítási költséget. Árukatalógusunk floppyn és az Interneten is elérhető! Szervizek és viszonteladók kiszolgálása kedvezményes.



## MIKROVILL

HÍRADÁSTECHNIKAI KFT.  
1126 Budapest, Böszörményi út 2.  
T.:212-4130, F.:212-4865  
e-mail:mikrovill@matavnet.hu

*...alkatrész folyik*

- Analóg IC-k
- Biztosítékok
- Csatlakozók
- Diódák
- Digitális IC-k
- Kapcsolók
- Kábelek
- LED-ek
- Hangszórók
- SMD alkatrészek
- Spray-k, vegyszerek
- Tranzisztorok
- Triac, diak, tiriszor
- Transzformátorok
- TV-videó alkatrészek
- Relék
- RC elemek
- Zsugorcsovek



## DEÁKI MÉRNÖKI IRODA BT. MŰSZERGYÁRTÁS, TERVEZÉS

Feszültségmérők, programozható számlálók, frekvencia- és fordulatszám-mérők, alfanumerikus és numerikus kijelzők, egyedi készülékek, műszerek, vezérlések tervezése, gyártása

1158 Bp., Molnár Viktor u. 74/b • Tel./fax: 410-6212 • e-mail: deaki@elender.hu



## A méter-sztori

Pálinkás Tibor gépészmérnök

„Csak az van, amit mérni lehet”, tartják a műszaki szakemberek. És valóban, a műszaki és a tudományos kutatások, fejlesztések alapja a mérhető mennyiségek minél pontosabb, minél megbízhatóbb mérése. Ma, a System International d'Unités (rövidítve SI) egységes mértékrendszer sokak számára elképzelhetetlenül precízen definiált alapegységeinek ismeretében, a gyakorlat számára kellő pontosságú mérés csak megfelelő mérőeszközök - és persze az ezek előteremtéséhez szükséges pénz kérdése. Magyarország 1960-tól állt át fokozatosan az SI-re. Kötelező használatát a 8/1976 MT számú rendelet írta elő. Ha a világ egyik végén elkészítenek például egy névleges illeszkedő méretű alkatrészt néhány  $\mu$ m tűréssel, akkor a világ másik végén legyártott ellendarabhoz annak az előírás szerint kell illeszkednie. Ugyanígy, ha egy távoli országból származó 1 k $\Omega$ /1%-os ellenállást itthon megmérünk egy legalább 0,1% pontosságú műszerrel, akkor azt nagyon valószínű, hogy 990...1010  $\Omega$  közötti értékűnek fogjuk találni.

A régi korok országoként, sőt, tartományoként különböző és többnyire önmagában sem egységes mértékrendszereitől idáig azonban hosszú út vezetett. A következőkben az SI hét alapegysége közül a hosszúság mértékegységének, a méternek a történetét próbálom összefoglalni. Teszem ezt egyrészt azért, mert közel tizenöt évig foglalkoztam a gépipari hosszmeréstechnikával. Ezen idő alatt sok speciális mérőeszköz, mérőautomata fejlesztésében vettem részt, és szinte hobbimmá vált ez a szakterület. Másrészt a méret, a távolság, köznapi életben is az egyik legfontosabb mérendő mennyiség. Az sem lebecsülendő szempont, hogy az alapmértékek története közül a méteré a legregényesebb. Mivel az SI szigorú következetességgel felépített mértékrendszer, minden mértékegysége az alapegységekből származtatható. Valószínűleg a legtöbb olvasónkat érdeklő villamos mértékegységek közül is soknak a dimenziójában szerepel a méter. Például

a villamos feszültség lezármaztatott egysége a volt, alapegységekkel kifejezve:  $1 \text{ V} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{As}^3$ .

Irodalomkutatásom során sajnos csak másod- vagy harmadközlésű irodalmi forrásokra támaszkodhattam, amelyekben sokszor egymásnak ellentmondó adatokat, számelírásokat is találtam. Az irodalomjegyzékben felsorolt forrásokat alaposan tanulmányoztam és az adataikat összevetettem. Bizom benne, hogy az alább leírtak nagy valószínűséggel megfelelnek a tényeknek, történéseknek.

Kevesek számára ismert, hogy már a méter megszületésénél bábáskodtak nagynevű magyar tudósok, de a ma elfogadott méterdefiníció is egy híres hazánkfiától, Bay Zoltántól származik. Természetes tehát, hogy cikkemben a méter hazai történetéről is bőven szó esik.

### Előzmények

A manufaktúra fejlődése, a kialakulófélben levő egységes nemzetközi piac, majd az ipari forradalom mindmind kényszerítő erővel hatott egy egységes mértékrendszer kidolgozására. Sok tudós fáradozott azon, hogy a hosszúság egysége ne például az uralkodó valamely testrésze legyen a mérete (láb, hüvelyk), hanem egy bárhol reprodukálható természeti állandó legyen.

Talán az első erre vonatkozó indítványt HUYGENS, a használható ingaóra megalkotója tette: 1664-ben a másodpercinga hosszát javasolta a hossz mérés egységéül. Bár javaslatát később többször módosította, ötletét RICHTER francia csillagász elvetette, mert kimutatta, hogy az inga északi és déli országokban másképpen leng, mint az egyenlítőn. (Ma úgy mondanánk, hogy a Föld különböző pontjain a gravitációs állandó más és más.) Érdekes, hogy ezen első javaslatban megtalálható a ma érvényben levő definíció csírája: a hosszúságegységet valamiképpen az időmérésre próbálja visszavezetni!

Az 1860-as években Bécs vissza akart térni a gondolathoz, és az új, egységes tizedes hosszúság alapjául a

másodpercinga Bécsben mért hosszát kívánták deklarálni.

A következő érdemleges ötlet G. MOUTON, szintén francia csillagászé volt. Ő a délkör egy fokpercének hosszán alapuló tizedes mértékrendszer vezetett volna be. A Francia Tudományos Akadémia 1736-ban kiküldött egy expedíciót a Föld délkörének megmérésére. A mérés Peruban és a Lappföldön történt. Az ideiglenes hosszúság az acélból készült, végleges, ún. *Toise du Pèrou* volt, ami egy korábbi francia hosszúság-normália, a *Toise du Châtelet* alapján készült és keresztmetszete kb  $10 \times 40$  mm volt. Az így kapott eredményt nem hasznosították. Annyi haszna mindenesetre volt a méréseknek, hogy egyértelműen bebizonyítsa a Föld gömbalaktól eltérő, lapult voltát.

További ötletek is felvetődtek a Föld geometriai méreteiből levezethető hosszúságokra. Voltak, akik az Egyenlítő adott szakaszának hosszából származtatták volna le a métert, de ezt mérési nehézségek miatt elvetették.

### Az első méter-etalonok

A francia nemzetgyűlés csak 1790-ben, TALLEYRAND ajánlatára foglalkozott újra a kérdéssel. A március 8-i határozatában az angolokkal együttműködve szeretett volna megoldásra jutni, de azok erre nem mutattak készséget.

Végül az 1791. március 26-ára összehívott nemzetgyűlés elrendelte a francia Akadémia által javasolt mérés elvégzését, ami a Föld délkörének negyvenmilliomod részéként definiált hosszúságú új alapegység, a méter meghatározását célozta meg. (A „méter” a görög „metron” szóból ered, és mértéket, távolságot jelent.) A mérés elméleti és gyakorlati megtervezése BORDA, CONDORCET, LAGRANGE, LAPLACE és MONGE érdeme.

Az Akadémia úgy határozott, hogy a tényleges mérést a párizsi csillagvizsgálón áthaladó délkör egy  $10^\circ$ -nyi szakaszán végzik el. A mérésre a délkörnek a Dunkerque és a Barcelona mel-



letti Monjuick közötti szakaszát jelölték ki. A kijelölt szakasz előnye az volt, hogy a 45°-os szélességi kör mindkét oldalára kiterjedt, és a végpontjai a tengerszinten vannak. Két, egymástól független mérőexpedíciót szereltek fel, az egyiket J. B. DELAMBRE, a másikat P. F. MÉCHAIN vezette (mindkettő csillagász-matematikus). A mérések csillagászati helymeghatározásokból és a SNELLIUS által a 17. században feltalált geodéziai háromszögelésekből álltak. Normáliaként ismét a Toise du Pèrou-t használták. Az expedíciók sok viszonytárgyot értek meg. A falusi lakosság többször lerombolta a geodéziai jelzőpontokat, följelelentették a tudósokat – akiket többször el is fogtak, majd szabadon engedtek –, a Pireneusokban Méchain balesetet szenvedett és kórházba került, időközben kitört a francia-spanyol háború stb.

Még a mérések befejezése előtt 1795-ben elkészült az ún. „levéltári méter” (Mètre des archives). Ez egy sárgarézből való, téglalap keresztmetszetű véglapos mérték volt –, mai szóhasználattal akár mérőhasábnak is nevezhetnénk. Ideiglenes etalonnak tekintették; a hossza egyébként 443,443 párizsi vonalnak felelt meg.

1798-ig mindkét expedíció végrehajtotta a feladatát és a két mérési eredmény összevetése alapján a méter hosszát véglegesen 443,296 vonalnak vették. Ehhez újabb véglapos méterrudat készítették, immár platinából (1799; JANETTI). A méterúd 4 × 25,3 mm keresztmetszetű volt. Ezen méterúd reprodukálhatósága 10<sup>-5</sup> nagyságrendbe esett.

Már a mérések megkezdésekor több tudós aggályát fejezte ki a délkör-mérés kellő pontosságára, reprodukálhatóságára vonatkozóan. A mérések az akkori eszközökkel (1 szögperc leolvasási pontosságú teodolitok stb.) nem hozhatták meg a kívánt eredményt.

Két híres csillagász, BESSEL és CLARKE egymástól nagyságrendekkel eltérő hibát határoztak meg, mint a mérések vélhető hibáját. Mások a hibahatárt 10<sup>-3</sup> m-ben, azaz 1 mm-ben limitálták. (A legújabb mérések szerint az akkor megállapított méter mintegy 0,2 mm-rel rövidebb a délkör negyvenmilliomod részénél, tehát meglepően jó! Ez talán csak a véletlen műve...)

Azt csak közbevetőleg jegyzem meg, hogy a keletkezése idején a méterrendszer még Franciaországban is megelőzte a korát. Többször is el kel-

lett rendelni a kötelező használatát, utoljára 1837-ben.

1867-ben a párizsi világiállításon JAKOBINAK, a szentpétervári tudományos akadémia elnökének kezdeményezésére méterbizottság alakult. Ez leszögezte, hogy a méterrendszer tökéletesen megfelel a tudomány és a gazdasági élet igényeinek.

A politikai változások Magyarországot is az új mértékrendszer bevezetésére inspirálták. 1867 közepén GOROVE ISTVÁN reszort miniszter véleményt kért ezzel kapcsolatban a Magyar Tudományos Akadémiától és más szervezetektől, szakértőktől. A véleményezés alapját egy Bécsben kidolgozott javaslat képezte. Ezzel szemben a KRUSPÉR ISTVÁNBÓL, NENDTVICH KÁROLYBÓL, SZILY KÁLMÁNBÓL és SCHENZL GUIDÓBÓL álló „négyes bizottság” saját javaslatot nyújtott be. Ennek pontjaival a GOROVE által felkért szakértők szinte mindegyike egyetértett, így a „tizedes mérték- és súlyrendszer behozataláról” szóló törvényjavaslatot a következő reszort miniszter, SZLÁVY JÓZSEF 1870. június 3-án benyújtotta.

A javaslat egyik érdekessége, hogy „szabványos alaplémértékül” NAGY KÁROLY (akinek magán-csillagvizsgálója volt Bicskén) gyűjteményéből származó platina méterrudat ajánlotta. Ezt eredetileg 1864-ben a párizsi Observatoire számára készítette egy híres párizsi műszerész. Mivel az obszervatórium halogatta az átvételét, az éppen akkor Párizsban járó gyűjtő vásárolta meg. Ez a Magyar Tudományos Akadémia birtokába került, amely díjtalanul átengedte a minisztériumnak.

A méterrudat (a szintén a gyűjtő által megvásárolt, platinából készült kilogramm-etalonnal együtt) 1870-ben

Párizsba vitték, az „ösmértékekkel” való összehasonlítás céljából. A komparálást KRUSPÉR ISTVÁN, a műegyetem geodézia tanszékének tanára és SZILY KÁLMÁN az MTA tagja végezte.

A kormány értesült arról, hogy az 1867-ben Berlinben ülésezett geodéziai konferencia egy új, európai méter-alaplémérték elkészítését javasolta. (A végleges mérték komparálása az akkori eszközökkel a szükséges pontossággal nem volt lehetséges. További gondot jelentett a méterrúd anyagának nagy hőfoktényezője.)

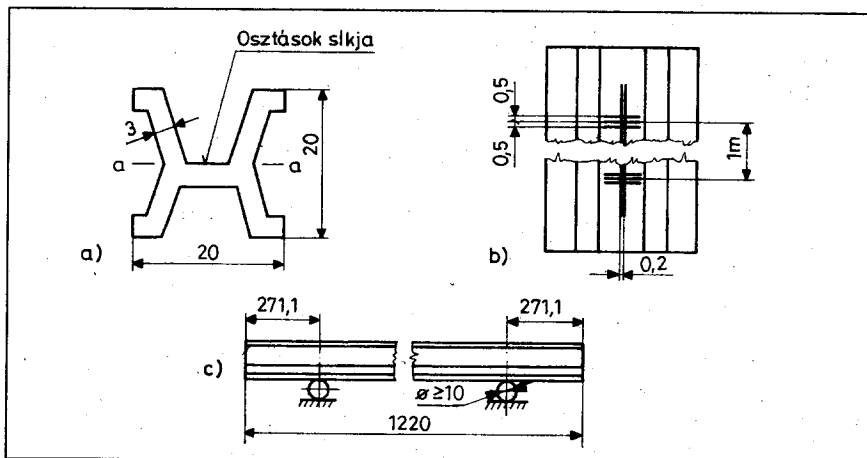
Sajnos a „négyes bizottság” javaslatának tárgyalására nem került sor, viszont az osztrák törvényjavaslat 1871. július 23-án törvényerőre emelkedett. (Az osztrákok akkoriban a bécsi Akadémia ún. Steinheil-féle, üvegből készült méterúdját tekintették etalonnak.)

1874. január 26-án ismét benyújtották az eredetihez képest több ponton módosított törvényjavaslatot, hogy az osztrák törvény 1876-os életbelépését megelőzzék. Ebben már konkrétan a „méter mérték” behozataláról is szó esik.

## Az ösméter

A méter általános bevezetésének előkészítésére 1875. május 20-án Párizsban „Nemzetközi Méteregyezmény” gyűlt össze. Ennek ajánlására alakult meg 1889-ben a Nemzetközi Súly- és Mérésügyi Hivatal (Comité International des Poids et Mesures; CIPM).

Mint sejthető, ekkoriban a méter fogalmát zavaró kettősség jellemezte: egyrészt a délkör negyvenmilliomod részét, mint vélt természeti állandót jelentette, másrészt a levéltári méterrúd



hosszát, mint a geodéziai állandó anyagi megtestesítőjét. Igazából persze a mértékhiteltesítésekhez csak ez utóbbit lehetett felhasználni, ezért a méternek a délkör hosszából történő lezármaztatását teljesen elvetették, és etalonnak az időközben elkészült *ősmétert* tekintették. Ebben része volt az 1874-es magyar törvényjavaslatnak is.

Az ősméterről érdemes egy kissé részletesebben beszélni. Az ősméter TRESKA francia fizikus tervezte, de a konstrukció kialakításában szerepe volt KRUSPÉR javaslatának is. A jellegzetes, „X” keresztmetszetű szelvény (*a ábra*) 90% platina és 10% irídium ötvözetéből készült, így viszonylag kis lineáris hőtágulási együtthatóval rendelkezik. A rúd 1200 mm hosszúságú. A métert két, az a–a síkra – azaz a semleges síkra – a hossztengetlyre merőlegesen felvitt, 8  $\mu\text{m}$  szélességű fő karcok közötti távolság reprezentálja (ez tehát ún. végvonalos hosszérték). A karcoktól 0,5 mm-re mindkét oldalon egy-egy segédvonal található; ezek a célzómikroszkópos optikai komparátor könnyebb beállíthatóságát segítik elő.

A semleges sík középvonalában egy kettős karc húzódik (*a* két vonal távolsága 0,2 mm). Ezek tűzik ki az etalon tengelyvonalát (*b ábra*). Az ősmétert a legkisebb lehajlást eredményező, ún. Bessel-féle alátámasztási pontokon, – azaz a végektől számítva a teljes hossz 2/9-ed részének megfelelő távolságban – kell alátámasztani, 10 mm (vagy legalább 10 mm) átmérőjű görgőkkel (*c ábra*).

A nagy felületű és viszonylag kis keresztmetszetű méterrúd előnye a kelendő merevségén kívül az, hogy a környezet hőmérsékletét gyorsan és egyenletesen képes átvenni. A hitelesítések során ez a hőmérséklet az olvadó jég hőmérséklete, azaz 0 °C volt. Az ősmétert Párizs mellett, Sèvresben őrizték, egy külön célra emelt épületben. (Ha minden igaz, 1927-ig.) Az ősméter jellegzetes profilja azóta is központi eleme az Országos Mérésügyi Hivatal emblémájának!

A méter definíciója valahogy így hangzott:

Egy méter az a távolság, amely a Párizsi ősméter két középső osztásának a tengelyvonalak által határolt szakasza között mérhető 0 °C-on, 750 torr nyomáson a fent részletezett alátámasztás mellett.

Ezt a meghatározást 1889-ben az iparilag fejlett államok elfogadták – Anglia és az Egyesült Államok kivételével.

Eredetileg 30 db méterrudat rendeltek a londoni Johnson & Matthey cégtől. A nyersgyártmányokat a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalban (BIPM) vetették alá a végső megmunkálásnak. A sorszámokkal ellátott, polírozott felületű méterrudakra felvitték a karcokat. Mivel a 6. számú rúd karctávolsága esett a legközelebb a levéltári méter hosszához, ez lett a nemzetközi méter-etalon, az „ősméter”, a többi az egyezményt elfogadó országok között 1889. szeptember 24-én Párizsban ki-sorsoltak.

### Az Országos Mérésügyi Hivatal méter-etalonja

Az OMH a 14. sorszámút kapta, amelyet átadás előtt összehasonlítottak a párizsi ősméterrel. A 14. számú „nemzeti ősméter” 1,3  $\mu\text{m}$ -rel bizonyult rövidebbnek az alapmértéknél.

A nemzeti ősmétert különleges bánásmódban részesítették. A Budapesti Nemzeti Bank pincéjében őrizték egy gypattal kibélelt, lepecsételt ládában. A gypattóbbel és réztokot, az pedig magát a méterrudat tartalmazó, bársonybélésű tokot rejtette. Az OMH-ban két, a nemzeti ősméterhez hasonló „használati főmintát” készítettek. Ezekkel ellenőrizték azokat a sárgaréz alapanyagú méterrudakat, amelyek alapján a mérőeszköz-gyártók dolgoztak.

Az ősméteren alapuló definíció viszonylag sokáig érvényben maradt, és pl. az OMH-ban még 1982-ben is elővették a nemzeti ősméter utódját. (1971-ben ez egy Hommel gyártmányú, „H” keresztmetszetű, 426. sorszámú ellátott méterrúd volt, amit 1982-ben felváltott a szovjet ENYIMSZ márkájú, mm-es osztású invár méterrúd. A komparálásokat ekkoriban már HP gyártmányú lézinterferométerrel végezték.)

### A reprodukálható méter

Mind az OMH, mind az egyezményben szereplő többi ország mérésügyi hivatala meghatározott időközönként Párizsba küldte a nemzeti ősmétert ellenőriztetni.

Ezen komparálásokat során derültek ki az ősméterrel – és ezzel a méterdefi-

nícióval – kapcsolatos problémák. Egyrészt a karcok leolvasási bizonytalansága 0,2  $\mu\text{m}$  körül volt, másrészt a platina-irídium ötvözet a lassú kristályszerkezet-változások miatt folyamatosan változtatja a méretét. Például a 14. számú másolat „életében” összesen 3  $\mu\text{m}$  eltérést mértek! (A komparálási bizonytalanság  $10^{-7}$  nagyságrendben volt.)

De más természetű aggályok is felvetődtek. Mi van, ha az ősméter megsérül? (Időközben kitört az I. világháború.) A délkör újra mérése az alaposan megnövekedett pontossági igények miatt szóba sem jöhet. Valami olyan természeti állandót kellett találni, amelynek felhasználásával megfelelő laboratóriumi körülmények között bármikor, bárhol reprodukálható a méter.

Az első elfogadott ötlet A. A. MICHELSON agyából pattant ki. Ő még 1881-ben megalkotta híres interferométerét, amellyel – J. C. MAXWELL elvi javaslata alapján – eredetileg az elektromágneses hullámok feltételezett hordozójának, annak a bizonyos rejtélyes „éternek” a létezését (vagy nem létezését) kívánta igazolni. A Michelson-féle interferométer máig a hosszmeréstechnika elengedhetetlen eszköze.

Az interferométer lehetővé tette egy úthossznak – például az ősméter két karca közötti távolságnak – közvetlen összehasonlítását egy monokromatikus fény hullámhosszával. Michelson erre a módszerre tett javaslatot, 1889-ben. (A Michelson-interferométer működési elvéről és hosszmeréstechnikai alkalmazásairól a '93-as évkönyvünk 63. oldalán szoltunk.)

Az 1927-ben megtartott VII. Súly- és Mérésügyi Nemzetközi Konferencia a vörös kadmium hullámhosszát fogadta el erre a célra.

Michelson fényforrásként olyan lámpát használt, amely a kadmium vörös hullámhosszán sugároz, azaz bocsát ki fényt. Az alaposan továbbfejlesztett interferométerével és speciális optikai rendszerrel kiegészített kadmium fényforrásával kb. 200 mm-ig tudott interferenciát létrehozni, azaz ennyi volt a fényforrás koherenciahossza, és ezzel az interferométer mérőkarjának maximális hosszváltozása. Ezzel a műszerrel – több lépésben – hasonlított össze az ősmétert a vörös Cd hullámhosszával. A mérés eredményeképpen a következő méter-definíció született meg:

A méter az a távolság, amely a vörös kadmium hullámhosszának 1 553 165,13-szorosát teszi ki 15 °C-on, 760 torr nyomáson, a levegő 0,03% CO<sub>2</sub> tartalmánál,  $g = 9,80665 \text{ m/s}$  nehézségi gyorsulás mellett ( $\lambda_{\text{Cd}} = 0,64384696 \text{ m}$ ).

A fenti körülmények között végrehajtott mérés bizonytalansága 10<sup>-8</sup> nagyságrendben volt. Az etalonnal szemben támasztott egyre fokozódó pontossági követelmények miatt a fenti definíció csak 1960-ig volt érvényben. A kadmiumlámpa magas hőmérsékleten dolgozó fényforrás volt, és nem adott kellően éles interferenciacsíkokat. Felvetődött többek között egy higany-izotópon alapuló, rádiófrekvencián gerjesztett fényforrás is, de ezt elvetették. Az 1960 októberében, Párizsban megrendezett 11. Súly- és Mérésügyi Nemzetközi Konferencián, az etalonképzési elv megtartása mellett, a Cd helyett a 86-os tömegszámú kripton izotóp sugárzására alapozott meghatározást iktatták törvénybe. A méter ettől kezdve:

a 86-os tömegszámú kripton izotóp 2p10 és 5d5 energiaszintjei közötti átmenetnek megfelelő, narancsszínű sugárzás hullámhosszának 1 650 763,73-szorosa. ( $\lambda_{\text{Kr}} = 0,605 780 211 \mu\text{m}$  vákuumban.)

Nálunk ezt a definíciót az 50/1960. XI. 18. Korm. rendeletben rögzítették, bár a nemzeti ősméter még ez után is használatban maradt.

A fenti sugárzás olyan stabil természeti állandónak számított, hogy még egyes hossz mérésre szolgáló lézer-interferométerek sugárforrásának hullámhosszát is beépített kripton-interferométer alapján automatikusan kompenzálták.

A métert 10<sup>-9</sup> pontossággal lehetett a kriptonlámpás interferométerek segítségével reprodukálni. Tulajdonképpen a sugárzás hullámhossza ennél elvben nagyságrendekkel stabilabb, azonban sajnos egyetlen kriptomatom sugárzását lehetetlen különválasztani. Az atomok sokaságának sugárzása viszont nagy spektrumvonal-szélességet okoz, jóval nagyobb, mint pl. a lézereké.

### A méter ma érvényes definíciója

BAY ZOLTÁNT, az Egyesült Államokba menekült világhírű magyar fizi-

kust 1965-től a fénysebesség minél pontosabb mérése foglalkoztatta. Az általa kidolgozott újszerű elven, a koherens lézerhullámok mikrohullámokkal történő elektrooptikai modulációján alapuló mérései eredményeképpen (1972) a fénysebesség értékét az Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet (Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM) 15. ülésén (1975-ben)  $c = 299 792 458 \text{ m/s}$ -ban rögzítette.

A mérhető mennyiségek közül már évtizedek óta az idő az, amit a legnagyobb pontossággal tudunk mérni (egyes források szerint ma a bizonytalanság 10<sup>-16</sup>!). Ez már 1906-ban M. PLANCKOT, ill. 1961-ben C. H. TOWERST arra vezette, hogy a hosszúság egységét az időből és a fénysebességéből, mint a természet egyetemes állapotából származtassa.

Míg ezek csak elméleti megfontolások voltak, BAY a gyakorlati megvalósítást is publikálta. Sajnos az új mérési módszer részletes leírása csak a Nemzeti Szabványügyi Hivatal (USA) máig kiadatlan, 58 oldalas belső számolójában jelent meg, 1965 januárjában. Később, 1968...1972 között rengeteg közleményben kiállt az egységes, a fény sebességén keresztül összekapcsolt idő-és hosszúságstandard bevezetéséért. Furcsa, hogy ezt a méltán zseniálisnak nevezhető ötletet a mérésügyi intézetek – Anglia és Japán intézete kivételével – ellenezték. (Egyesek még filozófiai „ellenérveket” is felsorakoztattak! Fizikusok egy csoportja – nem látván át az új koncepció lényegét – azzal vádolta meg BAY-t, hogy a fénysebességet rá akarja erőltetni a méterre. „–Ellenkezőleg: én a métert akarom ráerőltetni a fénysebességre!” – válaszolta a tudós.) Az Optical Society 1969 őszén Chicagóban rendezett ülésén is felvetették az új méter-definíció bevezetését. Akkor már csak két ellenvélemény hangzott el. J. A. HALL egy metánstabilizált He-Ne lézer hullámhosszára, K. M. BAIRD egy CO<sub>2</sub> lézer hullámhosszára kívánta volna visszavetelni a métert.

A Méter Definíció Tanácsadó Bizottság (CCDM) 1983 októberében Párizsban, a CGPM 17. ülésén előterjesztette BAY ZOLTÁN javaslatát, amit el is fogadtak. Az OMH is javasolta a 8/1976.IV.27. MT rendelet módosítását; nálunk a CGPM definícióját az 1991. évi 45. törvényben rögzítették, október 9-én.

A méter ma érvényben levő definíciója:

**1 méter az a távolság, amelyet a fény vákuumban 1/299 792 458 s alatt tesz meg**

Az e definíció szerinti mérés bizonytalansága már csupán legfeljebb 10<sup>-12</sup> nagyságrendű. (Egyes kutatók 10<sup>-15</sup> elérhető bizonytalanságról beszélnek!)

A méterrel kapcsolatban a deci és centi prefixumok is törvényesek. Ez vonatkozik a métert és hatványait tartalmazó származtatott mértékegységekre is.

Bár a fenti definíción alapuló méréshez elvileg bármilyen elektromágneses sugárzás felhasználható, a gyakorlatban olyan atomi és molekuláris átmenetek egy készletét alkalmazzák, amelyek frekvenciáikhoz a különféle lézersugárzások stabilizálhatók. Bebizonyosodott ugyanis, hogy az erre a célra kifejlesztett speciális – például jódstabilizált He-Ne – lézerekkel a korábbi, interferenciás komparálással 10<sup>-11</sup> nagyságrendű az elérhető bizonytalanság. A cikk írásának idején, 1999-ben a kereskedelemben is beszerezhetőek olyan lézerek, amelyek frekvenciastabilitása legalább 10<sup>-10</sup> nagyságrendben van. A legtöbb hossz-mérték-hitelesítési feladat tehát ezekkel is megoldható, és nem kell feltétlenül a fénysebesség alapján mérő, rendkívül drága berendezésekhez folyamodni.

BAY ZOLTÁN a fentiek alapján működő méterkomparátor megvalósulását megérthette: az Országos Mérésügyi Hivatal berendezését 1986-ban láthatta.

Végül álljon itt – másodközlésből – egy, a definícióval kapcsolatos furcsaság (*Mérés és Automatika 1984/4.*). Miután az új definíciót bejelentették, egy magyar napilap Csodabogarak rovatában volt olvasható így: „– Párizsból jelentik, hogy ezentúl a méter az a hosszúság, amit a fény 1/299 792 458 másodperc alatt megtesz...”. Nyilván a közreadónak fogalma sem volt a hír tudományos háttéréről és azt valamiféle tréfának vélte...

### Irodalom:

MAKKAI LÁSZLÓ szerk.: Fejezetek a magyar mérésügy történetéből (Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1959)

FEHÉR IMRE – dr. HORVÁTH ÁRPÁD: A fizika és a haladás I. (Tankönyvkiadó, 1963)

(Folytatás a 200. oldalon)

# Egy gépadó Magyarországon

Balás B. Dénes távközlési technikus

1999-ben létesítésének 75. évfordulóját ünnepelhette a Székesfehérvár Rádióállomás. 1924-ben mint a Posta rádiótávíró adóállomása kezdte működését, majd az idő haladtával minden megváltozott benne és körülötte. Eleinte csak hosszúhullámon adta a távirok ezreit, majd rövidhullámon tette ugyanezt, mellékesen másort is sugározva távoli földrészek magyarjainak. Az ötvenes évektől – ugyancsak mellékesen – zavaró tevékenységet kellett vállalnia.

A háromnegyed évszázad alatt az állomás berendezéseit négyszer cserélték ki, jellegzetes antennatornyai eltűntek, szerepe a Posta, majd a MAHART távíró-szolgáltatának megszűnésével megváltozott. A mai rádióállomás új feladatokat keres a műholdak alatt...

Ez a jubileum ad alkalmat arra, hogy az állomás létesítéséről és egyik első berendezéséről, – mely egyébként Magyarországon egyedülálló volt –, a Telefunken gépadóról megemlékezzünk.

A XX. század elején kezdett kialakulni az Atlanti-óceán feletti távközlés, melyet eleinte szikraadókkal bonyolítottak le, ezek azonban gyengének bizonyultak. Erősebb, nagyobb teljesítményű rádióadókra volt szükség. A kutatómérnökök figyelme a Poulsen-féle ívlámpás adók és a forgógépes generátorok, az ún. gépadók felé fordult.

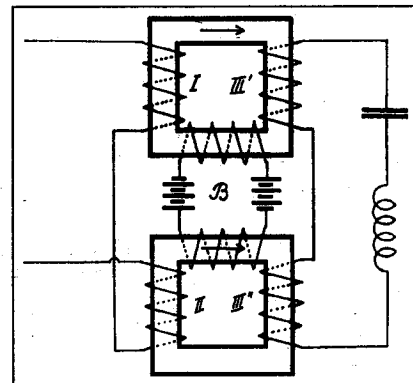
A gépadók tulajdonképp különleges váltakozó áramú generátorok voltak, melyeket villamos motorral és

gyorsító-hajtóművekkel hajtottak. A nagy fordulatszámú forgórészek által induktív úton keltett nagyfrekvenciás rezgéseket antennarendszerekre vezették és ezek segítségével kisugározták azokat.

A kezdeti kísérleti időszak után ezek a gépadók az 1910-es években kezdtek elterjedni elsősorban azokban az országokban, ahol a villamos forgógépek ipara és általában a gépipar fejlett volt, a nagyobb gyárak pedig önálló kutató-laboratóriummal rendelkeztek. Így elsősorban Németországot kell említenünk, ahol az AEG, a Lorenz és a Telefunken gyártott különféle rendszerű gépadókat vagy az USA-ban a General Electric céget, mely a Fessenden-Alexanderson-féle gépadókat készíttette.

A gépadó berendezések kiindulási alapját Nicola Tesla mérnök 15 kHz-es, 2 kW-os generátora képezte, mely a múlt század végén – megelőzve korát –, még nem tudott részt venni a távközlési kísérletekben, de arra alkalmas volt, hogy megmutassa a lehetőséget a hangfrekvenciás váltakozó áramok forgógépes előállítására.

Pár évvel később, 1902-ben, Fessenden, az USA pittsburghi egyetemének tanára készítette az első használható gépadót. Ez 250 W teljesítményt szolgáltatott, 60 kHz frekvenciával. Fessenden útmutatása alapján Alexander, a General Electric mérnöke fejlesztett ki nagy teljesítményű gépadókat (1. ábra), majd példájuk nyomán Németországban Goldschmidt mérnök



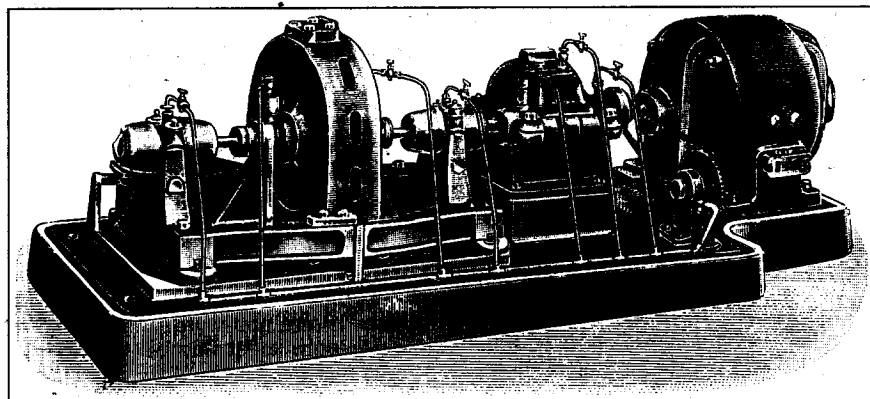
2. ábra

alkotott egy rendszert, melyben nem egyetlen generátorral, hanem sorosan kapcsolva két generátorból álló gépcsoporttal oldotta meg a frekvencia előállítását. Vologdin mérnök a Szovjetunióban készített jó hatásfokú gépadókat.

Az ismert negyedik rendszer, a Telefunken cégé, az Alexanderson- és a Goldschmidt-féle gépektől teljesen eltérő volt. Viszonylag alacsony (3000/perc) fordulatszámú, ún. sokpólusú generátort alkalmaztak, amely csak 10 kHz frekvenciájú áramot adott, azonban ezt a frekvenciát passzív frekvenciakétszerező transzformátorokkal megnövelték. Általában két darab frekvenciatornszformátorral, két fokozatban, négyszereztek a frekvenciát. Az így kapott kb. 40 kHz a 7500 méteres hosszúhullámnak felel meg.

A telített vasmagú transzformátoros frekvenciakétszerezés gyakorlati alkalmazása eredetileg Joly és Vallauri találmánya volt (2. ábra), de mivel a Telefunkennél használták fel a módszert, sőt, bizonyos módosításokat is végeztek rajta, az így kialakított gépadót Arco-rendszernek nevezték el. Mende Jenő tanár 1921-ben kiadott könyvében így magyarázta a működést:

„Transzformátor vasmagjára tekercselt vezetéken bocsássunk át egyen-áramot úgy, hogy a vasmag mágnessége telített legyen. Ugyanerre a magra csévéljünk másik tekercset is és bocsássunk át rajta váltakozó áramot. Mikor a két áram megegyező irányú, a



1. ábra

mágnesség nem erősödik, mert az egyenáram már telítette a mágneset. Ellenben a másik félrezgés alatt, mikor a két áram ellenkező irányú, a mágnesesség gyengül. Ha a transzformátor magján szekunder vezeték is van, ebben csak akkor keletkezik indukált áram, mikor az erővonalak száma változik, vagyis mikor a két áram ellentétes irányú.

Joly és Vallauri egyenárammal két transzformátor magját a telítésig mágnesezi. Az átalakítandó áramot mindkét transzformátor primer tekercsén átvezetik. A két szekunder tekercset egymás után kapcsolják. (...) A két áram eredője kétszeres váltakozású."

Tehát a szekunder tekercsek utáni rezgőköre az egyik transzformátor a pozitív, a másik a negatív félperiódusokat engedte át. Ezt ma egy Graetz-kapcsolású diódás híddal is el tudnánk érni, de abban az időben a szükséges 200...300 ampert áteresztő diódák még nem léteztek.

A Telefunken vezetőjeként gróf *Georg Arco* több találmányt is kidolgozott, például nevéhez fűződik a transzformátoros frekvenciátöbbszöröző modulálásának megalkotása, mellyel egy sikeres rádiótelefon gépadót szerkesztett. Lényegében ez a gép sem tért el a távirásnál használt fent említett gépcsoporttól, csak lehetőség volt arra, hogy a frekvenciakétszerező transzformátor vasmagján egy külön tekercs segítségével és egy szénmikrofonnal modulálják a nagyfrekvenciás áramot. Ilyen gépet először 1912-ben Londonban mutatott be a Telefunken cég, ahol kísérleti jelleggel, 2 kW teljesítménnyel, sikerrel szerepelt: zenét és beszédet sugárzott. Ezt a gépadót 1913-ban átvitték az Egyesült Államokba és New Yorkban rendeztek vele hasonló bemutatót.

Később a naueni rádióállomáson létesített nagyteljesítményű gépadó egyaránt alkalmas volt táviró- és távbeszélő-üzemre, sőt, az Egyesült Államokban a Telefunken sayville-i állomását is ilyenfel szerelték fel.

Magyarország területén, mint említettem, egyetlen gépadó létesült, – 1924-ben Székesfehérvárott – és húsz évig volt szolgálatban. 1957-ben *Ormos Vilmos* a Rádiótechnikában írt cikksorozatában, majd később *Sugár Gusztáv* a *Megszólal a Rádió* című könyvében említette ezt a berendezést, annak különlegessége és ritkasága okán. Mielőtt teljesen feledésbe merül,

érdemesnek tartom az eddigiektől részletesebb ismertetését.

**A gépadó és a Székesfehérvár Rádióállomás létesítése** a Magyar Posta rádiótávíró-szolgálatának és vele a csepeli rádióállomásnak az I. világháború utáni problémáival volt összefüggésben.

Az ország egyetlen (csepeli) rádióállomása a háború négy éve alatt szinte semmit sem fejlődött, leszámítva néhány vevőkészülékkel való gyarapodását. Amikor 1918 végére megszabadult katonai jellegétől, és megépítése óta először rendelkezett felette a postaszervezet, a Posta mérnökkara világosan látta, hogy a hazai rádiótávíró-szolgálatot korszerűsíteni kell, annál is inkább, mivel a csepeli rádióállomás útjában áll a közeli Szabad-kikötő fejlesztésének, műszakilag pedig teljesen elavult.

Az állomás által használt forgalmi rendszer, az ún. szimplex üzem, ahol az adás és vétel azonos helyen, ugyanazzal az antennával történt, a lehető leggazdaságatlanabb volt. (Amíg a szikradó táviratot sugárzott, az állomás területén semmilyen vevő sem működhetett, ráadásul külön személyzetet alkalmaztak arra, hogy a Budapesti Távirdáktól a táviratokat egy erre a célra beállított Hughes-távírógépen a rádióállomásra és a vett jeleket onnan vissza, a Távirdába továbbítsák.)

1918 végén a Posta illetékes vezetői döntöttek egy új rádió-távíró állomás létesítéséről, valamint az adás és a vétel helyének szétválasztásáról. 1919 januárjában megrendeltek a Telefunkennél néhány új berendezést, részben a korszerűtlen szikradó lecserélésére, részben az új, nagyteljesítményű rádióállomás létesítésére.

A Telefunken kínálatában ekkor 5...10 kW teljesítményű volt a legnagyobb lámpaadó, mivel az elektroncsőgyárak legfeljebb 500 W-os, esetleg 1 kW-os csöveket tudtak készíteni. Ezek párhuzamos kapcsolásával alakították ki 5...10 kW-os adóikat, általában 10–12, esetenként 20 db elektroncső (lámpa) párhuzamos kapcsolásával.

A Posta vezetősége az elhatározott fejlesztésnél az elektroncsöves készülékek mellett egy 50 kW-os gépadót is rendelt a Telefunkentől, hogy egy igazi nagy teljesítményű állomás álljon rendelkezésre az esetlegesen gerentüli összeköttetésekhez. (Megjegyezzük, hogy ez a „nagy teljesítmény” csak vi-

szonylagos volt. A nyugati országok 200...500 kW-os berendezéseikhez képest a gépadó kicsinek számított.)

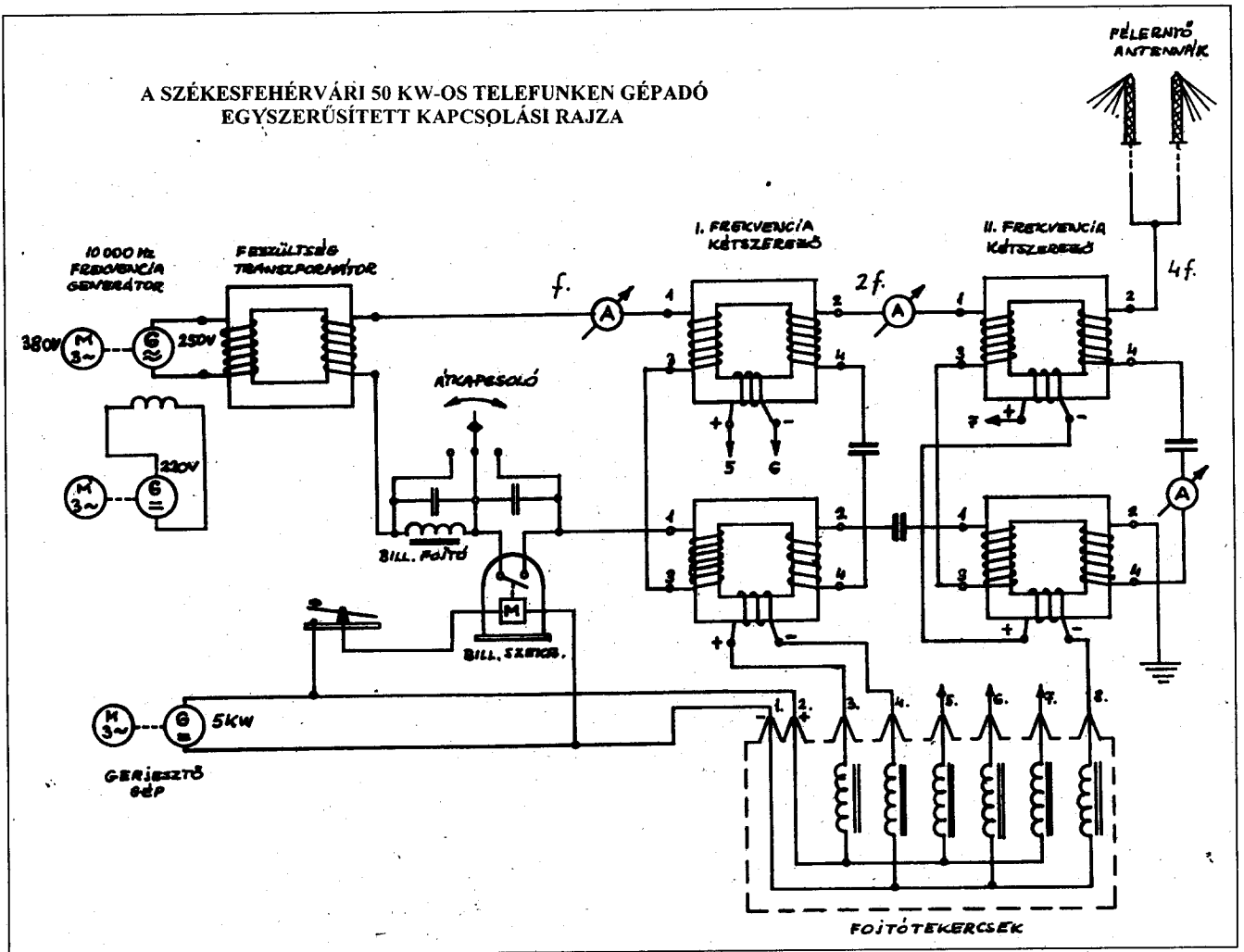
Mivel az új eszközökhöz új telephelyet kívántak választani, a berendezésekhez megrendeltek egy 152 méteres antennatornyot és egy korszerű vevőkészüléket is. A Telefunken 1919-ben szállított, azonban a kommuné végén kialakult háborús helyzetben a Posta vezetősége elhalasztotta a berendezések telepítését.

1922-ben hírek érkeztek a nyugati államokban folyó műsorsugárzási, ún. „broadcasting” kísérletekről, és megfogalmazódott az az óhaj, hogy a Posta rádiótávíró-állomása ne a Csepel-szigeten és főleg ne Budapest közelében, hanem lehetőség szerint attól távolabb, olyan helyen üzemeljen, ahol a kialakuló műsorszórásnak zavart nem okoz. A vevőállomás pedig legalább 30 km-es távolságra legyen minden zavarforrástól, így az adóállomásoktól és ipartelepektől egyaránt. Döntés alapján a táviró-adóállomás Székesfehérvárra, a vevőállomás Tárnokra és a szükséges üzemközpont Budapestre, a Váci utcai Távirda-hivatalba lett tervezve. A Telefunkennek új megrendeléseket adtak; egy korszerű 10 kW-os lámpaadót kértek és megrendelték az időközben ládáikban tárolt gépadó modernizálását is.

1922-ben megkezdődtek a székesfehérvári rádióállomás építési munkálatai; egyidejűleg készültek az épületek és az antennatornyok. Az antennatornyok egyikének az anyagát még 1919-ben szállította a Telefunken, a másik tornyot a Telefunken-dokumentáció alapján a MÁVAG készítette el. Ugyancsak a MÁVAG munkásai végezték – egy Telefunken-szerelő irányításával – mindkettőnek a felépítését. Az adóházat a két torony közé, középre építették, ahonnan az antennákat a legrövidebb tápvonalakkal lehetett elérni. A berendezések beszerelése a kész épületekbe 1923-ban kezdődött és 1924 augusztusában ért véget a gépadó üzembe helyezésével (3. ábra).

A székesfehérvári rádióállomáson telepített gépadó tehát Telefunken-rendszerű volt, 10 kHz-es generátorát 3-fázisú, 150 lóerős (100 kW-os), AEG gyártmányú, 3000 fordulatú, ún. csúszógűrűs aszinkron motor hajtotta. Az így előállított frekvenciát két frekvenciakétszerező fokozat – melyek mindegyike két-két transzformátorból állt – növelte kb. 40 kHz környékére, majd

A SZÉKESFEHÉRVÁRI 50 KW-OS TELEFUNKEN GÉPADÓ  
EGYSZERŰSÍTETT KAPCSOLÁSI RAJZA



3. ábra

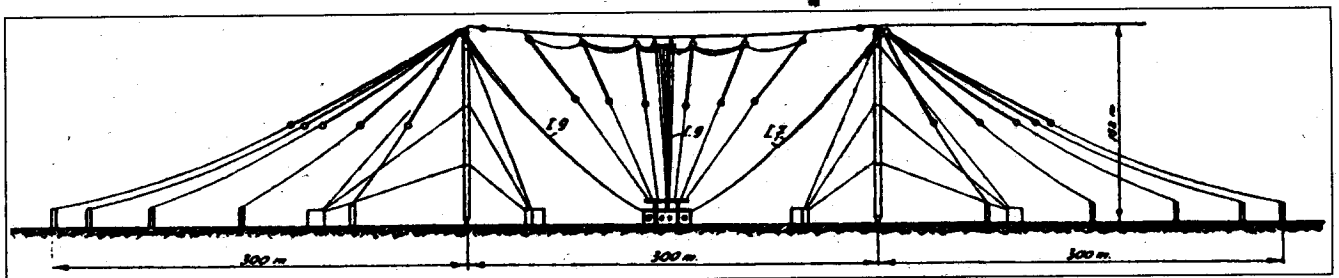
ezt sugározták ki a két toronyra épített félernyő-antennák segítségével. A gép-adó hívőjele HAX, a nemzetközileg elfogadott hullámhossza pedig 8080 m volt. Mivel ennek 37128 Hz-es frekvencia felel meg, a generátort olyan fordulatszámon kellett járatni, mely 9282 Hz-et szolgáltatott. Frekvenciastabilitását a meghajtomotor forgórészebe kötött ellenállások ki- és bekapcsolásával biztosították. (A csúszógyűrűs motor indítását folyadékellenállás-

elektrolitba merülő lemezek – bekapcsolásával végezték. Nemrégben még falusi körhintáknál lehetett ilyen megoldással találkozni!)

A gépadót ekkor a rádióállomás fő berendezésének szánták, az épület centrumába tervezték oly módon, hogy a frekvenciatornszformátorokat, kondenzátorokat, a műszertáblát és a bilentyűző-szekrényt a nagy adóteremben, a forgógépeket pedig egy külön gépteremben helyezték el. Az adókeze-

lők helyiségét úgy alakították ki, hogy egy üvegfalon át a gépadót lehessen figyelni. A 10 kW-os lámpaadót egy oldalterembe építették be.

A frekvenciagenerátoron kívül még több kisebb forgógép tartozott a gépadóhoz és a gépekből teljes tartalékkészletet is telepítettek. Például a frekvenciagenerátornak volt egy külön, kisebb, egyenáramú gerjesztő gépe, ezenkívül egy másik, kb. 5 kW-os egyenáramú generátor a frekvencia-



Az antennahálózat az átépítés előtt



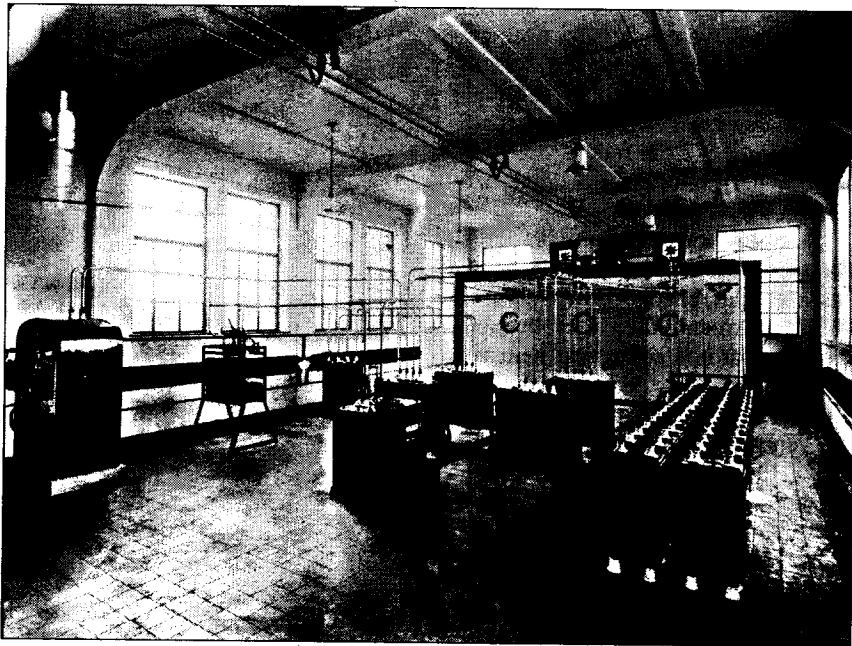
transzformátorok előmágnesezéséhez szolgáltatta a gerjesztőáramot.

A frekvenciagenerátor mint sokpólusú generátor működött, állórészébe 200 hornyot munkáltak és kettős tekercselést alkalmaztak. Az egyik tekercselés az egyenáramú gerjesztés céljára szolgált, ez hozta létre a gép belsejében a nyugvó mágnesmezőt, amelyet aztán az ugyancsak 200 horonnyal ellátott dob alakú, de tekercselés nélküli forgórész fogai változtattak. A második tekercselés az indukált hangfrekvenciás áramok előállítására szolgált.

A generátorból kapott jel négyszögimpulzus alakú volt, a frekvenciakétszerező transzformátorok alakították át szinuszoszá. A generátor gerjesztéséhez 220 V-os egyenáramot használtak, melyet mint említettem, külön gerjesztőgép állított elő, a hangfrekvenciát pedig 250 V-os feszültséggel, 240 A terhelhetőséggel szolgáltatta a generátor. (Az utóbbi két adat szorzata adja a gép látszólagos teljesítményét, a 60 kVA-t. A névleges 50 kW-ot valószínűleg úgy számolták ki, hogy egy általánosnak tekintett 0,8 cos  $\varphi$  értékkel szorozták be a látszólagos teljesítményt. Ettől volt a gépadó 50 kW-os. Az adattábla szerint, a valóságban, a gép cos  $\varphi$  értéke 0,67 volt.) A passzív elemeket tartalmazó Telefunken-rendszerű gépadók viszonylag alacsony, 60% hatásfokkal dolgoztak. Ezért a székesfehérvári gépadó valóságos antennateljesítménye az üzembe helyezés idején mintegy 30 kW lehetett. (Megjegyezzük, hogy a Goldschmidt-rendszer gépei általában 80...87%-os hatásfokot értek el.)

A rezgékeltő generátor után még a forgógépek helyiségében egy feszültségnövelő transzformátorra került a generátor – egyébként alacsony – 250 V-os feszültsége, amit rézcsövek segítségével a frekvenciatranszformátorokhoz vezettek. Az eredeti (1924-es) telepítésnél a billentyűzés a transzformátorokhoz menő 10 kHz-es vezetékben történt, egy soros, ún. billentyűző-fojtótetekercs közbeiktatásával. A feszültségnövelő transzformátort valószínűleg azért alkalmazták, hogy a kontaktorokon (mágneskapcsolókon) ne a generátor 240 A-es áramerőssége, hanem csak tört része, pl. egytizede folyjék. A billentyűzésnek megfelelő megszakításokat külön szekrényen elhelyezett kontaktorok végezték.

A terem végét lezáró fal előtti hatalmas márványtáblára műszereket és



A gépadáterem

háromfokozatú átkapcsolót szereltek. A műszerek az egyes fokozatok között folyó áramokat mérték, míg az átkapcsolókkal lehetőség volt a transzformátorok szekunder körében lévő kapacitások változtatására. A kapacitásokat üvegedényben, olajban álló papírkonkondenzátorok képezték. (Elvileg kihangolható volt a frekvenciatranszformátorok szekunder köre nem csak a kétszeres, hanem a háromszoros frekvenciára is, de ezt a lehetőséget Székesfehérvárott nem használták.)

A márványtábláról a megnégyesezett frekvenciájú áramok párhuzamosan kapcsolt tápvezetéseken a két félernyő-antennára jutottak. Tulajdonképpen ezek egyetlen emyőantennának feleltek meg, de a konstruktőr nagyon szellemesen két, egymástól 300 m-re álló, 152 m magas toronyra húzta szét az ernyőt, hogy a tornyok között helyet csináljon egy másik antennarendszer, egy ún. háztető-antenna részére. Ennek alakja egy ház nyeregtojéjéhez hasonlított, innen eredt az elnevezése. További előnye volt a félernyő-antennák alkalmazásának, hogy szükség esetén ezek külön-külön is használhatók voltak. (A háztető-antennára a 10 kW-os lámpaadót kapcsolták.)

A gépadó frekvenciatranszformátoraiból kijövő másik vezetékét leföldelték. A földrendszer mai szemmel nézve rendkívül bonyolult volt. Az átlomás területén összesen 304 „földcsil-

lagot” ástak be kb. 50 cm-es mélységbe, 39000 méternyi vezeték felhasználásával. Egy-egy csillag úgy lett kiképezve, hogy csillagalakban 7 szál vezetékét fektettek le, melyek a középpontban egy faoszlopon lettek összegyűjtve. A csillagpontokat a föld felett vezetett vezetékrendszerrel további gyűjtőpontokba, majd az adóházba vezették be. A Telefunken cég ezt a rendszert Krallen-Erde-nek (karomföldnek) nevezte és kombinációja volt az ellensúlynak és a földelésnek. Kétségtelen, hogy hosszúhullámon különösen fontos volt egy jó földrendszer megvalósítása.

Az így létrehozott berendezés 1927-ben nyújtotta a legnagyobb teljesítményt, amikor egyoldali kapcsolatot létesített az Atlanti-óceánon át, az RCA társaság egyik Long Island-i végállomásával.

A rövidhullámú rádiótvíró-forgalomra való áttérés és a nagyteljesítményű elektroncsöves adók elterjedése miatt 1931-ben a gépadót már korszerűtlennek tartották.

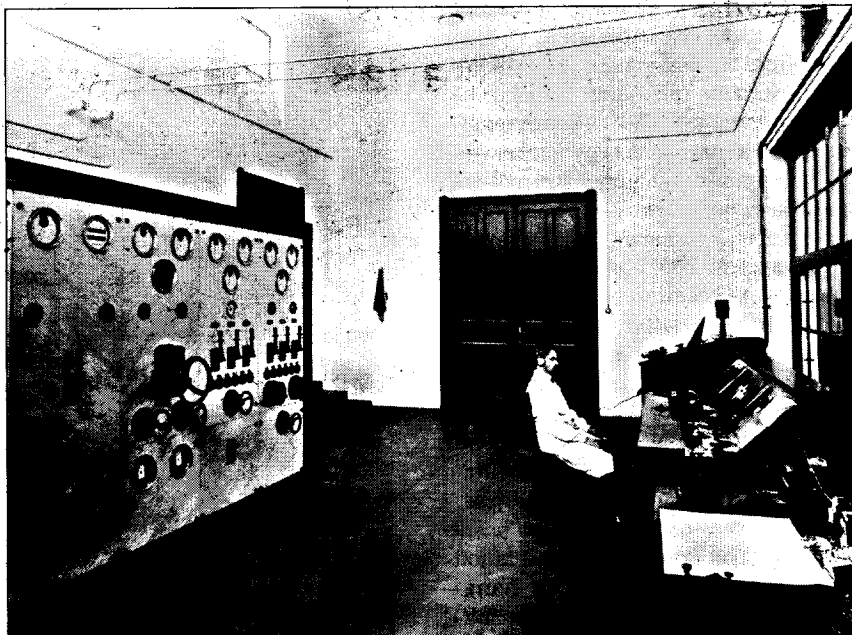
A Posta vezetősége két rövidhullámú adót rendelt Székesfehérvárra és, hogy ezeknek helyet csináljanak, a gépadót teljesen átalakították. Erről alig tudunk valamit. Annyi bizonyos, hogy az addig a teljes adótermet kitöltő berendezést eredeti helyének mintegy negyedére zsúfolták össze és kapcsolását is módosították.

Garai László 1936-45-ig az állomás mérnökeként még látta üzemelni ezt az átalakított berendezést. Visszaemlékezései szerint a billentyűzést már az előmágnesezés egyenáramú generátorának gerjesztőkörében végezték, ezért a gerjesztőgépet „billentyűző-gép”-nek nevezték.

A frekvenciatornszformátorok felüláteresztő szűrőként (vagy harmonikusra hangolt rezgőkörként, B.D.) működtek. (Amennyiben a frekvenciatranszformátorok ekkor már nem voltak előmágnesezve, akkor a gerjesztőbillentyűző gép értelemszerűen csak a frekvenciagenerátor gerjesztését billentyűzte!)

Az átépítés után készült fényképeken úgy látszik, hogy a frekvenciatranszformátorokból összesen csak kettő maradt; és a billentyűző-fojtókerccsel együtt bekerültek a márványtábla alá. (Nem tudjuk, hogy mi került a tábla mögé. Elvileg a másik két transzformátor oda is kerülhetett, ugyanis a tábla és a fal között még 1,5...2,0 méternyi hely volt!) Az átalakítás után a gépadó teljesítménye valószínűleg nem haladta meg a 15 kW-ot, mert 1943-ban Garai László kezdeményezésére végleg üzemben kívül került; helyettesítették egy kb. 15 kW-os lámpaadóval.

1945 tavaszán, amikor a Székesfehérvárott, a rádióállomáson is átsöprő háború nyomán a berendezések alkotóelemeikre szétszedve, részben elpusztítva várták az újáépítést, a gépadó ese-



A Telefunken adók kezelőhelyisége

tében erre már nem volt szándék. Berendezéseiből mindössze a két frekvenciagenerátor megmaradásáról tudunk. Az egyik gépcsoport a Magyar Adócsőgyárba került nagyfrekvenciás izzító-áramforrásnak, a másik állítólag a Csepel Művekhez.

Ez utóbbiról nem tudunk semmit, az adócsőgyári azonban megvan, a Postamúzeum kiállításán látható a Diósi rádióállomáson létesített Rádió- és Televízió Múzeumban.

Visszaemlékezéseik közléséért köszönettel tartozom Garai László és Susánszky László mérnök uraknak és segítségükért a Postamúzeum munkatársainak.

#### Irodalom:

Mende Jenő: A drótnélküli telegráfia.  
Mende Jenő: A drótnélküli telefon.  
Susánszky László: Kézirat a Postamúzeum részére.  
Prof. L. Graetz: Die Elektrizität.  
Sugár Gusztáv: Megszólal a Rádió.

(Folytatás a 117. oldalról)

A tápáramforráshoz egy piros és egy fekete színű, hajlékony, 2,5 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű rézvezetékekkel csatlakozunk. A vezetékek egyik végei a nyák-ba vannak beforrasztva, a másik végükön akkucsipesz van.

A K kapcsolók, a kijelző műszer és a kimeneti hüvelyek az előlapon helyezkednek el. A két 90 × 30 × 70 mm-es méretű hűtőborda a doboz alaplapjára van rögzítve függőleges helyzetben és az alaplaptól 10 mm-rel megemelve.

Ha nem használjuk a kisütő módot, akkor az RFP15N05-ös nFET-et nem szükséges a hűtőbordára elhelyezni. A nyák a hűtőbordákhoz távtartók segítségével szintén függőleges helyzetben van rögzítve.

A kijelző műszer sőtellenállásai az alaplapon találhatók.

Az alkatrészek elhelyezkedése a fényképeken tanulmányozható. (A vezetékes kapcsolatok a fotózás érdekében még nincsenek beforrasztva.)

#### A készülék működtetése

1. A MÓD kapcsolóval kiválasztjuk a szükséges módot.

2. A CELLA kapcsolót beállítjuk az akkuköteg cellaszámának megfelelően.

3. Az akku kapacitásához igazodva az ÁRAM kapcsolóval kiválasztjuk a töltőáram nagyságát.

4. Megállapítjuk a leírt összefüggés alapján a szükséges töltésidőt, és ezt az

IDŐ kapcsolóval beállítjuk. (NiMH akkuknál a töltésidőt 2–3-szorosra növeljük meg.)

5. A csipeszekkel csatlakozunk a gk. akkura vagy a 12 V-os hálózati tápegységre polaritáshelyesen. (Az eltelítés rákapcsolás ellen nincs védelem beépítve!) Ekkor a piros LED kigyullad.

6. Csatlakoztatjuk a készülék kimenetére a NiCd vagy a NiMH akkukat polaritáshelyesen. Ekkor azonnal beindul a választott töltési/kisütési mód.

#### A felhasznált irodalom:

1. Datenblatt zu ICS 1702 CONRAD Elektronik
2. M. Greve: Digitaler Ladeprozessor für NiCd-Akkus, ELEKTOR, 1993/6
3. RT Évkönyv 1995. 159–167. oldal



# Szovjet vadászpilóta segélykérő rádiója a '80-as évekből

Pálinkás Tibor gépészmérnök

Az 1996-os évkönyvben egy amerikai pilóta AN/PRC-49B típusú segélykérő rádióját elemeztem. Néhány évvel ezelőtt szerkesztőségünk hozzájutott néhány, a hadrendből kivont és leselejtezett P-855YM (R-855UM) típusú, „Sz” változatú, szovjet gyártmányú segélykérő rádió alapuló készlethez, amelyek valószínűleg a MIG-21-es vadászgépek pilótáinak és a páncélosok személyzetének felszereléséhez tartoztak. Mivel műszaki dokumentációt nem tudtunk a berendezésekhez szerezni, már akkor elhatároztam, hogy a kapcsolási rajzokat felvételezem. Többször neki is veselkedtem a munkának, de mindig visszariadtam a főpánel, amelynek forrasztási oldala a kétoldalas, furatgalvanizált kivitele ellenére néhány diszkrét alkatrészsel elegyített kusza vezetékhalommal volt beborítva. Ráadásul a két kezelőelem – mindkettő nyolcáramkörös, váltókontaktusokat tartalmazó nyomókapcsoló – ijeszten bonyolultnak, áttekinthetetlennek tűnő kapcsolást sejtetett. Az már csak hab a tortán, hogy ebbe a panelbe három, a hibrid IC-k hozzáférhető katalógusaiban nem szereplő típusjelzésű hibridáramkör volt beültetve. (A szovjet tervezők valamiért nagyon szerették a vékonyréteg hibridáramköröket, még a közszükségleti elektronikai készülékekben is alkalmazták azokat. Bizonyára sokan emlékeznek olvasóink közül a C-401 JUNOSTY színes televíziókra, vagy az újabb típusú SOKOL rádiókra; ezekben gyakori volt a szinte beszerezhetetlen hibridek meghibásodása.)

Többszöri nekirugaszkodásom első lépése éppen az volt, hogy két alapszüléket feláldozva kiforrasztottam a hibrid IC-eket, kitokoztam azokat, és szteromikroszkóp alatt, tűhegyes mérőtapintókkal szondázva felvettem a belső kapcsolásukat. A későbbi rajzon ezek a tokok már így szerepelnek, de az elemértékek feltüntetése nélkül. Annak ellenére ugyanis, hogy a kerámia hordozóra felpárolgatott vékonyréteg ellenállások igen szűk tűréssel gyártha-

tók – hiszen többek között pont ezért fejlesztették ki ezt a technológiát – a két készülékből származó lapkák azonos pozíciójú ellenállássávjai között jelentős értékbeli differenciák voltak. Olyan mérvű eltéréseket tapasztaltam, hogy a névleges értéket nem tudtam egyértelműen megállapítani; inkább nem írtam a rajzokra semmit.

Ugyanezt tapasztaltam a lapkákra ragasztott, ill. a tokokban található SM monolitikondenzátoroknál is. A félvezetők (tokozatlan, arany bondolóhuzal-kivezetésekkel ellátott Si tranzisztorcsipek, ill. Si diódacsipek típusát sem tudtam a katalógusok alapján azonosítani, bár azokon színes védőbevonat volt.)

Figyelmet érdemel viszont a tokok jól átgondolt mechanikai konstrukciója. Ezt a 11 lábú tokkonstrukciót nemcsak e három típushoz használták, de megtalálható a hibrid IC-k katalógusában, a 220-as, 235-ös és a 238-as sorozatnál. A tok keresztmetszete az 1. ábrán látható. Az alumíniumból folytatott

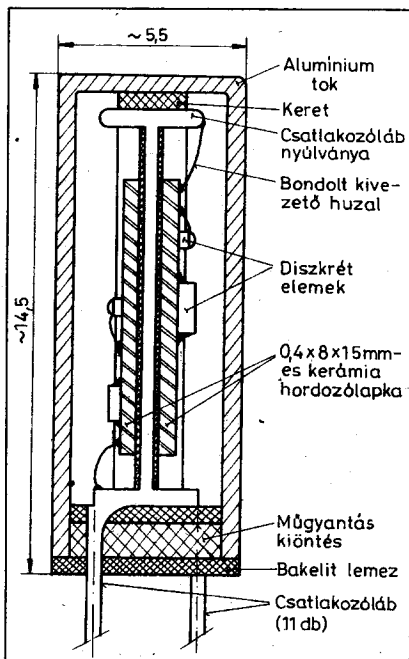
szögletes árnyékolódoboz egy hőre keményedő műanyagból sajtolt keretet rejt, amelyet egy válaszfal két „tálcára” oszt. A 11 db., sárgaréz lemezből kivágott kivezetés alakja olyan, hogy annak nyúlványaihoz az alsó – és mivel a válaszfalban is áthalad – felső oldalon is hozzábondolhatók a tálcákba beragasztott lapkák (itt kb.  $0,4 \times 8 \times 15$  mm-es kerámia lapkák) kivezetőhuzaljai. Persze, nem mindegyik IC tartalmaz két lapkát, sőt van olyan is (mint a szupreg fokozat rajzán látható 2ΦΠ201), amelyben az egyik tálcába csak SM kerámiakondenzátorokat ragasztottak be. Ezeket arany bondolóhuzallal kötötték össze egymással, ill. a kivezető nyúlványokkal.)

A tokok kb.  $5,5 \times 14,5 \times 18$  mm külméretűek. A nem használt kivezetéseket levágták. (Ez nyilván a meglehetősen durva mintázatú nyomtatás miatt vált szükségessé. Alaposabban átgondolt nyák-terv és finomabb mintázatot biztosító technológia mellett a „huzalpókháló” is elmaradhatott volna!)

## A készülék általános leírása

A segélykérő rádiórendszer alapszüléke az R-855UM „Sz” változatú „rádióállomás” (orosz terminológia!), amelyhez számos kiegészítő tartozik. A készüléket hermetikusan tömített, könnyűfémből öntött,  $30 \times 63 \times 106$  mm külméretű, sárgára festett dobozba építették be. Akkorra tehát, mint egy közepes zsebrádió.

A doboz jobb oldalán található a már említett két kapcsoló kezelőgombja, és egy „Fixátor”. Utóbbival bármelyik, vagy mindkét gomb együtt, megnyomott állapotban mechanikusan reteszeltető. A felső oldalon levő, M5 belső menetes szigetelt hüvely képezi az antennacsatlakozót. Az alsó oldalon vezet be a dobozba a tömítetlen szerelt, gumi szigetelésű telepcsatlakozó kábel, a végén ötpólusú, szintén tömített csatlakozó dugasszal. Mellette egy M3 tömített recés csavar van, amelynek kicsavarásával – szélsőséges környezeti-



1. ábra. A hibridek tokjának hossz-  
metszete

hőmérséklet-változás esetén – a külső és a belső légnyomás kiegyenlíthető. Többek között erre is felhívja a figyelmet az előlapra álfotózott, pontokba szedett rövid használati utasítás.

Az előlap „alsó szélé közepén” láthatók a beépített, 25 mm átmérőjű dinamikus hangszóró-/mikrofonbetét tömített hangvezető nyílásai. (A legtöbb készülékbe 1G-7M jelű dinamikus betétet építettek be, de az egyik általam vizsgált példányban egy közönséges TM-3 típusú nagyothalló fülhallgató volt.)

A tartozékok közül a legfontosabb a *Priboj-2S* típusú telepegység. Ez egy vékony acéllemezből hegesztett, testhez simuló (kissé ívelt), szintén tömített és feltűnő sárgára festett tok.

A mintegy 24 × 75 × 135 mm-es, gumi védőperemes, lehegesztett lemezdoboz 8 db., sorba kapcsolt cellát tartalmaz. Az RC85 típusú, 2,8 Ah-s, lapos, hengeres higany-cink cellák kb. Ø30 × 14 mm-esek, és vékony, felhegesztett fémmelvekkel vannak sorba kapcsolva. Az egész egységet műgyantával öntötték ki, de a dobozban az

besztréteg is található. A gumi szigetelésű kivezető kábel is természetesen tömített, a végére szerelt 5 pólusú csatlakozóhévellyel együtt.

A telepre ragasztott nyomtatott címkén a típuson, sorozatszám on és a csatlakozó bekötésén kívül néhány fontos tudnivaló is olvasható. E szerint a telep névleges feszültsége 9,4 V. Eltarthatósága: 30 hónap. (A vizsgált telepek között volt olyan, amely 1982-ben készült – sorozatszám: 33, telepszám: 949 –, de 1997-ben még 9,6 V volt mérhető a kapcsain, az előírt 200 Ω-mal terhelve!) Max. üzemidő – ha biztosítjuk a +20...25 °C környezeti hőmérsékletet, például a toknak az öltözék alá rejtésével, és az 5 perces adási, 15 perces vételi periódusokat –, 60 óra.

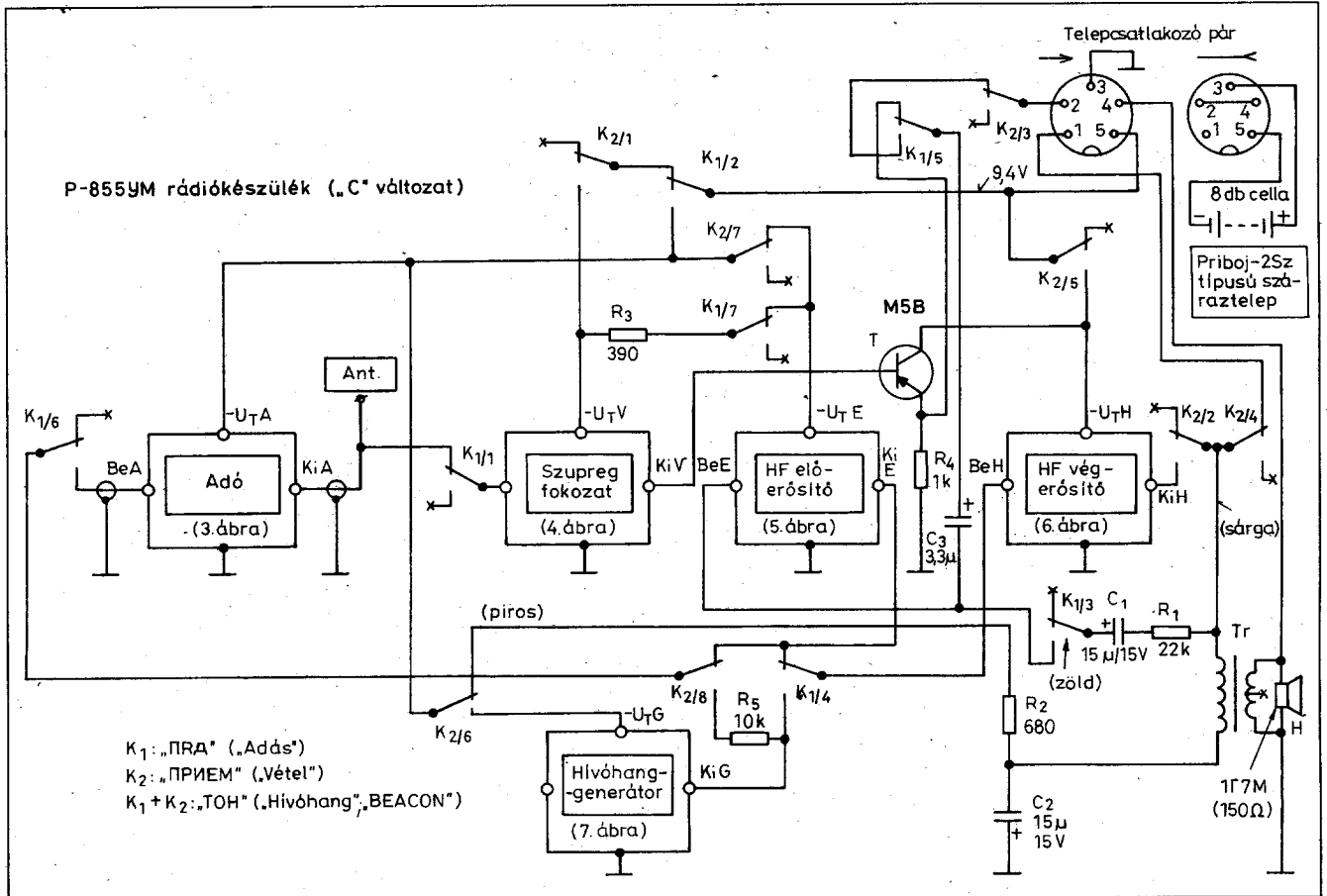
További tartozékok: miniatürizált Kulikov-antenna (aki volt híradós katonára, az ismeri ezt a szellemes konstrukciójú, törhetetlen ostorantennát), és egy huzalantenna (mindkettő λ/4-es). A hozzám került készlet még egy kb. 1 W-os, magyar gyártmányú „gyertyát” – azaz RF teljesítményerősítőt, az ehhez szükséges kábeleket, egy hajlé-

kony, öltözékre tűzhető antennát és egy „kibiztosító egységet” is tartalmazott. Ez utóbbi egy pirosra eloxált alumínium doboz, amelybe mikrokapcsolót szereltek. A dobozból egy csavarrugó szerű „biztosítószeget” áll ki, amelyet a gyűrűjénél fogva kirántva a rádió „Ton” (jelzőhang-adó; beacon) módban beindul. Az ilyenén felszerelt készülékrendszerben a rádió nyomógombjainak megfelelő üzemmódban maradását egy szintén pirosra eloxált alumínium rögzítőkeret biztosította.

A fenti készletben a telepcsatlakozókat normál függőtuchel dugasz-/hüvelypárra cserélték, az RF kábelek pedig BNC csatlakozóval szereltek.

Tudomásom van még egy *Komár-2M* típusú fejbeszélő készletről, amely a páncélosok személyzetének fejjelvébe volt beépítve. Ez egy „Y” illesztőkábelben keresztül iktatható a telepegység és a rádió közé. Az illesztőkábel leágazására szereltek a jellegzetes, négyhüvelyes „páncéloscsatlakozót”.

A továbbiakban csak az alapkészülék részletezem. Éppen a kusza, alig áttekinthető építési mód miatt előfor-



2. ábra. Az R-855UM-Sz alapkészülék és a Priboj-2Sz telepegység összefüggési kapcsolási rajza

duhlat, hogy a rajzokba hibák csúsztak. Ezekért előre is elnézést kérek az olvasótól. Az alkatrészek pozíciószámozása most is önkényes.

### Az R-855UM rendszertechnikai felépítése

A rádió alapos áttanulmányozása és kapcsolási rajzainak felvétele során sajnos meg kellett állapítanom, hogy az alkalmazott technológia és kapcsolástechnika elmarad az AN/PRC-49B amerikai készülékétől. Pedig legkevesebb 10 évvel későbbi a konstrukció: a No. 25460 gyártási számú példány 1982-ben készült, és a 2.000,098PSz jelű „Paszport” bejegyzései alapján 1992-ben még átesett a kötelező időszakos ellenőrzésen! Mind a nagyfrekvenciás, mind a hangfrekvenciás fokozatokban gyakoriak a germánium tranzisztorok, talán ezért a rendszer pozitív testelésű. A névleges üzemi frekvencia 121,5 MHz, azaz az ICAO által ajánlott alacsonyabb frekvencia. A nagyfrekvenciás körök nem ferrittel, hanem M3 × 5-ös alumínium maggal hangoltak. A hibridek felépítése rendkívül primitív; egyiknek-másiknak a létjogosultsága számomra kérdéses. A '70-es évek közepétől legalább a hangfrekvenciás fokozatok monolitikus integrált áramkörrel sokkal egyszerűbben felépíthetők lettek volna.

A rádió adó-vevő összefüggési kapcsolási rajzát a 2. ábra mutatja. Bár ezen készülék áramkörei csupán három nyákra épülnek fel, a könnyebb érthetőség kedvéért a főbb fokozatokat külön blokkokban ábrázoltam.

Az alapnyákon található a szuperregeneratív vevő a két hibriddel, a külön árnyékolt tokban rejtőző HF előerősítő (ez egy kis méretű, az alapnyákra merőleges panelre épül; a passzív alkatrészek zömében az „ölfá” szerelési módot követik), a HF végerősítő, a hívóhang-generátor hibridje a külső alkatrészekkel és a kimenő-/mikrofontrafó. Az alappanelbe van beforrasztva a két nyomókapcsoló is. Az alapnyákkal párhuzamos az adópanel, amely a kvarcoszcillátort, a kétszerező fokozatot a modulátorral és az RF végfokozatot tartalmazza. A tranzisztorok – az RF végfok kivételével – hanyományos, „kalapos” tokozásúak. Ezeket a panelekben levő furatokba ragasztották. Az RF végtranzisztor a szokásos, aranyozott „M5-ös hatlapfejű csavar”; ezt az adópanelbe készített nyílásba fektették

és a csavarrészt félbilinccsel rögzítették a nyák-laphoz.

A készülék három üzemmódot tud:

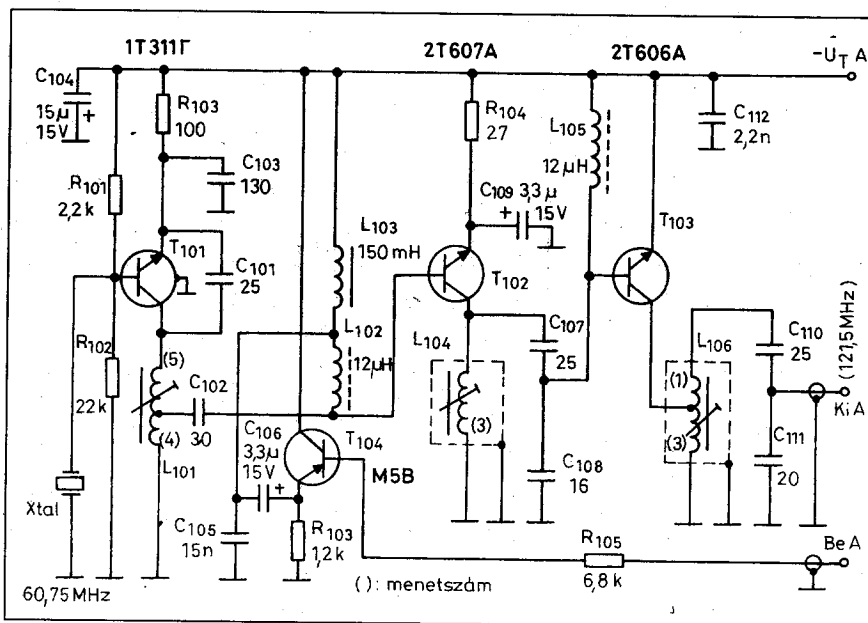
- **Adás.** A dinamikus betét mikrofonként üzemel; a felerősített beszédjel amplitúdóban modulálja az adót. Az adó kimenőteljesítménye – a paszport bejegyzései szerint – 130 ... 400 mW között van. A névleges frekvencia  $121,5 \pm 3$  MHz.
- **Vétel.** A dinamikus betét ebben az üzemmódban a hangszóró szerepét tölti be. Vételszünetben erős „szupreg-zaj” hallható. A vevő névleges érzékenysége  $25 \mu\text{V}$ , 14 dB jel/zaj viszonynál.
- **Jeladás (beacon).** Az adót a jeladó-generátor szaggatott sípoló jele modulálja. Ez a hang a hangszóróban is hallható.

A fenti üzemmódok a számos kontaktussal rendelkező két nyomókapcsoló működtetésével választhatók ki. A két kezelőelem az alábbi négy variációt képes megvalósítani.

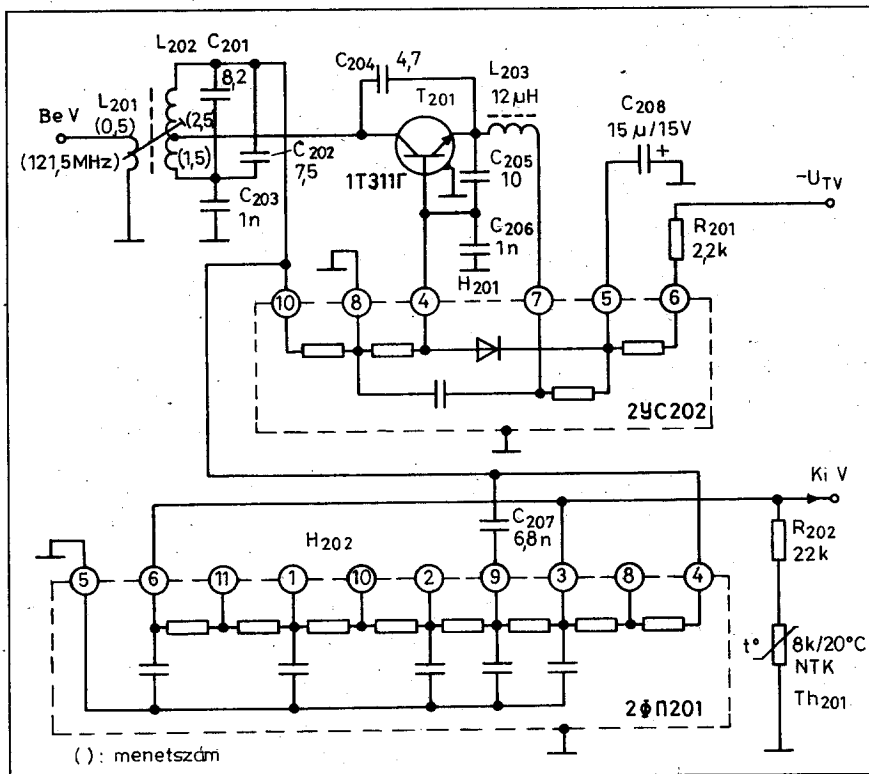
- a. **Mindkét gomb nyugalmi helyzetben:** a  $K_{1/2} - K_{2/1}$  út vonal szakadáshoz vezet, így egyetlen fokozat sem kap tápfeszültséget.
- b. **A  $K_1$  megnyomva: „Adás” üzemmód.**
  - $K_{1/2}$  az adópanel  $-U_{TA}$  pontjára kapcsolja a tápfeszültséget, amit a  $K_{2/7}$ -en keresztül a HF előerősítő is megkap ( $-U_{TE}$ );
  - $K_{1/3}$  a mikrofontrafóként üzemelő Tr – ebben az üzemmódban –

szekunderének felső végét az  $R_1$ ,  $C_1$  soros tagon keresztül a HF előerősítő bemenetére kapcsolja. A H dinamikus betét most mikrofonként funkcionál. A szekunder tekercs másik kivezetése az  $R_2$ ,  $C_2$  szűrőtagon és a  $K_{2/6}$ -on keresztül tápfeszültségre kapcsolódik;

- $K_{1/5}$  a  $C_3$  leválasztó kondenzátort lekapszolja a HF végerősítő emitterkövető előfokozatáról;
- a HF előerősítő kimenőjele a  $K_{2/8} - K_{1/6}$  útvonalon az adó modulátorbemenetére kerül.
- c. **A  $K_2$  megnyomva: „Vétel” üzemmód.**
  - $K_{2/7}$  megakadályozza, hogy az adópanel tápfeszültséghez jusson;
  - A  $K_{2/1}$  a  $K_{1/2}$ -n keresztül érkező tápfeszültséget a vevő  $-U_{TV}$  pontjára adja;
  - $K_{1/1}$ -en keresztül a vevő bemenete az antennára kapcsolódik, párhuzamosan az adó kimenőkörével;
  - $K_{2/5}$  a HF végerősítő  $-U_{TH}$  pontjára kapcsolja a tápfeszültséget;
  - a T emitterkövető kimenete a  $K_{1/5}$ -ön és a  $C_3$ -on át a HF előerősítő bemenetére kapcsolódik;
  - a  $K_{1/3}$  a trafó primerét leválasztja e bemenetről;
  - az előerősítő nem a  $K_{2/7}$ -en át közvetlenül, hanem az  $R_3 - K_{1/7}$  útvonalon kapja meg a  $-U_{TE}$  tápfeszültséget, így az erősítése lecsökken;



3. ábra. Az adó fokozatai



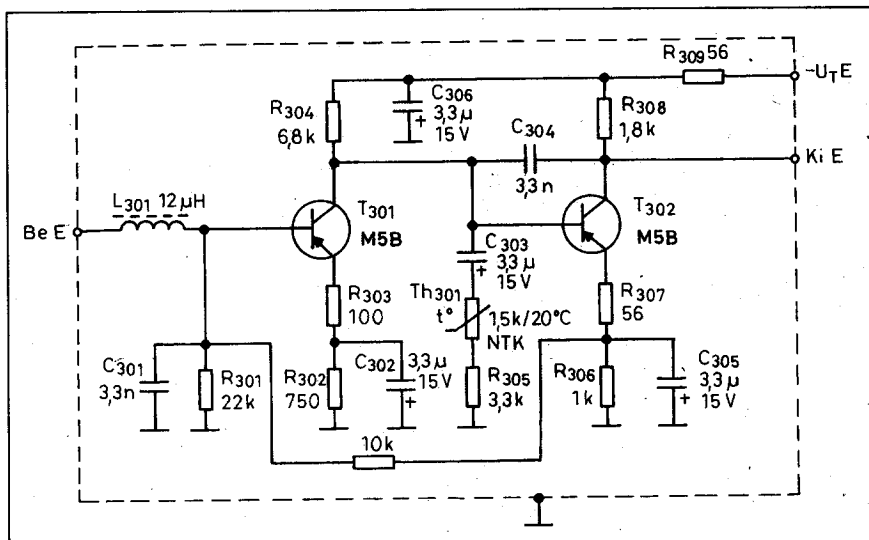
4. ábra. Szuperregeneratív vevő

- az előerősítő kimeneti jele a  $K_{1/4}$ -en át a HF végerősítő bemenetére jut;
- a végerősítő kimenete a  $K_{2/2}$ -n át a Tr-re kapcsolódik. A Tr ebben az üzemmódban kimenőtrafó, a dinamikus betét pedig hangszóró;
- $K_{2/6}$  az  $R_2$ -t leválasztja a tápfeszültségről, így a trafó (most) primer tekercsének alsó vége a

$C_2$ -n keresztül HF szempontból leföldelődik. (A  $K_{2/6}$  nem adhat tápfeszültséget a jelzőhang-generátorra, mert a  $K_{2/1}$  ebben az ágba szakadást képvisel.)

d. Mindkét gomb megnyomva: „beacon” üzemmód

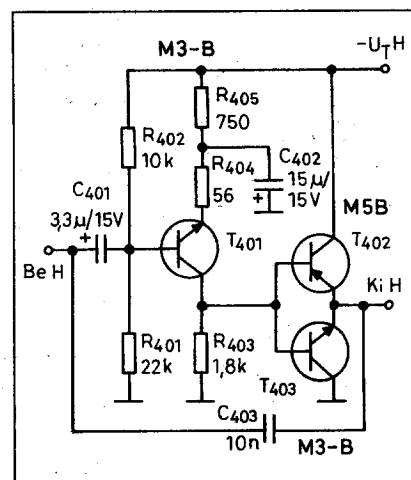
- az adópanel ismét a  $K_{1/2}$ -n keresztül kap tápfeszültséget;
- a vevő és a HF előerősítő lekapcsolódik a tápról;



5. ábra. Hangfrekvenciás előerősítő

- a jelzőhang-generátor a  $K_{1/2}$  -  $K_{2/6}$  úton kapcsolódik a tápra;
- a végerősítő a  $K_{2/5}$ -ön át jut tápfeszültséghez;
- a jelzőhang-generátor kimenőjele a  $K_{2/8}$  -  $K_{1/6}$  útvonalon kerül az adó BeA modulátor bemenetére;
- a jelzőhang-generátor  $R_5$  által csillapított kimenőjele a  $K_{1/4}$ -en át jut a HF végerősítő bemenetére;
- a HF végerősítő kimenete a  $K_{2/2}$ -n át hajtja meg a jelenleg kimenőtrafóként üzemelő Tr primerjének felső végét, miközben az alsó kivezetést a  $C_2$  hidegti. ( $R_2$ -t a  $K_{2/6}$  most is leválasztja a tápfeszültségről.)

Megjegyzés: a  $K_{2/3}$  és  $K_{2/4}$  kontaktusok akkor jutnak szerephez, ha a táp-



6. ábra. Hangfrekvenciás végerősítő

feszültség-csatlakozó és a telepegység közé beiktatjuk a „Komár-2M” beszélőkészlet elosztókábelét. Alapkiépítésben az elosztókábel a telepcsatlakozó hüvely 2. - 4. pontját összekötő rövidzár helyettesíti.

## Az egységek rövid ismertetése

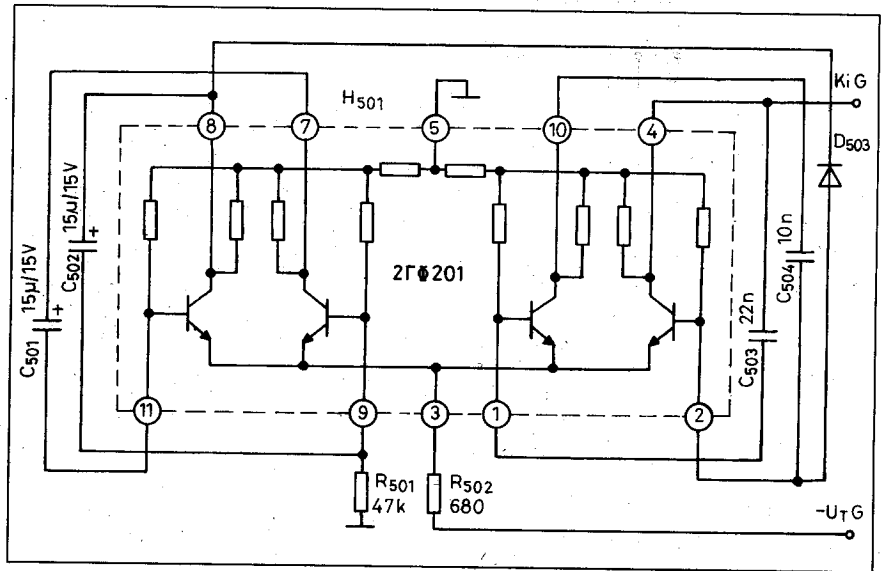
### 1. Adópanel (3. ábra)

A  $T_{101}$ -en alapuló felharmonikus krisályoszcillátornak a szórt kapacitások és a következő fokozat bemeneti kapacitása által hangolt, 60,75 MHz-es kimeneti köre tekercsleágazásához kondenzátor közbeiktatásával csatlakozik a  $T_{102}$ , „C” osztályú beállításban üzemelő frekvenciakétszerező/amplitúdómodulátor. A bázis az  $L_{102}$  nagyfrekvenciás és az  $L_{103}$  hangfrekvenciás

fojtón keresztül kapcsolódik a  $-U_{TA}$  pontra. A  $T_{104}$  emitterkövető emitteréről a  $C_{106}$  csatolja a moduláló jelet az  $L_{102}$ -n keresztül a  $T_{102}$  bázisára. Ezen megoldás kétségtelen előnye az, hogy a modulációs jelforrással szemben kicsi a teljesítményigénye, viszont nagy a modulációs torzítása. Igaz, ennél a készüléknél nem a HIFI minőségű beszédátvitel a legfőbb követelmény...

A modulátor kimeneti köréről kapacitív csatolással jut a modulált jel a  $T_{103}$ , szintén „C” osztályú RF végerősítő bázisára. A bázist DC szempontból az  $L_{105}$  tartja emitterpotenciálón.

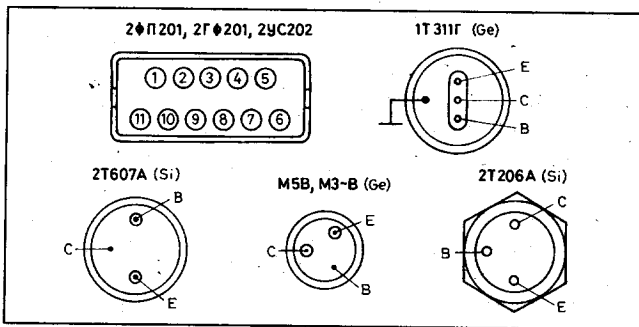
A hangolt kimeneti kört kapacitív osztó illeszti az antennához. Mind ebbe a panelbe, mind a többi áramkörti egységbe beépített polarizált kondenzátorok fémházas tantálok.



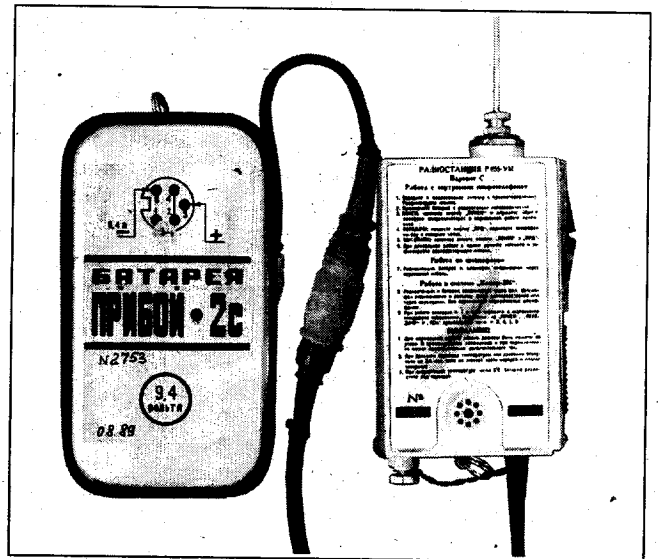
7. ábra. Hívóhang-generátor

## 2. Szuperregeneratív vevő (4. ábra)

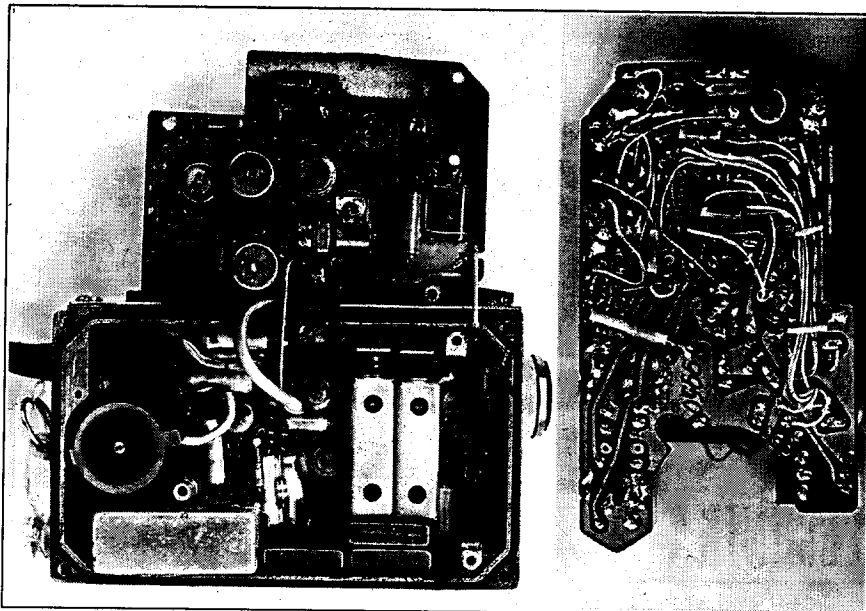
A  $T_{201}$  köré épült szuperregeneratív vevő működése lényegileg megegye-



8. ábra. A készülékben található tranzisztorok és hibridek lábkiosztása. Minden eszközt alulnézetben ábrázoltunk



9. ábra. Az alapkészülék a telepegységgel



zik az AN/PRC-49B hasonló fokozatával. Ebben a rendszerben nem találunk RF előerősítőt, az adó kimeneti tankkörre azonban állandóan az antennacsatlakozóra van kötve. Ezzel a körrel a vevő rezgőkörre vételkor csatolásba kerül, kétkörös sávszűrőt képezve.

A  $H_{201}$  hibrid szerepe a tranzisztor munkapontjának beállítása. A  $H_{202}$ , RC szűrőláncot tartalmazó hibrid a fokozat kimeneti aluláteresztő szűrője. A  $T_{201}$  kollektora e szűrőláncon és az  $R_{202}$ ,  $Th_{201}$  hőfokkompenzáló tagon keresztül kerül földpotenciálra.

10. ábra. Képek a készülék belsejéből

A kimenetet a viszonylag nagy bemeneti impedanciájú T emitterkövető (lásd a 2. ábrán) illeszti a további fokozatokhoz.

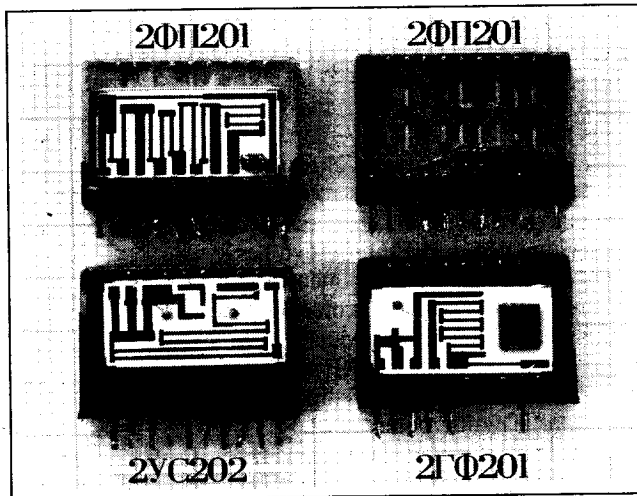
### 3. Hangfrekvenciás előerősítő (5. ábra)

DC-csatolt, kétfokozatú, viszonylag alacsony zajú erősítő, amelyet árnyékoló burában helyeztek el. Az erősítő bemeneti jelét az  $L_{301}$ ,  $C_{301}$  tisztítja meg a nagyfrekvenciás komponensektől. Az erősítés hőfokfüggését a  $T_{h301}$ ,  $R_{305}$  kompenzálja.

### 4. Hangfrekvenciás végerősítő (6. ábra)

Nagyon egyszerű kapcsolástechnikájú, egyetlen feszültség-erősítő fokozatból és az ahhoz közvetlenül csatolt komplementer végfokozatból álló áramkör. Az itt (és az előző áramköri részletekben is) szereplő kisjelű, hangfrekvenciás Ge tranzisztorok típusjele nem szabványos; nyilván speciális szempontok alapján válogatott példányokról van szó. A tokozásuk az ismert „kiskalap”, azaz például a közszükségleti elektronikai készülékekben gyakori GT108x-ével azonos.

### 11. ábra. A kitozott hibridek



### 5. Hívóhang-generátor (7. ábra)

Az R-855UM hívóhang-generátora nem vijjogó szirénahang HF-jelével, hanem a sokkal egyszerűbben előállítható szaggatot sípolás-jellel modulál. A fokozat a  $H_{501}$  hibrid köré épül, amely két közönséges, kéttranzisztoros astabil tranzisztorait és ellenálláshálózatát tartalmazza. (Két, azonos kialakítású hibridlapka van a tok két „tálcájában”.)

A bal oldali, nagy periódusidejű generátor a  $D_{503}$  Si diódán (színjelölésű dióda; a típusát nem tudtam azonosítani) ciklikusan engedélyezi a jobb oldali, hangfrekvenciás négyszöggenerátor működését.

A 8. ábrán a készülékben alkalmazott tranzisztorok, hibridtokok lábkiosztása, a további 9–11. ábrákon a készülékről, ill. annak belsejéről és a kitozott hibridekről készült fotók láthatók.

(Folytatás a 77. oldalról:  
Oszilloszkóp IBM PC-hez)

A 00013...00015 ([0000DH...0000FH]), 32781...32783 ([0800DH...0800FH]), 64549...64551 ([1000DH...1000FH]) helyeken egy három bájtos hexadecimális számot tartalmaz alsó-középső-felső sorrendben, ami a kurzorpozíciót jelenti az állományban. Megjegyzés: ha az állományt 50-es zoom-mal készült, akkor a kurzorpozíció pontos, más esetben a valódi kurzorpozíció 2...50 értéktartományon belül található.

A 00016 ... 32767 ([00010H ... 00FFFH]) bájtok az 1-es csatorna, a 32784 ... 64535 ([08010H ... 07FFFH]) bájtok a 2-es csatorna, a 64552 ...

98303 ([10010H ... 17FFFFH]) bájtok a 3-as csatorna 8 bites digitalizált adatait tartalmazzák.

A jegyzőkönyv célja a mérés dokumentálása illetve egyéni adatfeldolgozás támogatása. Kiegészítő lehetőség a LOAD LOG. parancs, ami egy fenti formátumú 'C\_LOG???.DAT' nevű állományt beolvas, és így az ismételtel megtekinthető, vizsgálható.

A parancs indításakor az üzenet ablakban a legnagyobb sorszámú jegyzőkönyv látható.

A klaviatúrakurzor fel/le vezérlőbillentyűvel görgethetjük a lehetséges jegyzőkönyveket. A görgetés alsó/felső határát hibahang jelzi. A kötelező kiválasztás az ENTER billentyűvel történik.

A LOAD LOG. parancs, ha nem talál egy 'C\_LOG???.DAT' nevű állományt sem, akkor hibahang mellett 'NOT FOUND', ha az állomány hibás méretű, akkor 'WRONG SIZE', hibás paraméteradat esetén 'WRONG DATA' üzenettel jelez.

A digitalizált értékek ellenőrzése természetesen megoldhatatlan, ezért azokat már érvényes adatoknak tekintik a beolvasás.

Megjegyzés: a LOAD LOG. parancs a jegyzőkönyvben szereplő kurzorpozíciót nem veszi figyelembe, mért azt a kiinduló - 0 pozícióba állítja.

A LOAD LOG. parancs tulajdonsága, hogy a DSO hardver jelenléte nélkül is működőképes.

**Belenézett már a HAM-BAZÁR kínálatába?**



Megtalálható a

**RÁDIÓTECHNIKA**

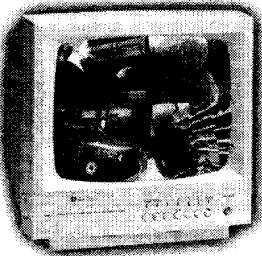
és a

**Elektronika**

lapokban!

**VIDEO FIGYELŐ RENDSZEREK**

Üzletek, lakások, irodák stb. megfigyelésére



33 000,-től



**KAMERÁK**

Ipari kamerák (színes) 38 000,-től, (ff) 17 300,- től

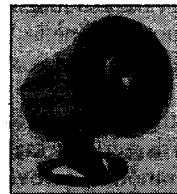
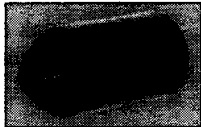
Kompakt kamerák (ff) 12 000,-től

Panelkamerák (színes) 21 000,- től, (ff) 9 600,- től



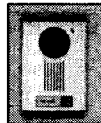
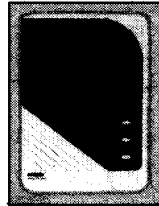
**Csőkamerák tartozékokkal**

(tápegység, konszol, kábel) 15 750,-től

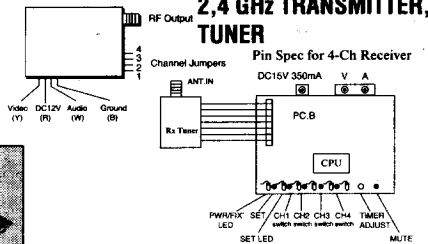


**VIDEO KAPUTELEFON**

**DOSHIN VI3020**



Kétféle vezetékes bővíthető rendszer 49 600,-



**AKKUS SZIRÉNA 3000,-**  
**SZIRÉNÁK 12V 15W 950,-től**

**Rádiós távkapcsolók (HIF eng.)**

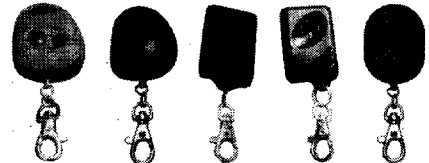
- CS-04 kétsatornás készlet, mono- vagy bistabil, relés kimenetek (10A) **5760,-**
- CS-04R mint fent, de ugrókóddal **6720,-**
- CS-03 négycsatornás készlet, nyitott kollektoros kimenetek **5760,-**
- TX-2CS külön távszabályzó CS-04-hez **1328,-**
- TX-2CSR külön távszabályzó CS-04R-hez **1760,-**
- TX-4CS külön távszabályzó CS-03-hoz **1600,-**

**Rádiófrekvenciás modulok**



- RX3302** 433,92 MHz supreg. vevő 18x50 mm
  - RX3302R** 433,92 MHz supreg. vevő ugrókódos dekódolóval (KEELOQ)
  - RX3302L** 433,92 MHz 5V 0,3 mA
  - 980TX** 433,92 MHz adó modul -40 °C +85 °C, (FTZ17 TR 2100) 16x32 mm
- A vevő modulhoz dekóder ic-k PT2272-M2, PT2272-M4 **220,-**  
Adóhoz: kóder ic PT2262 SO és DIP **220,-**

**TÁVSZABÁLYZÓK**



Fentiek nagykereskedelmi nettóárak.

Üzleti órák: H-P-ig 8-16 óráig.

**MTA-MMSZ Kft.**  
**1119 Budapest,**  
**Etele út 59/61.**

**Műszerek, szerszámok forgalmazása**

- METEX kéziműszerek
- HC oszcilloszkópok
- Good Will műszerek
- MAXCOM műszerek
- Kéziszerszámok
- Egyéb mérőműszerek

Termékínálatunk megtekinthető az Interneten online a **www.mmsz.hu** „értékesítés” cím alatt.  
Csomagküldés gyorspostával

**Rendelés - információ:**

Telefon: 203-4431, 203-4313,  
203-4319, 203-4277

Fax: 203-4355

E-mail: **zscsikos@mta.mmsz.hu**  
vagy  
**rhovath@mta.mmsz.hu**

Személyesen: Budapest XI. ker. Etele út 59/61.

**VISZONTELADÓINK:**

**PAHELIA KERESKEDELMI SZAKÜZLET**  
Hobby Elektronikai Szaküzlet  
4024 Debrecen, Kossuth u. 18.  
☎ 52-418-174, 52-412-421  
☎ 52-418-174, 52-412-421

**KOSZDÁN KFT. MODUL BOLT**  
4028 Debrecen, Sámsondi u. 19.  
☎ 52/460-791, 52/461-221  
☎ 52/461-223

**ETALON 2000 Kft.**  
1139 Budapest, Gömb u. 30.  
☎ 350-43-26  
☎ 329-64-53

**ARZENÁL '90 Kft.**  
8000 Székesfehérvár,  
Széchenyi út 144.  
☎ 22/327-767, 22/333-799,  
22/511-420  
☎ 22/340-591

**TRÁSZ 5 Bt.**  
6722 Szeged, Tisza L. krt. 73.  
☎ 62/423-676  
☎ 62/425-584

**Selymeszi Elektronika**  
3300 Eger, Hadnagy u. 7.  
☎ 36/322-638  
☎ 36/322-638

**MÁLTA Bt.**  
9700 Szombathely,  
Hadnagy u. 41.  
☎ 94/327-604  
☎ 94/327-604

**ELEKTROTECH Kft.**  
6725 Szeged,  
Petőfi S. sgt. 83/a  
☎ 62/441-626  
☎ 62/440-250  
elektrotech.ker@deltav.hu

**C+F Kft.**  
1134 Budapest, Angyal földi út 38.  
☎ 340-8476  
☎ 340-8456

**ELACO Kft.**  
1137 Budapest, Jászai Mari tér 5.  
☎ 349-2588  
☎ 349-3084

**MODUL Kft.**  
8800 Nagykanizsa, Petőfi u. 84.  
☎ 93/314-861  
☎ 93/310-336

**MERVELL Kft.**  
7624 Pécs, Petőfi u. 56.  
☎ 72/215-699, 72/211-089,  
72/314-361  
☎ 72/215-699

**OMEGA Kft.**  
8600 Siófok, Szűcs M. u. 2.  
☎ 84/313-673  
☎ 84/313-673

**A-J Bt.**  
6400 Kiskunhalas, Széchenyi u. 62.  
☎ 77/420-552  
☎ 77/420-552

**ELEKTRONIK Kft.**  
3530 Miskolc, Hunyadi u. 44.  
☎ 46/344-816  
☎ 46/344-816

**NAGY-BANOV Kft.**  
1054 Budapest, Báthory u. 3.  
☎ 353-3949, 331-5575,  
331-8920, 352-5160  
☎ 331-0994, 341-6340

**TRAPÉZ BY Kft.**  
4400 Nyíregyháza, Hunyadi út 53. (Szerszám bolt)  
4000 Nyíregyháza, Vasvári Pál út 32. (Forrasztás + szerszám)  
☎ 42/404-945, 42/431-773,  
30/9250-345  
☎ 42/403-874, 42/431-773

# Mikroszalagvonalas technika a gyakorlatban

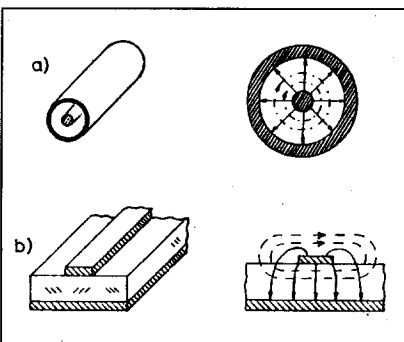
Bus László okl. villamosmérnök

A mikroszalagvonalas technika igen elterjedté vált a nagyfrekvenciás elektronikában. Nagy „népszerűségét” annak köszönheti, hogy az így készített áramkörök és áramkört elemek (induktivitás, kapacitás, rezonánsskőrök, különböző hullámellenállású vonalak) egyszerűen tervezhetők, gyártástechnológiailag könnyen reprodukálhatók és kis méretben realizálhatók. Ez utóbbi lehetővé teszi az elektronikai áramkörök miniaturizálását.

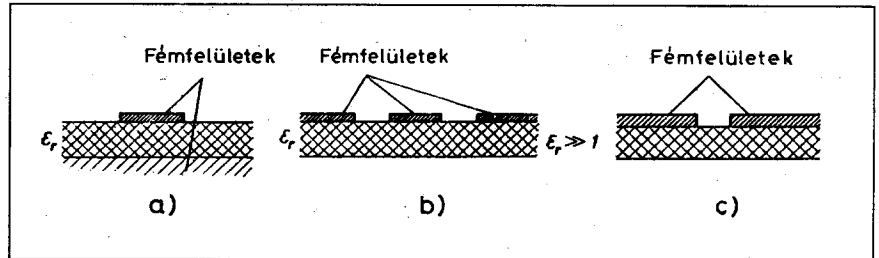
Hazai rádióamatőröktől is jelentek meg közlemények, amelyek a címbe szereplő technikának a gyakorlati alkalmazását mutatták be (Nagy Gyula publikációi az 1998-as és az 1999-es RT évkönyvben). Ezt megelőzően az RT évkönyvek korábbi számaiban (1991-től 1994-ig) már ismertettünk ezzel a technikával készített áramköröket, mint például UHF sávú antennákhoz jelszétosztót ill., -összegzőt, a 2 m-es rádióamatőr sávra hibridet, szűrőket.

Ezek alapján kézenfekvőnek tartottuk, hogy a mikroszalagvonalas (microstripline) technika ismertetésének helyet adjunk az RT évkönyvben. Arra törekszünk, hogy ez a közlemény segédletként szolgáljon az ilyen technikával készülő áramkörök méretezéséhez.

Tápvonaltechnikából ismeretes, hogy az energia áramlása koaxiális tápvonalakban TEM (transzverzális elektromos mágneses) módban történik. Ez



1. ábra. Elektromágneses térerőkép, a) koaxiális tápvonalban, b) mikroszalagvonal esetén (folytonos: E-, szaggatott: H-erővonal)



2. ábra. A mikrohullámú technika tápvonal típusai: a) mikroszalagvonal (mikroszalagvonal), b) koplanár szalagvonal, c) részvonal

más megfogalmazásban azt jelenti, hogy mind a mágneses, mind az elektromos erővonalak merőlegesek a terjedési irányára (1.a ábra).

Mikroszalagnál az inhomogén dielektrikum következtében a többszörösen összefüggő keresztmetszet miatt az alapl módus (erővonalkép) már nem TEM, hanem csak ahhoz hasonló, ún. kvázi-TEM képpel lesz jellemezhető (1.b ábra).

A másik következmény az, hogy a kvázi-TEM alapl módus fázissebessége frekvenciafüggővé válik, diszperzió lép fel. Mikrohullámú technikában a mikroszalag, a koplanár szalagvonal és a részvonal a legelterjedtebb tápvonal típusok (2. ábra).

## A hullámellenállás meghatározása

Mi a továbbiakban a mikroszalagvonalal (későbbiekben a szalagvonal kifejezést is használjuk) foglalkozunk, mert az UHF és VHF technikában leginkább ez a tápvonalszerkezet terjedt el. Ennek a nemszimmetrikus tápvonal típusnak a vázlatos, szerkezeti felépítését látjuk a 3. ábrán. Fémfelületekkel határolt szalagvonalon kialakult elektromos és mágneses erővonalak képét jól szemlélteti a 4. ábra, vagyis a kvázi-TEM módot (erővonalkép). Ez azt jelenti, hogy a szalagvonalon haladó elektromágneses hullám fázissebességének lesz a terjedési irányába eső, azaz longitudinális összetevője is. Visszatérve az 1. ábrához látható, hogy az erővonalak részben a hordozó anyagban, részben a levegőben halad-

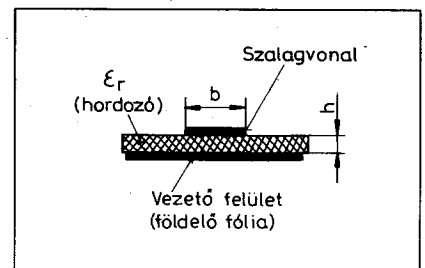
nak, ezért a tápvonaljellemzők számításánál (induktivitás, kapacitás, hullámellenállás) egy  $\epsilon_{r\text{eff}}$  dielektromos állandóval kell számolnunk. Ennek a konstansnak az értéke  $\pm 2\%$  pontossággal számítható az alábbi összefüggéssel:

$$\epsilon_{r\text{eff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + 10 \frac{h}{b}}} \quad (1)$$

ahol:  $b$  = a szalagvonal szélessége;  
 $h$  = a hordozó vastagsága;  
 $\epsilon_r$  = a hordozó permittivitása (dielektromos állandó).

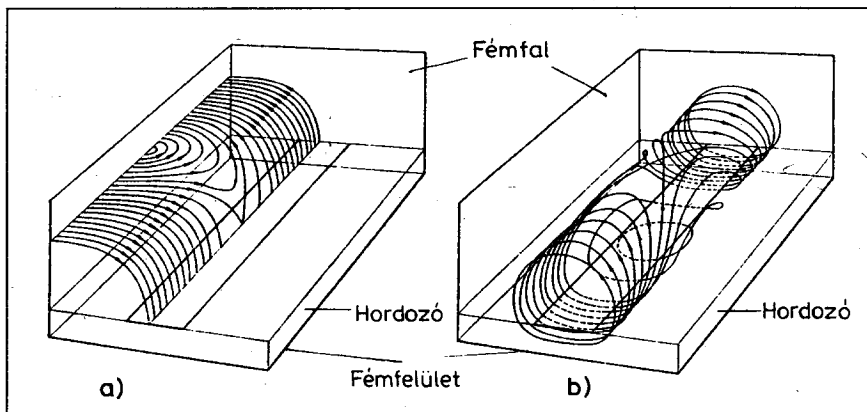
Az effektív permittivitás változását a  $b/h$  függvényében,  $\epsilon_r$ -vel paraméterezve néhány gyakran használatos anyagra az 5. ábrán látjuk.

A mikroszalagvonal hullámellenállását közelítéssel határozták meg széles és keskeny szalagra.



3. ábra. A mikroszalagvonal vázlatos szerkezeti felépítése





4. ábra. A mikroszalagvonal kvázi-TEM módusának elektromos (a) és mágneses tere (b)

Wheeler-től származó közelítő számítás keskeny szalagra ( $b/h \leq 1$ ):

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{r,eff}}} \cdot \ln \left( \frac{8h}{b} + \frac{b}{4h} \right) \quad (2)$$

széles szalagra ( $b/h > 1$ ):

$$Z_0 = \frac{120}{\sqrt{\epsilon_{r,eff}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{b}{h} + 2,42 - 0,44 \frac{h}{b} + \left(1 - \frac{h}{b}\right)^2}} \quad (3)$$

A hullámellenállás számításánál feltételeztük, hogy a szalagvastagság:  $t = 0$ . A gyakorlatban alkalmazott szalagok vastagsága véges, és néhányszorosra a behatolási mélységnek ( $15 \dots 25 \mu\text{m}$ ), és módosító hatása van a szalagszélességre.

100  $\Omega$  feletti hullámellenállású szalagvonalaknál már nem hanyagolható el.

Amennyiben a hullámellenállás közelítő számításánál figyelembe akarjuk venni a szalagvastagság módosító hatását, akkor ez az alábbi összefüggéssel adható meg:

$$b' = b + \frac{t}{\pi} \left( 1 + \ln \frac{2h}{t} \right) \quad (4)$$

A hullámellenállás számítása a képletek alapján egy kalkulátorral nem túl időigényes munka, de 6. ábra diagramjával még egyszerűbbé válik. A gyakorlat szempontjából 10  $\Omega$  és 150  $\Omega$  közötti hullámellenállású vonalak jönnek számításba, ami  $b/h$ -ra vonat-

kozóan 0,1-től 10-ig terjedő tartományt jelenti.

A mikroszalagvonalon a kvázi-TEM terjedés miatt diszperzió jön létre, ebből adódóan az effektív permittivitás frekvenciafüggővé válik:

$$\epsilon_{r,eff} = \epsilon_r - \frac{\epsilon_r - \epsilon_0}{1 + G \left( \frac{f}{f_p} \right)^2} \quad (5)$$

ahol: 
$$f_p = \frac{Z_0}{2 \mu_0 h} \quad (6)$$

és 
$$G = 0,5 + 0,01 \cdot Z_0 \quad (7)$$

Az (5) egyenletben  $\epsilon_0$  a légtüres tér dielektromos állandója, a (6)-ban szereplő  $\mu_0$  a vákuum permeabilitása. Az (1) és (5) egyenletekből nyert eredmények eltérők lehetnek.

Eddig nem tettünk említést a mikroszalagvonal veszteségeiről:

a) A fémezés által keletkezett veszteségek (rézvesztés), beleértve a földfólia oldali veszteségeket is.

b) A szkinhatásból keletkező veszteség. Erre a veszteség típusra az alábbi tényezők vannak befolyással: a frekvencia, az anyagi jellemzők (az anyag vezetőképessége, permeabilitása), a felület finomsága.

c) A hordozó (szubsztrát) dielektromos vesztesége. A dielektromos veszteség a permittivitás képzetes részével van kapcsolatban ( $\text{tg } \delta$ ).

d) A szalagvonal sugárzási vesztesége. Ez a mikrosztripp szórt teréből jön létre, a veszteségek közül ez a legkisebb.

Az a) – c) pontban említett veszteségek számítása részletesen a [2]-ben

és a [3]-ban megtalálható. Erről a két veszteségről annyit jegyezzünk meg, hogy a frekvencia növekedésével növekszenek.

## Induktivitás és kapacitás szalagvonalból

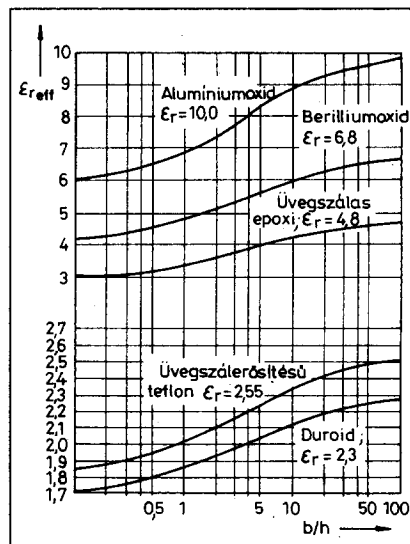
UHF frekvenciatartományban néhány nanohenrys induktivitásokat diszkrét tekercsekkel realizálni nem lehet. Ennek a problémának a megoldását a mikrosztripp alkalmazása jelenti. Ezzel a technikával nagy jóságú tényezőjű (jó Q-jú) rezonánsköröket, kis parazita elemekkel rendelkező kapacitásokat és induktivitásokat lehet készíteni, kis méretben. Ennek a kérdésnek a tárgyalásához vissza kell térnünk a tápvonaltechnika alapegyenletéhez, a tápvonal bemenő impedanciáját meghatározó formulához.

Tápvonaltechnikából ismert, hogy egy  $Z_0$  hullámellenállású,  $l$  hosszúságú, ideálisnak feltételezett (vesztégmentes),  $Z$  impedanciával lezárt tápvonal bemenő impedanciája:

$$Z_{be} = \frac{Z + jZ_0 \cdot \text{tg } \beta \cdot l}{Z_0 + jZ \cdot \text{tg } \beta \cdot l} \cdot Z_0 \quad (8)$$

Ha a (8) egyenletbe  $Z = 0$ -t és  $Z = \infty$ -t helyettesítünk, akkor a bemenő impedanciára az alábbiakat kapjuk:

$$Z_{be} = jZ_0 \cdot \text{tg } \beta l \quad (9)$$



5. ábra. Az  $\epsilon_{r,eff}$  hatásos dielektromos állandó változása a  $b/h$  függvényében, néhány gyakran alkalmazott hordozóra

$$Z_{be} = -jZ_0 \cdot \operatorname{ctg} \beta l \quad (10)$$

ahol:

$Z_{be}$  = a szalagvonal bemenő impedanciája

$Z_0$  = a szalagvonal hullámellenállása

$\beta$  = a fázistényező:  $2\pi/\lambda$

$\lambda$  = a szalagvonalon a hullámhossz

$l$  = a szalagvonal hossza.

Ez másképpen azt jelenti, hogy egy  $\lambda/4$ -nél rövidebb, végén rövidrezárt tápvonal induktivitásként, míg ugyanaz szakadással lezárva (nyitott vég) kapacitásként viselkedik.

$Z_0$ -lal osztva a két egyenletet kapjuk a normalizált impedanciamenetet. A tápvonalhossz ( $l$ ) függvényében ezt az impedanciamenetet a 7. ábra mutatja. Az ábrából jól látszik, hogy a tangens és a cotangens függvény kezdeti része egyenes szakasszal helyettesíthető. Ezen a szakaszon az induktivitás és a kapacitás frekvenciafüggetlen, ez a gyakorlatban  $l \leq \lambda/8$  szakaszhozna felel meg. A (9) és (10) egyenlet az alábbi formába alakítható át:

$$L = \frac{Z_0}{\omega} \cdot \operatorname{tg} \beta l \quad (9a)$$

a lineáris szakaszra felírva a (9a)-t:

$$L = \frac{Z_0}{\omega} \beta l = \frac{Z_0 \cdot l}{f \cdot \lambda_0} \cdot \sqrt{\epsilon_{r, \text{eff}}} = \frac{Z_0 \cdot l}{v} \quad (11)$$

ahol:

$l$  = a szalagvonal hossza;

$Z_0$  = a mikrosztrip hullámellenállása ( $b/h$ -tól függ);

$v$  = a fázissebesség;

$c$  = szabad térben a fázissebesség

$$\left( v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_{r, \text{eff}}}} \right)$$

$\beta$  = fázistényező:  $2\pi/\lambda$ ;

$\lambda$  = a szalagvonalon a hullámhossz

$$\left( \lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{r, \text{eff}}}} \right)$$

ahol:

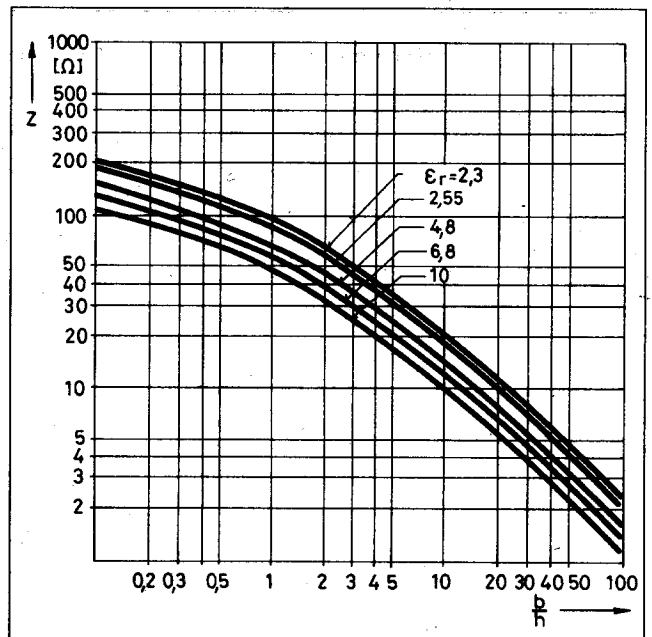
$\lambda_0$  = a szabadtéri hullámhossz.

Továbbá

$$C = \frac{1}{\omega \cdot Z_0 \cdot \operatorname{ctg} \beta l} \quad (10a)$$

a lineáris szakaszra felírva a (10a)-t

6. ábra. A mikroszalag hullámellenállásának változása a  $b/h$  függvényében, a szubsztrát  $\epsilon_r$ -jével paraméterezve



$$C = \frac{\beta \cdot l}{\omega \cdot Z_0} = \frac{l}{f \cdot \lambda_0 \cdot Z_0} \cdot \sqrt{\epsilon_{r, \text{eff}}} = \frac{l}{Z_0 \cdot v} \quad (12)$$

Ezeknek az egyenleteknek csak korlátozott az alkalmazhatóságuk a linearitás feltételezése miatt, de gyors becslésekre igen alkalmasak. Az egyenletekből jól látható, hogy jó induktivitásokat nagy hullámellenállású vonalakkal lehetséges realizálni, ez  $Z_0 \geq 80 \Omega$  hullámellenállást jelent a gyakorlatban, azaz keskeny szalagvonalnak felel meg ( $b < 1 \text{ mm}$ ), így a parazita kapacitás is elhanyagolható lesz. Jó kapacitásokat viszont kis hullámellenállású vonalakkól ( $Z_0 \leq 10 \Omega$ ) realizálhatunk, a parazita induktivitást elhanyagolható mértéken tartva. Ha  $b/h$ -ra 10-et választunk, akkor a parazita induktivitás 1 nH/cm körüli értéket vesz fel, ez még elég nagy érték.

A hosszegységre eső induktivitás és kapacitás meghatározására Clemm végzett számításokat, melyek az alábbiak:

$$L = 197,5 \ln \left\{ 1 + \frac{6,28}{b/h} \left[ 1 + 0,27 \tanh^2 \left( \frac{1,4}{b/h} \right) \right] \right\} \left[ \frac{\text{nH}}{\text{m}} \right] \quad (13)$$

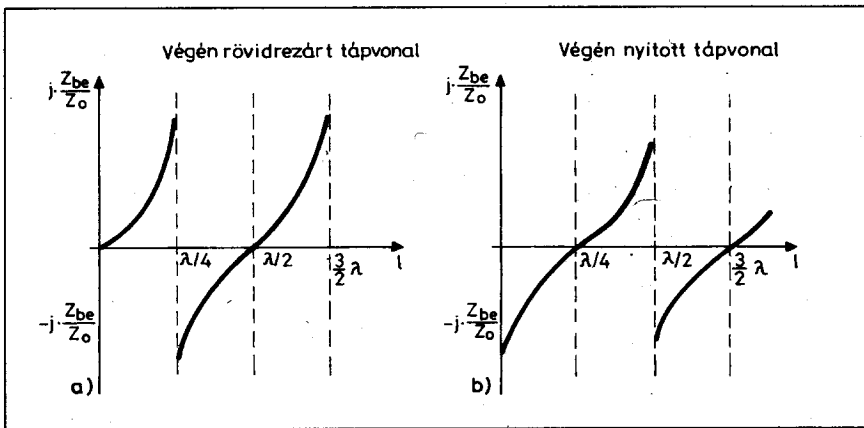
$$C = \frac{56,22 \cdot \epsilon_r}{\ln \left\{ 1 + \frac{6,28}{b/h} \left[ 1 + 0,27 \tanh^2 \left( \frac{1,4}{b/h} \right) \right] \right\}} \left[ \frac{\text{pF}}{\text{m}} \right] \quad (14)$$

UHF technikában rezonánscörök megvalósításának egyik módja a koncentrált kapacitás (pl. légmenter) tápvonalas kialakítású induktivitással.

A induktivitás gyors méretezéséhez a 8. ábra diagramját használhatjuk. A különböző  $b/h$  értékekhez tartozó hosszegységre eső induktitás meghatározható, és ebből a kívánt értékhez tartozó szalagvonal hossz kiszámítható.

Ha a (9) egyenletbe  $l = \lambda/4$ -et helyettesítünk, akkor a tangens függvény  $\infty$  értéket vesz fel. A teljesség kedvéért nézzük meg a (10) egyenletet is, a cotangens függvény 0-val lesz egyenlő  $l = \lambda/4$  helyettesítés esetén.

A végén rövidrezárt  $\lambda/4$  hosszúságú szalagvonal fizikailag párhuzamos rezgőkörként, míg ugyanez a végén nyitva soros rezgőkörként viselkedik, így eljutottunk a szalagvonalas rezonánscörökhöz. Szalagvonalból kialakított rezonánscör elvi felépítését a 9. ábrán látjuk. LC-elemből vagy rezonánscörökből felépített szűrőktől a gyakorlatban az az elvárás, hogy az



7. ábra. A tápvonal normalizált impedanciamenete a szakaszhossz függvényében: a) végén rövidzár, b) nyitott tápvonal esetén

egyes frekvenciasávokat jól elválasztják egymástól. Ezt a kívánalmat rezonánstagokból álló szűrő esetén nagy jósági tényezőjű tagokkal tudjuk biztosítani. Ez másképpen azt jelenti, hogy kis veszteségű rezonáns elemeket kell beépíteni. Korábban már említett tettünk a szalagvonalakon fellépő veszteségekről. A szkinhatás és a sugárzás okozta veszteségből, valamint a dielektromos veszteségből származtatott jósági tényező ( $Q$ ) diagramja a 10. ábrán látható. Ebből kiolvasható, hogy  $Q$ -nak kb.  $70 \Omega$ -nál van a maximuma:  $Q_{er} = 350$ , a hordozó vastagsága  $h = 0,8$  mm,  $\epsilon_r = 2,35$ , 1 GHz-en mérve.

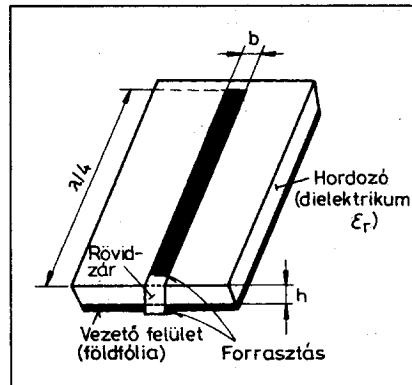
### UHF tartományban működő, mikrostrippel megvalósított $\lambda/4$ -es rezonáns körök

Egy  $\lambda/4$  hosszúságú, végén rövidzárta szalagvonal méretezéséhez az alábbi paramétereket kell ismernünk:

- a mikroszalagvonal  $Z_0$  hullámellenállását,
- a szubsztrát (hordozó)  $\epsilon_r$  dielektromos állandóját,
- a szubsztrát  $h$  vastagságát,
- az  $f$  frekvenciát, amire méretezünk,
- a rezonánskör  $C$  kapacitását (ezt egyébként a szalagvonal képviseli).

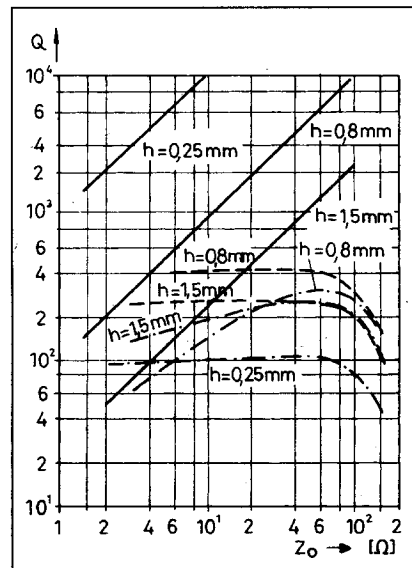
Ezeknek az adatoknak az ismeretében a 6. ábra alapján meghatározható a szalag  $b$  szélessége. Thomson-képlet alapján számított induktivitáshoz tartozó „rezonáns” szalaghossz a 8. ábrából a  $b/h$  hányados ismeretében meghatározható.

A rezonánskörök gyors méretezésére szolgáló diagramok a 11. és a 12. ábrán láthatjuk, melyek a tv IV/V-ös sáv egy-egy frekvenciájára érvényesek. A 13. ábrán mutatott diagram a 70 és a 23 cm-es amatőrsávokra alkalmazható. Ezekből a diagramokból a szalag-

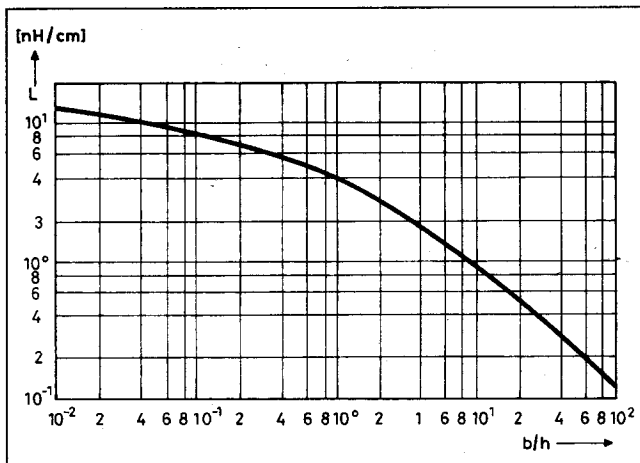


9. ábra.  $\lambda/4$  hosszúságú szalagvonal vázlatos rajza

vonal tényleges hossza határozható meg a rezonánskör kapacitásának függvényében, a szalagszélességgel, illetve a hullámellenállással paraméterezve. További paraméterként szerepel a frekvencia, a kétoldalasan folírozott lemez vastagsága és a hordozóanyag (dielektrikum) permittivitása  $\epsilon_r$ .



10. ábra. Szalagvonalas kialakítású  $\lambda/4$ -es rezonánskör jósági tényezőjének változása a  $Z_0$  hullámellenállás és a hordozóanyag  $h$  vastagságának függvényében. Folytonos vonal:  $Q_r$ , a sugárzási veszteségből származtatott jósági tényező; szaggatott vonal:  $Q_0$ , a réz és dielektromos veszteségekből származtatott jósági tényező; pontvonal:  $Q_{er}$ , a sugárzási, réz és dielektromos veszteségekből származtatott jósági tényező



8. ábra. A hosszegységre eső szalagvonal-induktivitás a  $b/h$  függvényében

## Méretezési példák a diagramok alkalmazásával

### 1. példa

1,5 mm vastag, üvegszálas epoxi nyáklemezen  $\lambda/4$  hosszúságú rezonátort készítettünk az alábbi paraméterekkel:  $f = 432$  MHz; szalagszélesség  $b = 2$  mm; a rezonátor kapacitása  $C = 9$  pF. Keressük a szalag hosszát.

A 13. ábra vízszintes tengelyén (432 MHz-nél) megkeressük a 9 pF-ot, az ebből induló függőleges egyenes metszi a 2 mm szélességgel jelölt görbét. Az így kapott metszéspontból a vízszintes tengellyel párhuzamosan egyenest húzunk a függőleges tengelyig. Az így kapott metszéspont megadja a szalag keresett rezonáns hosszát, mely jelen esetben:  $l = 3,6$  cm.

### 2. példa

Az előző példában azonos anyagi jellemzőkkel bíró nyáklemezről van szó:  $f = 1296$  MHz; szalagszélesség  $b = 5$  mm; a vonal hossza  $l = 2$  cm. Keressük a körhöz tartozó kapacitást.

A függőleges tengelyen megkeressük a 2 cm-es szakaszhosszat, ebből a pontból vízszintes egyenest húzunk a diagram 5-ös jelzésű görbéjéhez, a metszéspontot levetítjük az 1296 MHz-hez tartozó kapacitás tengelyre. A 13. ábrából leolvassa, a szükséges kapacitás  $C = 2$  pF-nak adódik.

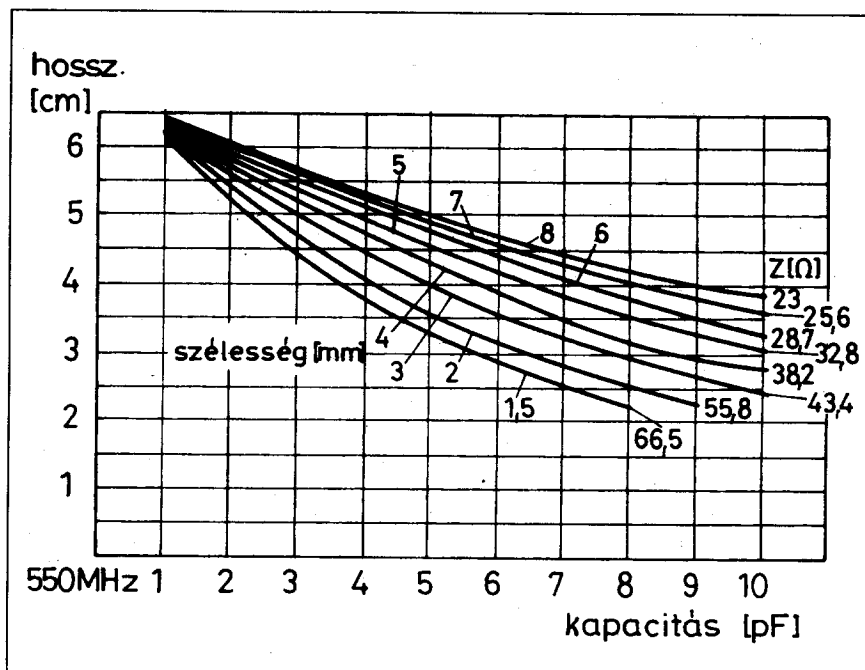
### 3. példa

$Z = 60 \Omega$  hullámellenállású szalagvonalból  $f = 550$  MHz-re üvegszálas, epoxi alapú nyákon készítsünk rezonánskört. A kétoldalas, rézfóliás lemez vastagsága 1,6 mm, a körhöz tartozó kapacitás  $C = 4$  pF. Milyen széles legyen a szalag és mekkora hosszúsággal tudjuk a rezonánskört realizálni?

A 11. ábra görbeseregét tekintve ezt az értéket nem találjuk, ezért a hozzá közelebb eső értéket vesszük, ami  $55,8 \Omega$ , ez megfelel  $b=2$  mm szélességnek. Most megnézzük a 4 pF-hoz tartozó egyenes hol metszi a 2 mm-es görbét. A metszéspontot kivetítve a függőleges tengelyre megkapjuk a keresett szalaghosszat,  $l = 4,1$  cm.

### 4. példa

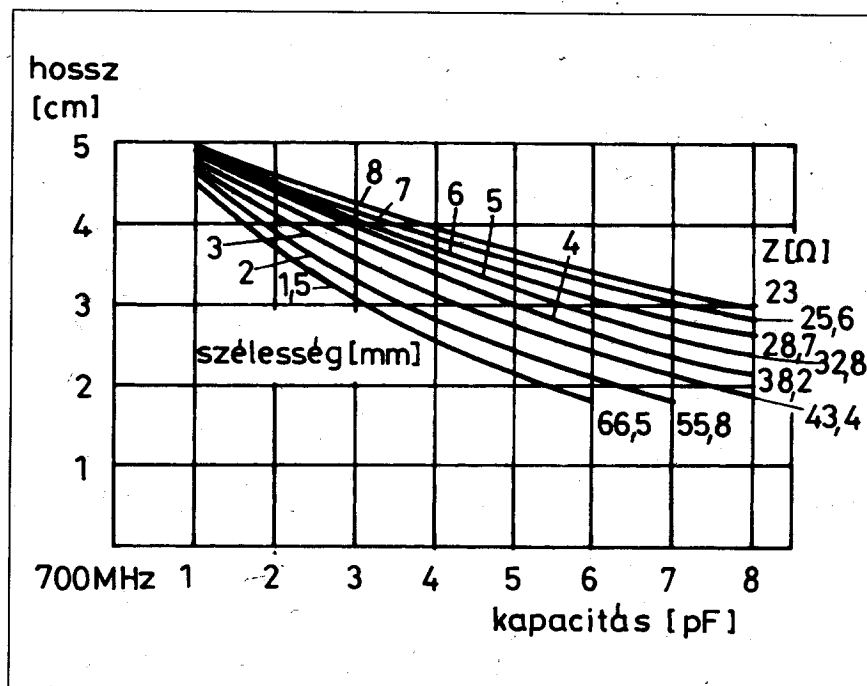
Méretezzünk teljesítményosztót. A teljesítményosztó Wilkinson hibrid,



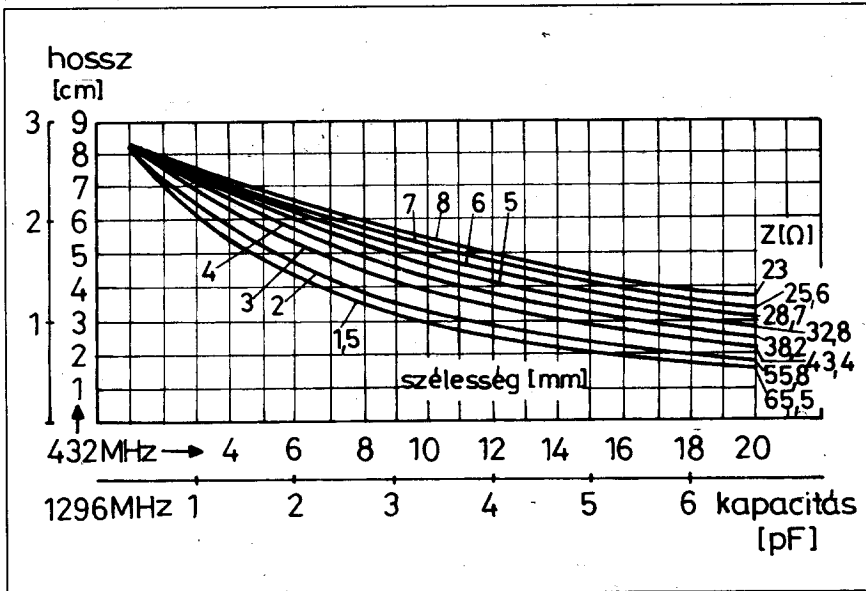
11. ábra.  $\lambda/4$ -es szalagvonalas körök hosszúsága 550 MHz-en a  $Z$  hullámellenállással paraméterezve

ami egyenlő arányban osztja szét a két kimenete között a rákapcsolt adó teljesítményét. A nyáklemez anyaga üvegszálerezésű teflon:  $\epsilon_r = 2,55$  és a vastagsága  $h=2$  mm. Milyen szélesnek kell lennie az illesztést végző szalagvonalnak?

A feladatot  $50 \Omega$ -os rendszerben oldjuk meg. Az osztó felépítését a 14. ábra mutatja. Az ábrából jól látszik, hogy a B és a C kimenetet az A bemenettel egy-egy  $\lambda/4$  hosszúságú illesztővonal köti össze. Az egyes impe-



12. ábra.  $\lambda/4$ -es szalagvonalas körök hosszúsága 700 MHz-en a  $Z$  hullámellenállással paraméterezve



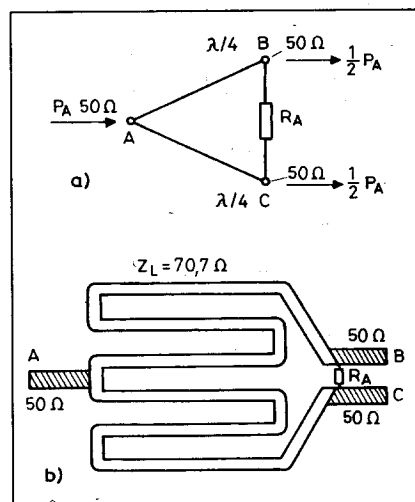
13. ábra.  $\lambda/4$ -es szalagvonalas körök hosszúsága 432 MHz-en és 1296 MHz-en a  $Z$  hullámellenállással paraméterezve

danciaillesztő szakaszoknak az  $50 \Omega$ -os lezáró (terhelő) impedanciát  $100 \Omega$ -ra kell feltranszformálni, mivel a két vonal az A ponton paralel kapcsolódik. Ez

$$Z_T = \sqrt{100 \cdot 50} = 70,7 \Omega$$

hullámellenállású vonalakkal lehetséges.

Ezt a hullámellenállás értéket a 6. ábrán lévő görbeseregéből az  $\epsilon_r = 2,55$



14. ábra. 2 m-es amatőrsávra méretezett teljesítményszórtó vázlatos rajza (a), nem mérethelyes realizált formája (b)

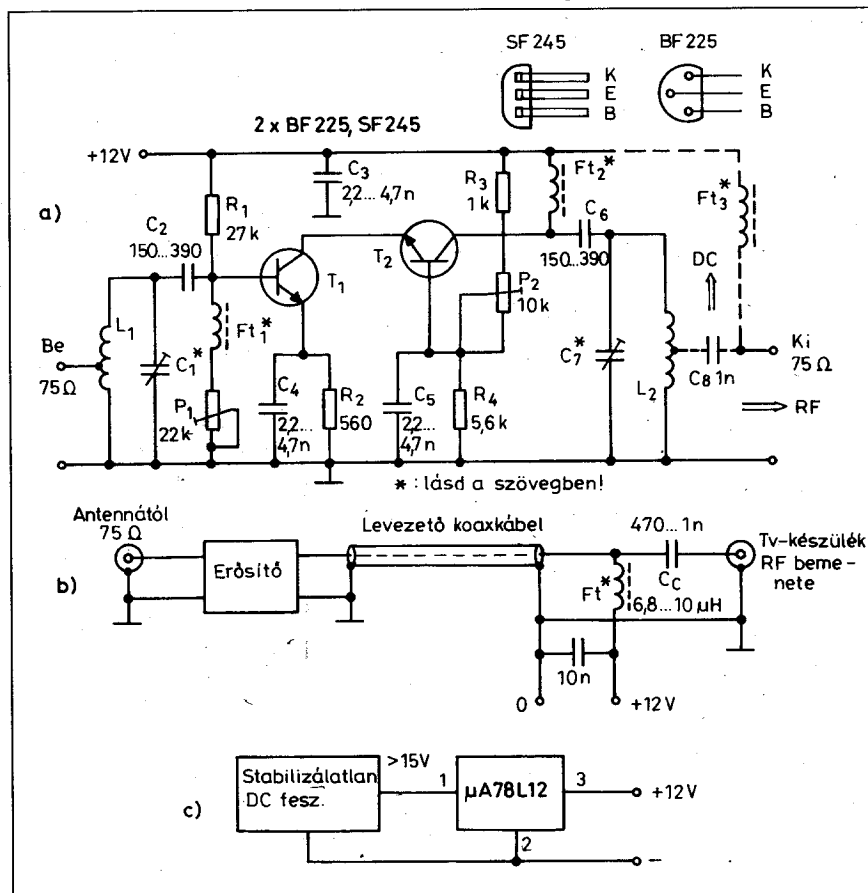
görbével hozzuk metszésbe. A metszéspontot levetítjük a vízszintes tengelyre, ahol a  $b/h$  hányados van felvéve (vigyázat, mert mindkét tengely logaritmikus léptékű).

Esetünkben  $b/h = 1,7$ , ebből a szalagszélességre  $b = 3,4$  mm adódik. Most már csak a transzformáló vonalak hosszát kell kiszámítani az

$$l = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{r_{eff}}}} \cdot \frac{1}{4}$$

képlettel ( $\lambda_0$  a szabadtéri hullámhossz).

Méretezzük ugyanezt a Wilkinson teljesítményszórtót a 2 m-es amatőrsávra, 1,6 mm-es üvegszálak nyáklemezben. A méretezéshez most a 6. ábra görbéi közül az  $\epsilon_r = 4,8$  görbét kell választanunk. A metszéspontot a vízszintes tengelyre levetítve  $b/h = 1$ , amiből a szalagszélességre  $b = 1,55$  mm adódik. (Itt „h” alatt a nyáklemez vastag-



15. ábra. Több VHF sávban alkalmazható csatornaszelektív erősítő elvi kapcsolása (a), táptáplált változata (b) és tápfeszültségének stabilizálása (c). Minden ellenállás 0,25 W-os fémréteg, a fojtók:  $l = 14$  mm,  $\Phi 1,6$  mm, 25 menet  $\Phi 0,2$  mm-es CuZ huzalból, a kondenzátorok kerámia, tárcsa típusok

ságából levonva a kétszeres fóliavastagságot értjük; a diagramokat – ahol a b/h szerepel – ennek figyelembevételével kell használni!

Nyáklemezgyártó cégek katalógusaiban a fóliavastagságok adva vannak, és ezt mint paramétert meg kell adni.) Utolsó lépés: az illesztő vonalak hosszának kiszámítása az

$$l = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{r, \text{eff}}}} \cdot \frac{1}{4}$$

képlettel, ez esetünkben  $l = 27,7$  cm.

Ezzel a teljesítményosztó típusal kb. 25% sávzélességet érünk el, ha 20 dB elválasztási csillapítást irányozunk elő a két kimeneti kapu között.

A méretezési példákban két fajta nyáklemezzel foglalkoztunk – az üvegszálerősítésű teflonnal és az üvegszálalás epoxival –, mivel ez jól tükrözi a hazai viszonyokat és figyelembe vettük az amatőrök helyzetét is.

A kisvesztésű és 100 Ω feletti hullámellenállású szalagvonalakhoz az üvegszálerősítésű teflont ajánljuk. A nyáklemezek árát az anyag minősége befolyásolja. Ez utóbbi  $\epsilon_r$  szórását jelenti a gyakorlatban.

Folírozott lemezt gyártó cégek  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$  és  $\pm 20\%$  tűrésű értéksorral állítanak elő kétoldalon folírozott lemezeket.

A felhasználásra kerülő folírozott lemezek jó mechanikai szilárdsággal, jó feldolgozhatósággal kell rendelkeznie és elektromos szempontból kisvesztésűnek kell lennie ( $\text{tg } \delta \leq 10^{-3}$ ).

$\epsilon_r$ -nek frekvenciafüggetlennek kell lennie, különben az áramkörök tervezése nem lesz kézben tartható. A gyakorlatban használatos anyagokra  $f \leq 10$  GHz-ig ez fennáll. Itt jegyezzük meg, hogy az üvegszálalás nyáktól 2 GHz feletti frekvenciákon már nem alkalmazzák.

Ha a 14.b ábrát megnézzük, akkor azt látjuk, hogy a  $\lambda/4$  hosszú transzformáló vonalak meanderes (hajtogatott) kialakításúak. Az ilyen konfiguráció esetén arra kell ügyelni, hogy ne alakuljon ki káros csatolás az egymással párhuzamosan futó szalagvonalak között. Ez akkor nem tud kialakulni, ha a mikrosztripp  $Z \leq 60$  Ω hullámellenállású és a szomszédos szakaszok között legalább 3...4 b távolság van. Ha  $Z \geq 70$  Ω, ebben az esetben 5...10 nek megfelelő távolságot kell tartani a párhuzamosan futó szakaszok között. A miniatürizálás során elkerülhetetlen

a nemkívánatos csatolás fellépése. Ekkor el kell dönteni, hogy a nagy- vagy kisimpedanciás csatolás engedhető meg és milyen mértékben.

## Erősítőkapcsolások

### Több sávra hangolható erősítő

A 15. ábrán több sávban működőképes, csatornaszelektív erősítőkapcsolást látunk. A kétfokozatú erősítő kaszkód (földelt emitteres + földelt bázisú) kapcsolású, amely egyszerre két előnyös tulajdonságot is egyesít magában: a nagy teljesítményerősítést és a magasabb határfrekvenciát.

Nagyfrekvenciás erősítőknel közismert dolog, hogy a kimenet visszahat a bemenetre. Ezt a gyakorlatban árnyékoló lemez alkalmazásával küszöbölik ki. Itt erre most nincs szükség, mert a földelt bázisú kapcsolásban dolgozó második fokozat bázisa nagyfrekvenciásan földelve van. A kapcsolat másik sajátossága, hogy a bemeneten és a kimeneten levő párhuzamos rezgőkör indukzív tagja szalagvonalas kialakítású.

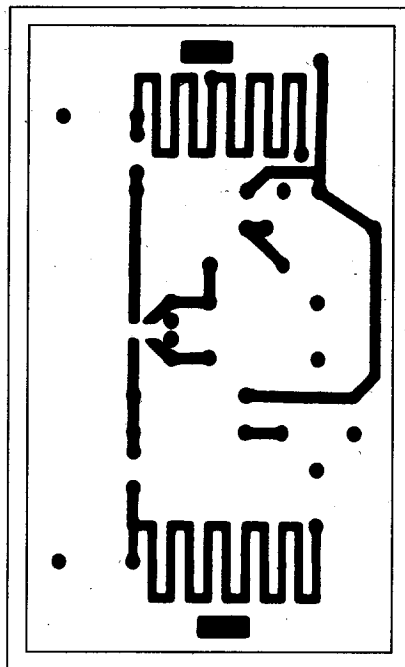
A kapcsolat a következőképpen működik: a bemeneti rezgőkörre kerülő nagyfrekvenciás jel a középleágazású  $L_1$  (autotranszformátoros megoldás) tekercsről a  $C_2$ -n keresztül rákerül a  $T_1$  bázisára. Ebben a fokozatban történik

tulajdonképpen a bejövő jel felerősítése. A második fokozat végzi a „leárynyékolást”, ami egyúttal a stabil működés feltétele (nincs kedvezőtlen visszahatás). A  $T_2$  kollektoráról  $C_6$  csatoló kondenzátoron keresztül a felerősített jel rákerül a kimeneti rezgőkörre. Ugyanúgy mint a bemeneten, itt is autotranszformátoros megoldású a jel kicsatolása.  $C_1$  és  $C_7$  kerámia trimmerkondenzátorokkal állítjuk be a venni kívánt csatornát. Az erősítő +12 V-os stabilizált tápfeszültségről üzemel.  $T_1$  tranzisztor  $T_2$ -vel egyenáramúlag (a táplálás szempontjából) sorba vannak kapcsolva.

Az áramkör akkor van jól beállítva, ha a két tranzisztoron kb. azonos a feszültségesés, ezért 5...5,5 V között legyen  $U_C = U_{E_2}$ -n mérhető feszültség értéke.  $T_1$  tranzisztor bázisának feszültségét változtatható feszültségosztóval állítjuk be, jelen kapcsolatban  $P_1$  potenciométerrel.  $F_{T_1}$  fojtónak gerjedésgátló szerepe van.  $C_4$  kondenzátor nagyfrekvenciásan hidegíti  $R_2$  emitterellenállást.  $T_2$  szintén egy feszültségosztóról kapja a működéshez szükséges feszültséget, melyet  $P_2$  potenciométerrel állítunk be az optimális értékre (ha például 6 V-ra állítjuk értéket, ekkor majdnem 1 dB-lal csökken az erősítés és a sávzélesség megnövekszik).  $C_5$   $R_4$  bázisellenállást hidegíti nagyfrekvenciásan,  $C_6$ -on keresztül az RF jel rákerül a kimeneti rezgőkörre.  $C_6$ -nak egyenfeszültség leválasztó szerepe is van.  $F_{T_2}$ -nek kettős a feladata: egyrészt a tápfeszültség hozzávezetése  $T_2$  kollektorára, másrészt a tápegység felől jövő nagyfrekvenciás zavarokat  $C_3$ -mal együtt kiszűri. Az erősítő elkészíthető helyi és távtáplálással. Távtáplált esetben az áramkört ki kell egészíteni egy leválasztó kondenzátorral és egy fojtóval (lásd a 15.a ábrát). Távtáplálás gyakorlati példájának a 15.b ábra szerinti változatot alkalmazzuk.

Az előbbieken már említettük, hogy az erősítő több sávban is üzemeltethető, ha megfelelő értékeket választunk a  $C_1$  és  $C_7$  kondenzátorokra, a táblázatban közölteknek megfelelően.

**Az áramkör elkészítése.** Az erősítőt kétoldalasan folírozott, 1,5 mm vastagságú, üvegszálalás epoxi lapra építjük. A nyomtatási rajz a 16. ábrán látható. Elsőként a nyák méreteinek megfelelő, 0,3...0,5 mm vastagságú, önozott vaslemezről készített dobozra felforrasztjuk a koaxiális csatlakozókat.



16. ábra. Az erősítő fóliarajza,  $M 1:1$

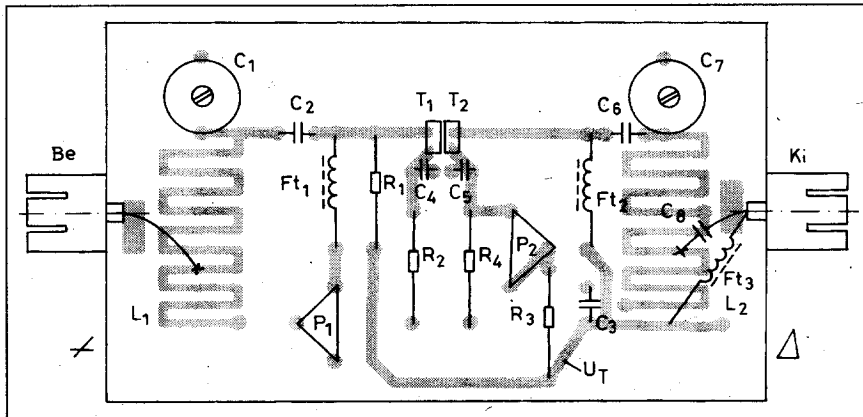
C <sub>1</sub> =C <sub>7</sub>	6...25 pF	144 MHz-es amatőrsáv, VHF III: 174...230 MHz
	8...40 pF	URH FM felső sáv: 100 MHz...108 MHz, 144 MHz-es amatőrsáv VHF III Q9-es csatorna
	10...60 pF	URH FM: 87,5...108 MHz, 144 MHz-es amatőrsáv, VHF III: O6-os csatorna

A kimaratott, kifűrt nyákot a doboz aljától számítva kb. 10 mm-nyi távolságban beforrasztjuk a dobozba. A nyáklapra ezután ültessük be az egyes áramköri elemeket. Elsőnek a tranzisztorokat helyezük be (álló helyzetben, minimális lábhosszakkal), majd az ellenállásokat, fojtókat, kerámia trimmerek, kondenzátorokat, legutoljára a két potenciométert. (Ettől a sorrendtől el lehet térni, de a könnyebb beforrasztás érdekében a potikat hagyjuk utoljára.) A beültetett áramkört a 17. ábrán látjuk. A nyákon látható egyedüli forrsemek földelési pontok; L<sub>1</sub> és L<sub>2</sub> végén látható forrsemeken dugjunk át 0,6...0,8 mm-es ónozott rézhuzaldarabkát, majd forrasszuk oda mindkét oldalról. A teljesen beültetett áramkört először egyenáramúlag ellenőrizzük. Jól működő példánynál az alábbi értékek mérhetők:

U <sub>t</sub> = 12 V		
T <sub>1</sub>	U <sub>B1</sub> = 1,66 V U <sub>E1</sub> = 0,96 V	I <sub>C1</sub> = I <sub>E2</sub> ≈ 2 mA
T <sub>2</sub>	U <sub>E2</sub> = U <sub>C1</sub> = 5,1 V U <sub>B2</sub> = 5,75 V	

Természetesen ezek az adatok irányértékek, az alkatrészszórást és a tranzisztorpéldányok közötti eltérést figyelembe véve egy-két tized voltos eltérés megengedhető. A beültetési rajzon L<sub>1</sub>-en és L<sub>2</sub>-n x-szel megjelölt ponton történik a bemenet és a kimenet összekötése galvanikusan (1 mm-es ónozott vagy ezüstözött huzaldarabbal).

Az erősítő nagyfrekvenciás bemérése vobulátorral, hálózatanalizátorral vagy tv-készülékkel történhet. Műszeres bemérésnél a C<sub>7</sub> trimmerrel a kívánt csatornára állunk, ezután C<sub>1</sub>-gyel maximális átvitelre hangolunk. Ezzel tulajdonképpen megtörtént az erősítő bemérése. Ha nem áll rendelkezésünkre



17. ábra. Az erősítő beültetési rajza

re a beállításhoz szükséges mérőműszer, akkor a tévékészüléket használjuk mérőműszernek. Ilyen esetben a két trimmert addig hangoljuk felváltva az adott csatornára, amíg a legjobb képet nem kapjuk.

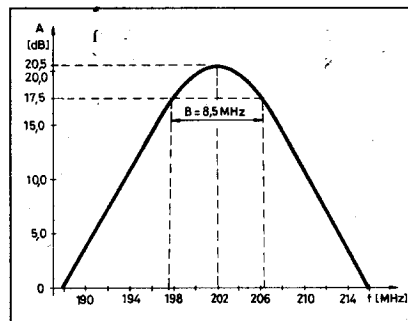
A csatornaerősítő átviteli karakterisztikája a 18. ábrán látható.

Alkalmazását tekintve még megjegyezzük, hogy a 2 m-es amatőrsávban minden egyéb módosítás nélkül használható.

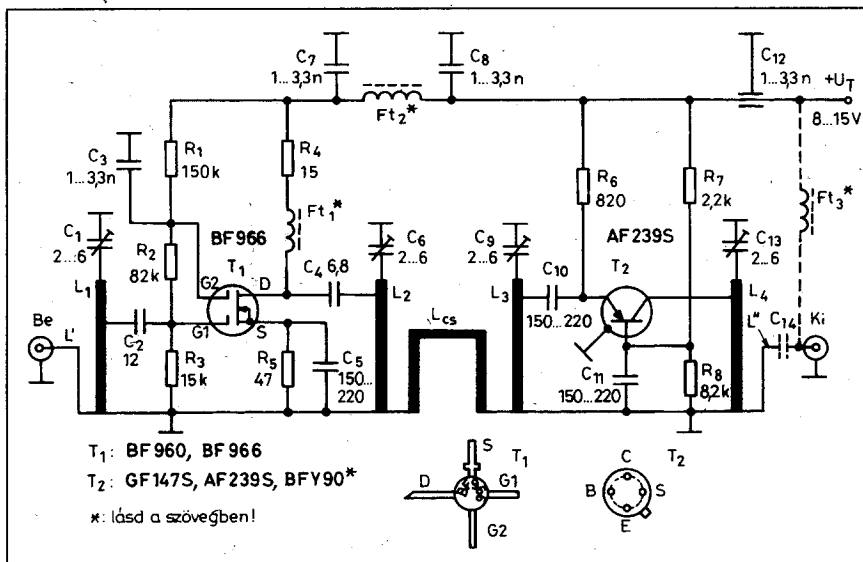
Ebben a frekvenciatartományban az elérhető maximális erősítés 21 dB körüli. Mivel kisszintű jelek erősítéséről van szó, ezért a tranzisztorok a zajminimumhoz tartozó munkapontba lettek beállítva. (Az elkészítés során gondoskodnunk kell az időjárásvédett kivitelről, mert szabadtérben üzemel a szerkezet.)

### Szelektív erősítő

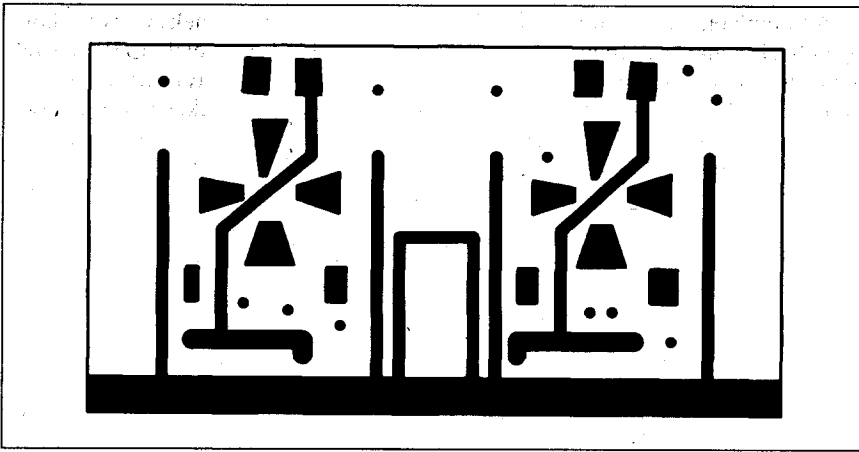
-A másik szelektív erősítő az UHF tartomány tv IV/V. sávjára készült, mint csatornacsoport erősítő. Az erősítő elektromos elvi kapcsolása a 19. ábrán látható.



18. ábra. Az erősítő erősítése a frekvencia függvényében



19. ábra. UHF sávú erősítő elvi kapcsolása a tv IV/V sávra. Minden ellenállás 0,25 W-os fémréteg, a fojtók: l=14 mm, Ø1,6 mm 25 menet Ø0,2 mm-es CuZ huzalból, a kondenzátorok kerámia, tárcsa típusok



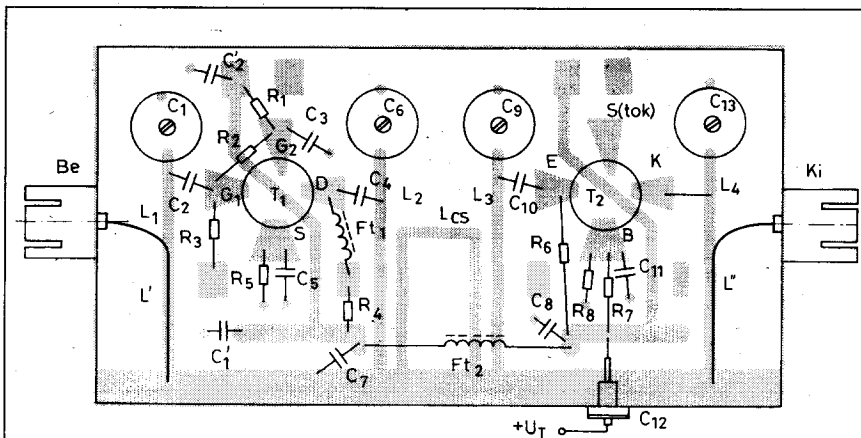
20. ábra. A tv IV/V sávú erősítő fóliarajza, M1:1

A kétfokozatú erősítő első fokozata földelt source-ös kapcsolásban dolgozik. A nagyfrekvenciás jel a bemeneti koaxiális csatlakozóról induktív csatolással kerül a bemeneti rezgőkörre, ahonnan  $C_2$ -vel rákerül a  $T_1$  dual-gate MOSFET  $G_1$  elektródájára. A  $T_1$ -gyel felerősített jelet a drainről a  $C_4$  kondenzátorral csatoljuk a kimenő rezgőkörre. A  $T_1$  MOSFET-nek az egyes elektródái feszültségosztóról kapják a működéshez szükséges egyenfeszültséget. A  $C_2$ -nek a jel becsatolásán kívül feszültség-leválasztás is a feladata. A  $C_3$  nagyfrekvenciásan hidegíti a  $G_2$ -t. Az  $R_4$  és  $R_5$  a munkaponti feszültséget állítja elő a D és S elektródák számára. Az  $Ft_1$ -nek gerjedésgátló szerepe van, a  $C_5$  hidegíti  $R_5$ -ös source-ellenállást. A  $C_{10}$ -nek még egyenfeszültség leválasztó szerepe is van. A  $T_2$  emitterének munkaponti egyenfeszültségét az  $R_6$ -tal, míg ugyanezen tranzisztor bázisfeszültségét  $R_7$ ,  $R_8$  feszültségosztóval állítjuk be. A  $C_{11}$  a feszültségosztó alsó tagját ( $R_8$ ) nagyfrekvenciásan hidegíti.

A következő fokozatra az RF jel induktív csatolással kerül a bemenetén lévő rezgőkörre. A második fokozat földelt bázisú kapcsolás, így kapcsolástechnikailag megoldott, hogy ármékölő lemez nem szükséges. Ennek a fokozatnak az emitterére a  $C_{10}$ -en keresztül kerül az erősítendő hasznos jel. A  $T_2$  kollektora galvanikus kapcsolatban van a kimeneti rezgőkörrel. A kimeneti körrel a jelet szintén induktív csatolással juttatjuk az erősítő kimeneti csatlakozójára. A rezgőkörök induktív tagjai, továbbá a két fokozat közötti csatoló induktivitás szalagvonalas technikával lettek kivitelezve.

Az erősítő elkészítése. Az áramkör fóliarajzolata a 20. ábrán látható. A nyáklemez másik oldala telefólia. A nyomtatási rajzon látható teleszemek a földelési pontok. Az elkészített nyákot a földelési pontokon kifúrjuk. A trim-

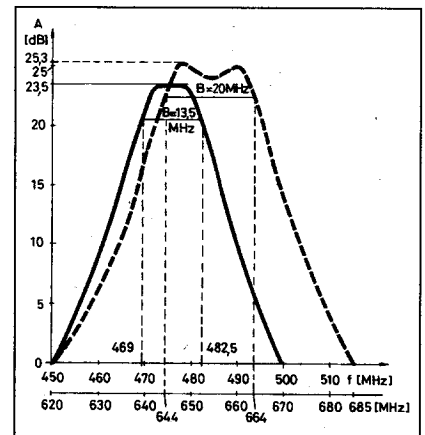
lítás szerepe van, a  $C_5$  hidegíti  $R_5$ -ös source-ellenállást. A  $C_{10}$ -nek még egyenfeszültség leválasztó szerepe is van. A  $T_2$  emitterének munkaponti egyenfeszültségét az  $R_6$ -tal, míg ugyanezen tranzisztor bázisfeszültségét  $R_7$ ,  $R_8$  feszültségosztóval állítjuk be. A  $C_{11}$  a feszültségosztó alsó tagját ( $R_8$ ) nagyfrekvenciásan hidegíti.



21. ábra. Az erősítő beültetési rajza

mereknek külön két földelő furatot készítünk. A nyáklemez méretének megfelelő doboz anyaga 0,3...0,5 mm-es ónozott vaslemez lehet. A doboz rövidebbik oldalán a koaxiális csatlakozó méretéhez illeszkedően középen furatot készítünk. Ezután a két csatlakozót ráforrasztjuk, majd a nyáklemezt beforrasztjuk a dobozba. Az alkatrészeket (aktív, passzív) forrasztjuk be utolsónak, minden építőelemet rövid kivezetésekkel.

A kétfokozatú erősítő beültetési rajza a 21. ábrán látható. A beültetési rajz és az elvi kapcsolás között eltérés van. Most ezekre az eltérésekre térünk ki. A 19. ábrán látható elvi kapcsolás a távtáplált változatot is mutatja, ekkor



22. ábra. A kétfokozatú erősítő erősítés karakterisztikája. A IV. sávra folytonos, az V. sávra szaggatott vonallal ábrázolva

szükséges a  $C_{14}$  és az  $Ft_3$ . Ha helyi táplálást választjuk, akkor a  $C_{12}$  átvető kondenzátoron keresztül jut el az erősítőhöz a tápfeszültség. Ebben az esetben a  $C_{14}$ ,  $Ft_3$  szűrőláncra nincs szükség, ezért a kapcsolási rajzon szaggatott vonallal jelöltük azokat. A tápfeszültség további szűrését végzi a  $C_7$ - $Ft_2$ - $C_8$  lánc. A beültetési rajz a helyi táplálást ábrázolja. Itt további két tápfeszültséget szűrő kondenzátor látható: a  $C_1'$  és  $C_2'$ . Ha jobban megnézzük az erősítő tápellátásának kialakítását, akkor az a hosszú szalagvonal egy nagyfrekvenciás fojtónak felel meg, így a  $C_1'$ - $C_2'$  fojtószakasz egy újabb nagyfrekvenciás szűrészt végez a tápfeszültségen. Ezzel a megoldással az erősítő működését a tápfeszültségen keresztül érkező nagyfrekvenciás zavarhatásokkal szemben még védettebbé tesszük.



A beültetett áramkörre kapcsoljuk rá a 12 V-os tápfeszültséget. Első lépésben az erősítő fokozatainak egyenáramú működését ellenőrizzük. Jó működés esetén az alábbi feszültségek mérhetők, ha  $U_t = 12$  V:

T <sub>1</sub>	U <sub>S</sub> = 0,64 V, U <sub>D</sub> = 11,78 V, U <sub>G<sub>1</sub></sub> = 0,71 V, U <sub>G<sub>2</sub></sub> = 4,58 V	I <sub>D</sub> = 14,5 mA
T <sub>2</sub>	U <sub>E</sub> = 10,02 V, U <sub>B</sub> = 9,65 V, I <sub>E</sub> = 2,5 mA	

Az egyenáramú adatoknál 10%-os lehet az eltérés, az alkatrészek szórása miatt. A T<sub>2</sub> helyén AF239S germánium tranzisztort alkalmaztunk, mivel ennél a típusnál a zajminimumhoz és a maximális erősítéshez tartozó munkapont egybe esik, valamint kisáramú beállítást kíván. A kis fogyasztás teleses táplálásnál előnyös.

Ha a T<sub>2</sub> helyén Si-tranzisztort használunk (pl. BFY90-et), akkor a feszültségszótát át kell méretezni.

Az egyenáramú ellenőrzés után következik az erősítő nagyfrekvenciás beállítása, melyet csak vobulátorral lehet elvégezni.

Az erősítő behangolását a C<sub>2</sub> és C<sub>3</sub> trimmerrel kezdjük el. Ha a két hangolóelem egymáshoz képest nagyon elállított helyzetben van, akkor a karakterisztikán előáll egy gerjedésre utaló „tüske”. Többfokozatú, hangolt erősítőknél a széthangolt állapotra utal ez a jelenség. Váltott hangolással a „tüske” nagysága kezd csökkenni, majd teljesen eltűnik. Ekkor vált stabilá a működés nagyfrekvenciás szempontból. Más megfogalmazásban ez azt jelenti, hogy az erősítő meghatározott impedanciák között stabilan működik. Ezután a C<sub>1</sub> és a C<sub>4</sub> trimmer-kondenzátorok váltogatott állításával beállítjuk a maximális erősítést.

A kétfokozatú erősítő erősítés-karakterisztikája a 22. ábrán látható.

A finomhangolást a trimmerek váltogatott állításával végezzük el. A bemeneten levő l=30 mm-es hosszúságú huzaldarab helyzetét óvatosan, egy műanyaglemezzel változtassuk, és ahol az erősítés maximumot mérjük, abban a pozícióban hagyjuk az L' csatoló tagot, amely egy 0,6...0,8 mm átmérőjű ónozott vagy ezüstözött rézhuzal. Ezt az L<sub>1</sub> szalagvonalas induktivitás fölé úgy helyezzük, hogy a szalagvonal középvonalába kerüljön.

Az erősítő kimenetén levő, 30 mm-re lesabott, kicsatoló huzaldarabkát, L"-t L<sub>4</sub>-hez addig közelítjük, míg az optimális erősítést elérjük. Kontrollként C<sub>1</sub>...C<sub>4</sub> hangolóelemekkel újból ellenőrizzük az átviteli görbét. A jelet be- és kicsatoló kondenzátoroknak a szalagvonalon levő távolságukat a trimmerekhez viszonyítva változtassuk. A távolságok, a trimmerekétől mérve, a következők a megépített példányon:

C<sub>2</sub> egyik kivezetése C<sub>1</sub>-től 6 mm-re van L<sub>1</sub>-re forrasztva,

C<sub>4</sub> egyik kivezetése C<sub>6</sub>-tól 10 mm-re van L<sub>2</sub>-re forrasztva,

C<sub>10</sub> egyik kivezetése C<sub>9</sub>-től 8,5 mm-re van L<sub>3</sub>-ra forrasztva.

A T<sub>2</sub> kollektora galvanikusan kapcsolódik L<sub>4</sub>-hez, melyet egy 8...10 mm hosszúságú 0,6...0,8 mm vastag ónozott vagy ezüstözött rézhuzalal hozunk létre. Ennek a helye L<sub>4</sub>-en C<sub>13</sub>-tól 9 mm-re van. Ezek a távolságadatok irányértékként szolgálnak.

A 22. ábrán látható erősítés-karakterisztikát két sávban vettük fel. A tv IV. sávra (21. csatorna) vonatkozik a folytonos vonallal ábrázolt, a tv V. sávra érvényes a szaggatottan jelölt görbe (43. és 44. csatorna). Ha a hangolási tartományt a tv V. sávban 790 MHz-ig szeretnénk kiterjeszteni, akkor a trimmereknek 0,8...1 pF kezdő kapacitású kondenzátorokat válasszunk.

A 22. ábrán látható karakterisztikák között eltérés látható ugyanazon tápfe-

szültség mellett. Ennek az az oka, hogy a magasabb frekvenciákon (IV. sáv felső tartománya, V. sáv) a trimmereket a kisebb kapacitásértékek felé kell állítani, így csökkennek a veszteségek. A kerámiatrimmereknek az UHF sávban nagyobb a veszteségük, mint a légtrimmereké. Légtrimmerekkel nagyobb jóságú rezgőköröket lehet ebben a sávban megvalósítani.

Ha BF966 helyett BF960-at építünk be, akkor kb. 1 dB-es erősítés-csökkenéssel lehet számolni. Mivel kisszintű jelek erősítéséről van szó, ezért mindkét tranzisztort a zajminimum munkapontban üzemeltetjük. Ha a tápfeszültséget 8 V-ra állítjuk, akkor az erősítés 18–20 dB-re csökken és utánhangolást nem kell végezni a 12 V-os feszültségnél történt beállításhoz képest.

A 18 dB-es érték a tv V. sávra vonatkozik, míg a nagyobb érték a tv IV. sávra. 15 V-os tápfeszültség esetén a maximális erősítés 28 dB a tv V-os sávban, itt utánhangolásra volt szükség a nagy belógás miatt (2 dB) és az ebből adódó nagy sávzsélesség miatt. Ugyanennél a tápfeszültségnél a tv IV-es sávban 25 dB-es erősítést lehetett elérni, utánhangolás nélkül. Az előbb említettek a kapcsolási rajzon látható elemértékek mellett érvényesek.

Ha a távtáplált változatot választjuk, akkor ezt a 17.c ábrának megfelelően alakítsuk ki.

Az erősítőt a stabil, jó működés érdekében stabilizált tápfeszültségről kell üzemeltetni!

#### Irodalom:

1. Funkamateur 8/82. Streifenleitungstechnik-Variante zur Verwirklichung von Amateurnprojekten im UHF-Bereich, 395-399. oldal
2. Das Elektron, Heft 3/4, 5 1981. Streifenleitungstechnik, 99-101. oldal és 137-139. oldal
3. dr. Kása István: Mikrohullámú integrált áramkörök, Műszaki Könyvkiadó 1978.
4. dr. Kovács Ferenc: Félvezetők nagyfrekvenciás alkalmazása, Műszaki Könyvkiadó 1973.
5. dr. Mojzes Imre: GaAs alapú monolit integrált áramkörök, Műszaki Könyvkiadó 1988.
6. Bus László: TV átjátszóban alkalmazott kis és közepes teljesítményű koaxiális transzformátorok és elosztók, Híradástechnika 1983/7.

**etalon** Forrasztástechnika, Elektronika, Szerszámok Kis- és Nagykereskedelme

2000 **Weller** forrasztástechnika

**ROSI** kéziszerszámok

**METEX** multiméterek, oszcilloszkópok

**triplex** nyárfűrészek és tartozékok

**PANAUSE** műszerész satuk

1139 Budapest, Gömb u. 30. Tel./Fax: **329-6453; 350-4326** E-mail: [azetalon@mail.mata.v.hu](mailto:azetalon@mail.mata.v.hu)

# „SM-2000” URH rádióállomás

Horváth Péter híradástechnikai mérnök, HA8RM

*Tapasztalatom szerint a 2 m-es rádióamatőrsáv alsó tartománya (a téli holszezont leszámítva) egyre népe-  
sebb. Hazai és külföldi rendezésű ver-  
senyek, aktivitási napok, hasznos QSO  
partyk várják a tapasztalatszerzésre  
vágó, kísérletező kedvű rádiósokat. Az  
RH-s és az URH-s táborok közötti  
presztízsharc csökkenőben van, szíve-  
sen nyit mindkét fél a másik irányába.*

*A mostani cikketem azon RH adó-  
vevővel rendelkező rádióamatőr társa-  
imnak ajánlom, akik a – hazai viszony-  
latban – közepesnél jobb technikával  
szeretnének dolgozni, és e kategóriába  
tartozó drága, gyári berendezések vá-  
sárlása helyett a konverterépítést vá-  
lasztják.*

*A minőségi munkához csak kiváló  
minőségű 28 MHz-es RH alaprádiót  
szabad használni! Nálam IC-735 mű-  
ködik, aminek vétel oldalán jó a dina-  
mikája, alacsony a saját zaja és kis-  
szintű adókimenettel is rendelkezik.  
Természetesen más típusú rádiók is al-  
kalmazhatók, de az említett három kri-  
tériumnak feleljenek meg! Pass Band  
Tuning, IF shift, CW szűrő, két VFO,  
stb. csak megkönnyíti a forgalmazást,  
de nem ezek a legfontosabbak!*

## „SM-2000” adó-vevő konverter

Az 1. ábrát figyelmesen átnézve kiderül, hogy a szokásos fokozatokból épül fel a konverter, a kor technikai fejlődését hűen tükröző áramköri megoldásokkal.

A 2. ábrán részletesen nyomon követhetjük az áramkörök működését.

Vételnél a J<sub>1</sub> antennaátkapcsoló reléről a CF300-zal felépített kiszajú előerősítőre kerül a 144 MHz-es bemenőjel. A GaAs FET szélessávú, bifiláris transzformátorra dolgozik, ami a nagyjelű viselkedését jelentősen javítja a hangolt drainkörös megoldással szemben. Mivel az előkörü rezgőkör nem rendelkezik megfelelő szelekcióval, az előerősítő és a keverő közé bekerült egy induktív csatolású sávszűrő, melynek sávzélessége kb. 2 MHz.

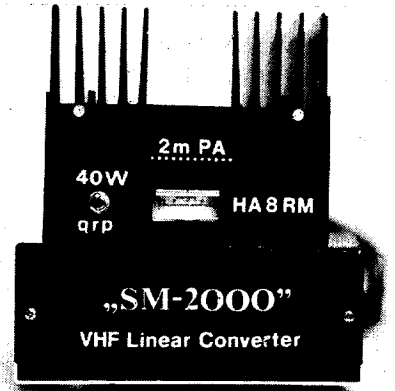
A sávszűrő második tagjáról impedanciahelyesen a vevő DBM-re kerül a sávhatárolt bemenőjel és a J<sub>2</sub> relé felől érkező 116 MHz-es oszcillátorjel.

A keverő kimenetét a nagyáramú, földelt gate-es beállításban dolgozó U310 jFET szintemelő erősítő zárja le, melyről  $\pi$ -szűrőn áthaladva az alapvevőre kerül a kikevert 28 MHz-es jel.

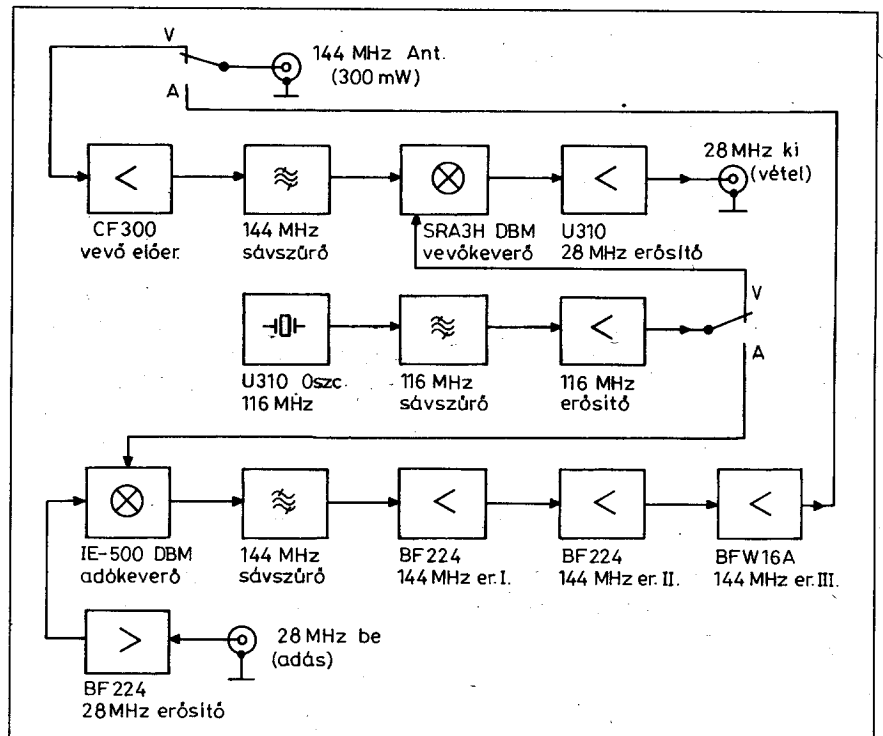
Adásnál a PTT vezérlés hatására meghúzza a J<sub>3</sub> jelfogó és a 12 V-os tápfeszültséget a vevőről az adó fokozataira kapcsolja. Ezzel egyidőben az RH rádió adó-vevő kisszintű kimenetéről érkező néhány mV-os jelet a T<sub>8</sub> tranzisztorral felépített szélessávú fokozat erősíti az IE500 számára.

Az adó-keverő másik bemeneti pontjára a J<sub>2</sub> jelfogón keresztül jut a 116 MHz-es oszcillátorjel. A DBM kimenetén lévő felső kapacitív csatolású sávszűrő választja ki a keverési termékek közül a számunkra éppen szükséges 144 ... 146 MHz-es tartományba eső jelet. A rezgőköröknél alkalmazott kapacitív osztóval egyszerűen és impedanciahelyesen csatlakozhatunk mind a DBM-re, mind az azt követő első szinterősítő tranzisztorra.

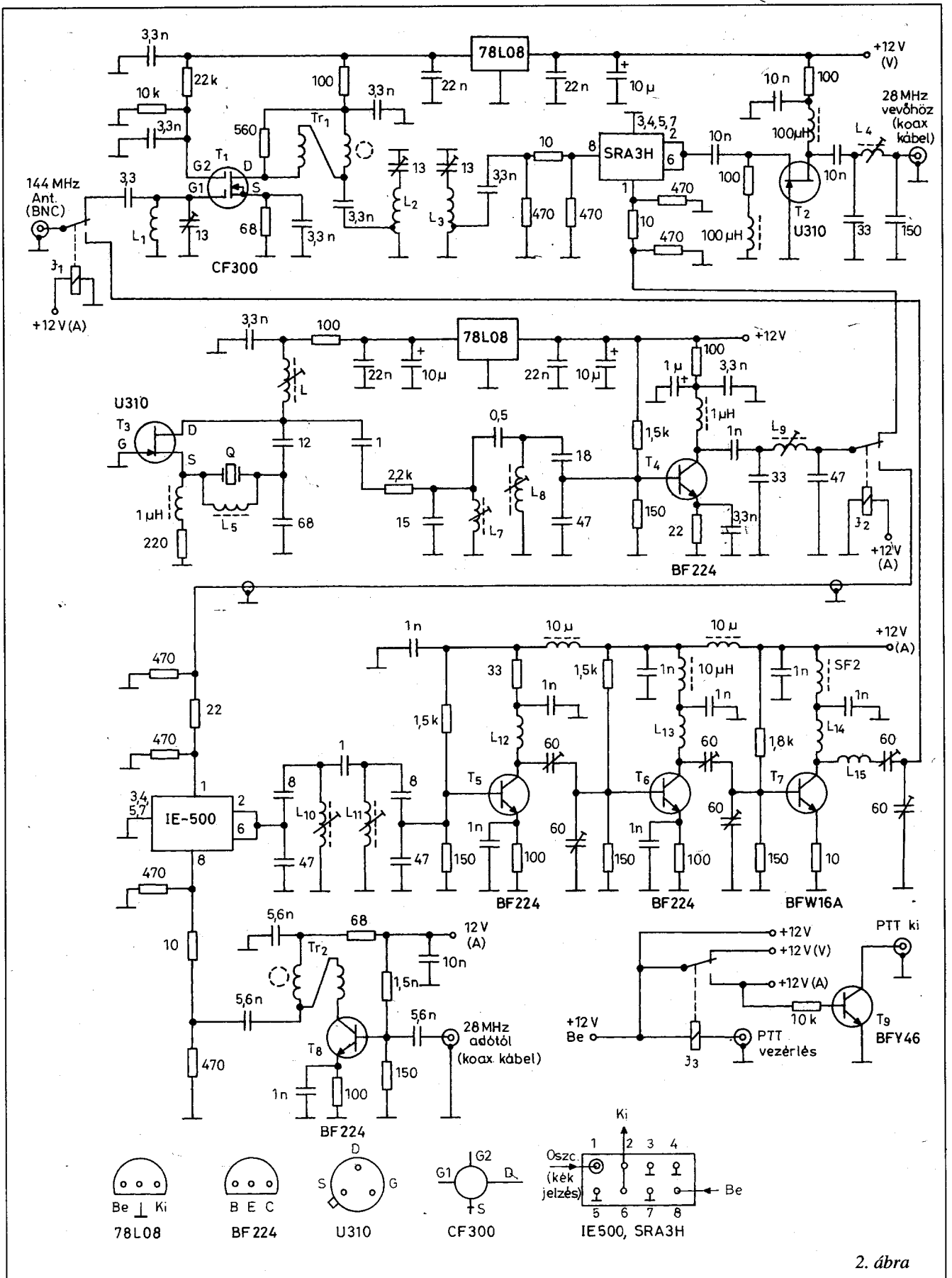
„Jobb helyeken” itt MOSFET-et alkalmaznak, utána pedig egy BFR96



vagy BFW16A tranzisztort, és így érik el a 300...500 mW-ot. Én több adóerősítő fokozatot kipróbáltam (a fent említetten kívül MAR6-8-at, jFET-et, szélessávú nagyerősítésű hibridet, stb.), de egyik gyengébben működött mint a másik. QRP teljesítménnyel dolgozva is időnként gerjedés lépett fel, de külső végfok használatakor mindig. Így egyértelműen bizonyosodott, hogy korszerűség ide vagy oda, a „szuper” félvezetők helyett a jól bevált BF224 tranzistorok jelentik a megoldást. Viszonylag alacsony határfrekvenciával és kicsi erősítési tényezővel rendelkeznek, de jelen esetben pont erre van szükség.



1. ábra



2. ábra

A kellő erősítést (kb. 100-szoros) három fokozat végzi, nem csúcsrajáratva, hanem „visszafogott” módon. Az egyes tranzisztorok hangolt kimenete kapacitív osztóval csatlakozik a következő bázisára. A BFW16A-val felépített végerősítő 300...500 mW között teljesítményt szolgáltat, mely bőségesen elegendő a cikk második részét képező végerősítő teljes kivezérléséhez.

Készülékünk adás és vétel irányú kifogástalan működéséhez a legfontosabb a megfelelő tisztaságú és szintű 116 MHz-es lokáljel. „Apáink” korában a 38,666 MHz-es frekvencia háromszorozása, erősítése, szűrése talán megfelelő megoldás volt, de egy korszerű konverter esetén csak a direkt frekvenciájú 116 MHz-es, jó minőségű kvarckristály jöhet szóba.

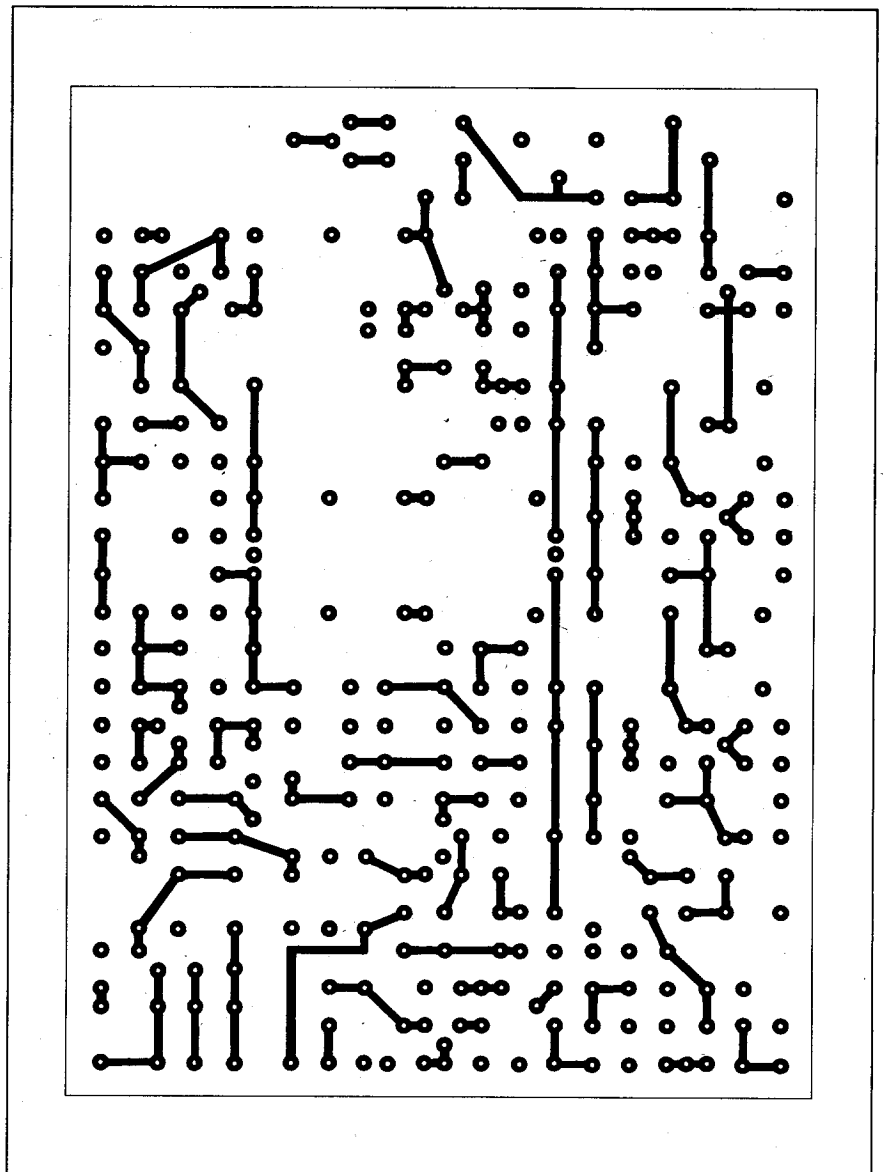
A  $T_3$  jelű földelt gate-es beállításban üzemelő FET a rezgéskeltő aktív eleme. Tápfeszültségét a 8 V-os stabilizátor IC-ről kapja, kimenetéről laza csatolással (1pF, 2,2 k $\Omega$ ) kerül a jel a 116 MHz-es sávszűrőre. A  $T_4$  pozíciójelű tranzisztor a DBM-ek által kívánt szintre erősíti fel a néhány mV-os RF feszültséget. Mivel a jel szétosztása a keverők felé nem passzív ellenállás-hálózaton keresztül és nem is kapcsoló diódákkal történik, felesleges a  $T_4$ -nek többet erősítenie a kelleténél. Bár egy jelfogóval több szükséges, mégis megéri, ugyanis a DBM-ek a lezárásokon keresztül közvetlenül megkapják az előírt feszültséget, amit a BF224 képes is szolgáltatni.

### A konverter szerelése, bemérése

A teljes áramkör (a  $T_9$  et kivéve) egy darab, két oldalon fóliozott nyákra lett felépítve. Ennek rajza a 3. ábrán, míg a beültetési rajz a 4. ábrán látható.

Először a DBM-ek földpontra menő lábait célszerű a „telifóliás” oldalakról beforrasztani, ezután pedig az oszcillátor alkatrészeit.

A beültetés és szerelés ellenőrzése után tápfeszültség alá helyezhető a fokozat. Egyszerű RF-indikátorral vagy fejlettebb műszer (csővoltmérő, oszcilloszkóp) mérőfejével az első sávszűrő meleg pontjára lépve, az  $L_6$  induktivitás vasmagjával be kell állítani a rezgési állapotot. Szerencsés esetben ez pontosan 116 MHz-en történik. Pontatlanabb kristályok (pl.: TESLA) esetében ez néhány kHz-cel eltérhet.  $L_5$  és  $L_6$  induktivitások megváltoztatásával korrigálhatunk a frekvencia értéken egy



3. ábra

kicsit, de vannak kvarcok melyeknél ez nem lehetséges, ugyanis leáll a rezgés. Megoldás: jó minőségű kvarc (pl.: KVG gyártmányú, ára: 25–30 DM) használata, vagy a névlegestől való frekvencia-eltérés beszámítása az üzemelés során.

A sávszűrő, valamint a  $\pi$ -szűrő beállítása az említett mérőműszerek valamelyikével pillanatok alatt megoldható. Bár a mintakészületeknél azonnal beálltak a DBM-ek működésében szükséges előírt feszültségszintek (SRA3H-nál: 1,4 V, IE500-nál: 0,7 V csúcsfeszültség 50  $\Omega$ -on), előfordulhat, hogy a  $T_4$  erősítést változtatni kell az emitterköri komplexum segítségével. A DBM-ek megfelelő lezárására, illesztésére szolgálnak a hozzá kap-

csolódó ellenállások, ezek értékét nem érdemes megváltoztatni néhány mV többletért. Utolsó lépésként ellenőrizzük oszcilloszkóp, frekvenciamérő (esetleg spektrumanalizátor) segítségével a kimenő 116 MHz-es jelet!

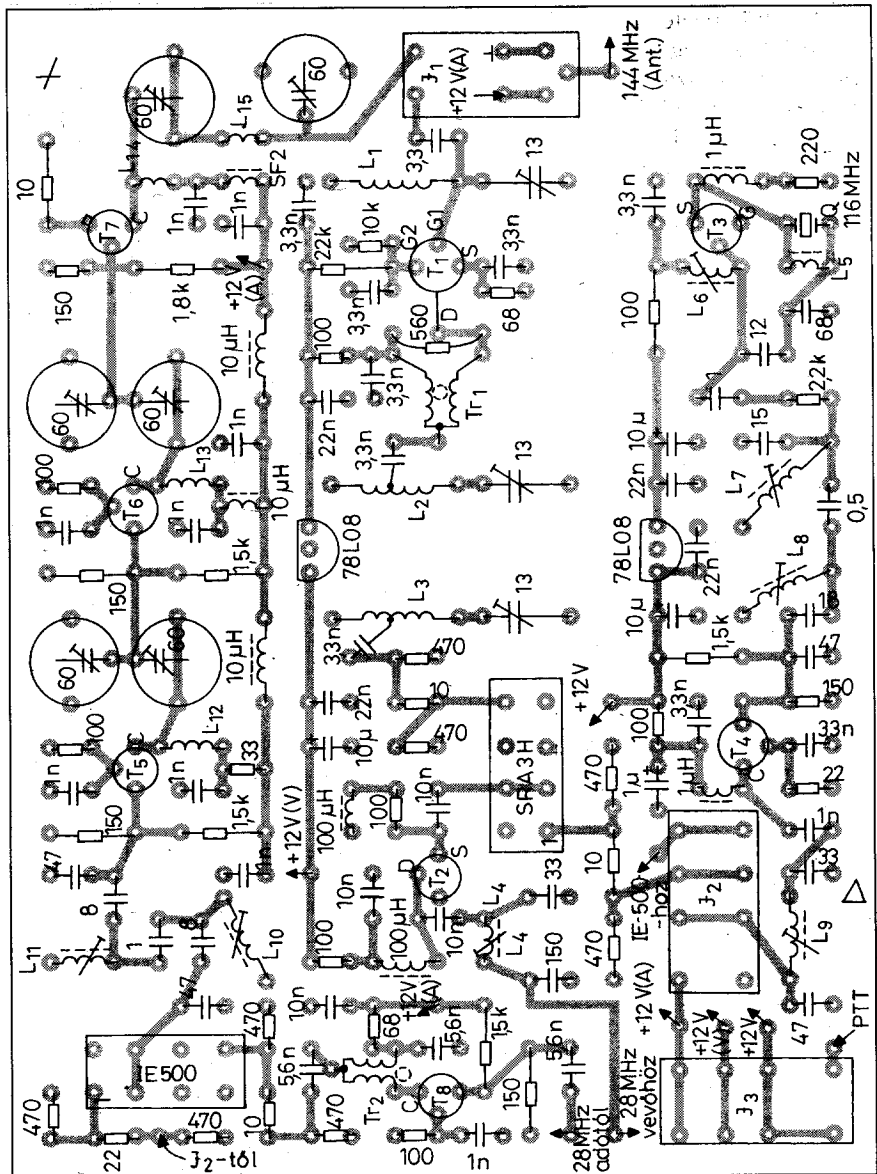
A vevőegység behangolása nagyon egyszerű: A 29 MHz-re beállított RH alapvevőre csatlakozunk, majd egy szignálgenerátor 145 MHz-es, néhány  $\mu$ V-os jelét a BNC aljzaton adjuk be. Az alapgép „S”-mérője segítségével maximumra hangolunk az ezüstözött kerámia timmerkondenzátorokkal, valamint az  $L_4$  tekerccsel, a bemenőjel folyamatos csökkentése mellett. Jól működik a konverter vevő oldala, ha a 0,1  $\mu$ V-os jelet még értékelhetően halljuk.

Az adórész beállítása sem sokkal bonyolultabb: A 29 MHz-es kisszintű jelforráshoz csatlakozunk, testre kapcsoljuk a PTT vezérlő vonalat és ellenőrizzük az IE500 bemeneti pontjain (1. és 8. láb), valamint a kimeneti ponton a feszültségeket. Ha mindent rendben találunk, elkezdhetjük a sávszűrő, valamint az egyes körök hangolását.

Fokozatról-fokozatra lépkedve a mérőműszerünk tapintócsúcsával maximális jelszintet kell beállítani. A végfokozatot akár egy 6 V/100 mA-es izóra is lehangolhatjuk, sőt ennek fényerejére az előző lépéseket megismételhetjük néhányszor. Ha mindez kész, ellenőrizni kell a 145 MHz-es kimenőjel szintjét, tisztaságát, valamint az átviteli tartományon belüli hullámosságát. Bár csak 2 körös a DBM utáni sávszűrő, a rezgőkörök Q-ja sincs leontva, mégis viszonylag egyenletesen erősít és az egyéb keverési termékekre jó elnyomással rendelkezik ez a 3 tranzistoros erősítőfokozat.

### Mechanikai felépítés

Mint ahogy az 5. ábra is mutatja, a konverter paneljét nagyon könnyen rögzíthetjük az előregyártott 150 × 150 × 60 mm-es szabványdoboz belső szerelősínjére, nyák-csíkok segítségével. Nagyon praktikus ez a megoldás, ugyanis az esetleges hibakeresést, javítást megkönnyíti, hogy a panel mindkét oldalához hozzáférhetünk. Az RH rádióhoz 2 db, 50 cm-es koaxkábelrel érdemes csatlakozni, melyek a konverterbe fixen vannak beforrasztva.



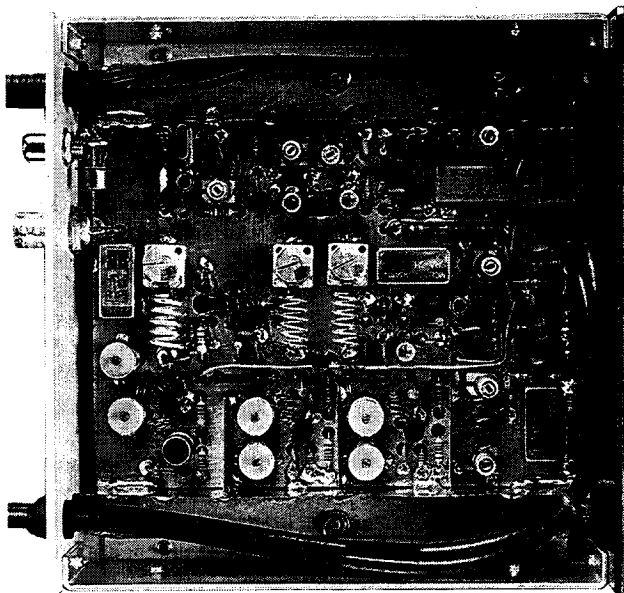
4. ábra

A PTT vezérlés szintén stabilan van beforrasztva, de a továbbmenő ág (a rajzon: PTT<sub>ki</sub>) RCA aljzatban végződik. Erre az RCA aljzatra van önhordó kivitelben rögzítve a T<sub>9</sub> is. A konverter tekerceinek adatait a táblázat mutatja.

### 40 W-os lineáris erősítő

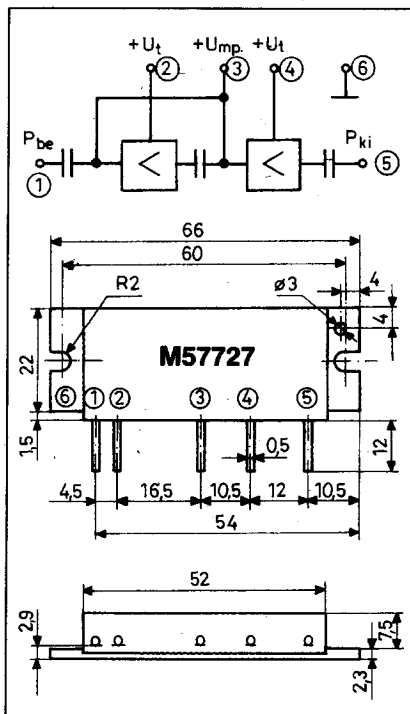
Galant, Colt, Lancer, Pajero... stb. mind kiváló minőségű autók. Úgy tűnik, hogy a Mitsubishi cég a rádióamatőröknek is megörvendeztetni hasznos áramköreivel. Ők gyártják ugyanis a következőkben bemutatásra kerülő adó végerősítő aktív elemét, az M 57727 típusú modult.

A 6. ábrát figyelmesen elemezve megállapíthatjuk, hogy egy szenzációs



5. ábra

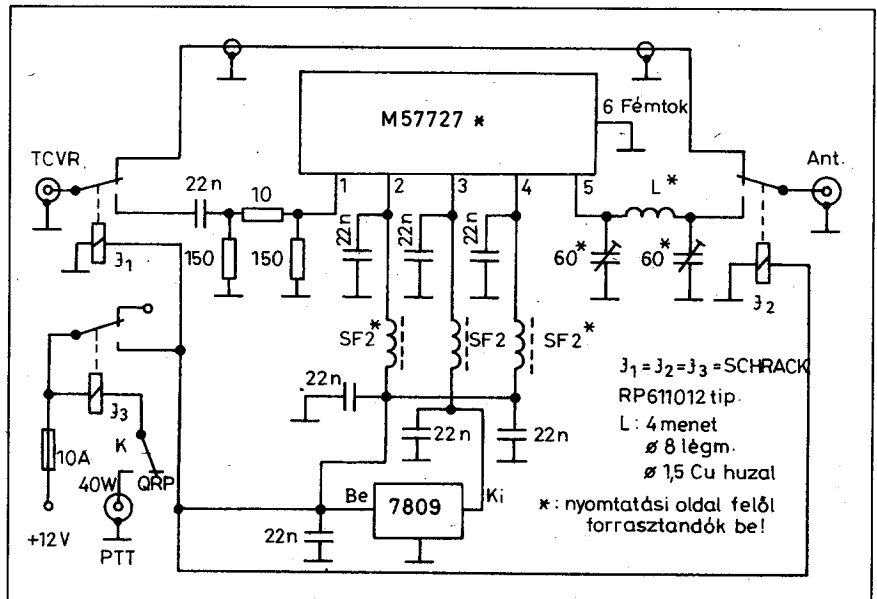
M57727	Határ-értékek	Üzemi adatok
Tápfeszültség (V)	17	12,5
Munkaponti előfeszültség (V)	10	9
Felvett áram (A)	10	
Frekvencia (MHz)	144 ... 148	144 ... 146
Meghajtó teljesítmény (W)	0,5	0,3
Kimenő teljesítmény (W)	40	37
Be-, ill. kimenő-impedancia ( $\Omega$ )		50
2. felharmonikus szintje (dB)		-25
3. felharmonikus szintje (dB)		-30
Hőmérséklet tartomány ( $^{\circ}\text{C}$ )	-30 ... +110	



6. ábra

típussal van dolgunk. Kis méretű, könnyen rögzíthető, 12 V tápfeszültséggel járható a bemenő 300 mW-os jelet közel 40 W-ra erősíti fel. Jó hatásfokú, lineáris erősítész, alacsony felharmonikusszinttel dolgozik. Nem olcsó alkatrész (kb. 150 DM), de hasonló tudású erősítőt hagyományos elemekkel (2N3553, BLY87, BLY89) felépítve, legalább kétszeres helyigénnyel és hasonló nagyságrendű anyagi kiadásra kell számítanunk. Én megépítettem egy ilyen végfokot, működött is 25 W-tal szépen, de rengeteg alkatrészt, helyet, beállítást, munkaórát igényelt. A

Tekercs	Menetszám	Csévétést	Vasmag	Huzal	Leágazás
L <sub>1</sub>	5	Ø5 mm	légmagos	Ø1,2 CuAg	
L <sub>2</sub> =L <sub>3</sub>	6	Ø5 mm	légmagos	Ø0,8 CuAg	kb. 1. menet
L <sub>4</sub>	16	Ø5 mm	Ø4 mm, N-20	Ø0,3 CuZ	
L <sub>5</sub>	10	-	Ø3 mm, N-10	Ø0,5 CuZ	
L <sub>6</sub>	5,5	Ø5 mm	Ø4 mm, N-10	Ø0,5 Cu	
L <sub>7</sub> =L <sub>8</sub>	4,5	Ø5 mm	Ø4 mm, N-10	Ø0,5 Cu	
L <sub>9</sub>	3,5	Ø5 mm	Ø4 mm, N-10	Ø0,5 Cu	
L <sub>10</sub> =L <sub>11</sub>	4,5	Ø5 mm	Ø4 mm, N-10	Ø0,5 Cu	
L <sub>12</sub> =L <sub>13</sub>	4	Ø4 mm	légmagos	Ø0,5 Cu	
L <sub>14</sub>	2	Ø5 mm	légmagos	Ø0,5 Cu	
L <sub>15</sub>	2	Ø5 mm	légmagos	Ø0,5 Cu	
Tr <sub>1</sub> =Tr <sub>2</sub>	2x7 bifilárisan	-	8x1,5x1,5 mm N-10 toroid	Ø0,3 CuZ	



7. ábra

modul néhány, fontosabb műszaki adatról a 6. ábra és a fölötte levő táblázat ad felvilágosítást.

Mindenkinek ajánlom a 7. ábrán látható kapcsolást, akár a most bemutatott konverter után, akár a már meglévő QRP rádióhoz megépíteni.

Működéséről csak röviden: A PTT vonalat testre zárva meghúznak a jelfogók, és a konverterből jövő 300 mW-nyi meghajtóteljesítmény a J<sub>1</sub> relén át kerül egy  $\pi$  ellenállásosztóra. Az osztó feladata, hogy ohmosan lezárja a konverter kimenetét, valamint a modul be-

menetét, illetve csökkentse az 1. kivezetésre jutó RF feszültséget.

A modul a 2. és 4. kivezetéseken kapja a tápfeszültséget, a 3. lábón pedig a lineáris működéshez szükséges 9 V munkaponti előfeszültséget. Az 5. kivezetésről vehető le a közel 40 W-nyi teljesítmény, ami rákerül a  $\pi$  szűrőre, onnan pedig a J<sub>2</sub> antennarelére.

A 6. ábrán szereplő harmonikus-szint értékek magára a modulra vonatkoznak, az utána kapcsolt jó minőségű szűrő csak növeli az antennára jutó jel tisztaságát.

## A végerősítő szerelése, beállítása

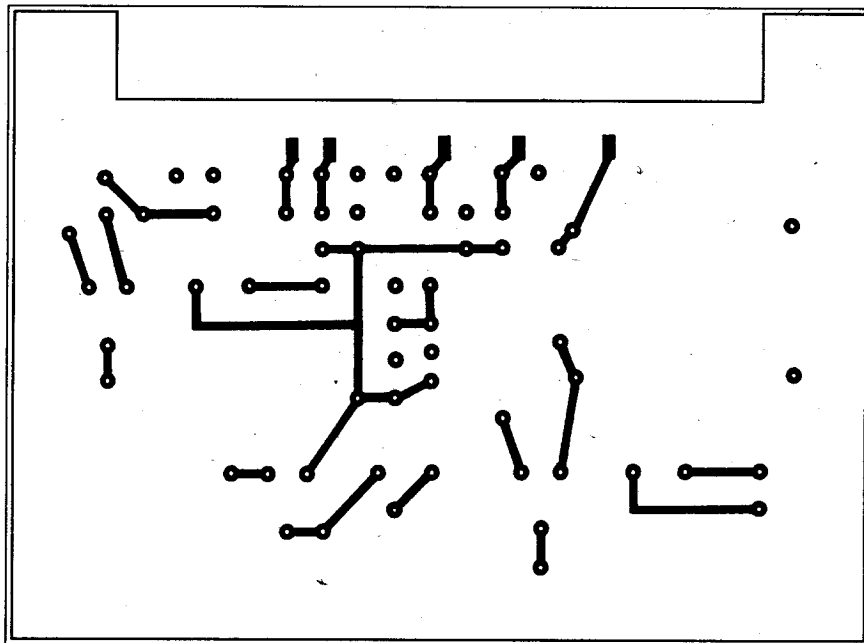
Az adóvégerősítő is két oldalon főlírozott nyák-ra lett felépítve, melynek rajza a 8. ábrán, míg beültetési rajza a 9. ábrán látható. A csillaggal jelölt alkatrészeket a forrasztási oldálon ültessük be! A készre szerelt panelt az alsó sarkoknál 2 db 10 mm-es távtartóval rögzítsük a hűtőbordához! Az általam felhasznált alumínium borda mérete:  $100 \times 120 \times 50$  mm, amely tartós üzem alatt sem melegszik  $50^\circ\text{C}$  fölé.

Mivel a végfokmodul kivezetéseit a legrövidebb úton kell a panelra vezetni, ill. beforrasztani, a modult meg kellett emelni az áramköri lap szintjéig. Egy  $25 \times 110 \times 10$  mm méretű alumíniumtömb, szilikonszírral bekelve szolgál erre a célra, melyre a panel felső sarkait is felcsavarozhatjuk. Ez így egy „bombabiztos” konstrukció, nem mozdulnak el az alkatrészek (nem törnek le a végfokmodul lábai), valamint a hőelvezetés is kiváló lesz.

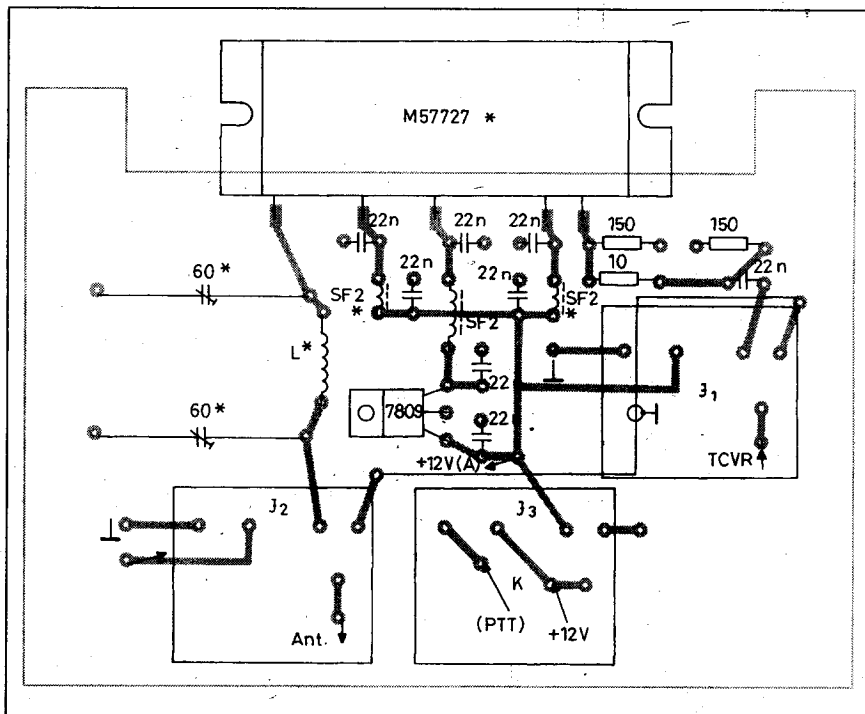
A készülék elő- és hátlapja üvegszál nyák-panelből készült, csavarokkal rögzítve a hűtőbordához, az alap- és oldallapok szintén panelekből, U-alakúra összeforrasztva.

A 40 W-os lineáris végerősítő egység kidobozolva, alulnézetből a 10. ábrán látható. A tápfeszültséget, PTT-vezérlést, meghajtást a közvetlenül beforrasztott végű kábeleken kapja, a kimenet SO-239 Amphenol aljzatra csatlakozik. Ennek belső ere közelében kell elhelyezni és a hátlapra forrasztani a kimeneti szintindikátor alkatrészeit. Az érzékelővezeték hossza és a csatlakozótól mért távolsága határozza meg a mérőkör érzékenységét.

A végerősítő beüzemelését – meghajtás nélkül – az áram- és feszültségértékek mérésével, ellenőrzésével kezdhetjük. A PTT vonalat testre zárva, a modul tápfeszültség-bevezető lábain  $50 \dots 100$  mA-t kell mérni. Ha ennél lényegesen több az áram, a stabilizátor IC-t kisebb feszültségűre (7808) kell cserélni. Ha idáig rendben volt minden,  $100 \dots 300$  mW-nyi meghajtójellel kezdjük el a kimenetkör beállítását. Természetesen indukciószegény, nagy teljesítményű, hiteles  $50 \Omega$ -mal kell lezárni a kimenetet, és ezen mérni a teljesítményt. A két darab  $60$  pF-os, nagy lemeztávolságú, ezüstözött, kerámia alapú trimmerkondenzátor váltott hangolásával pillanatok alatt beállítható a jelmaximum. Tapasztalatom szerint a  $145$  MHz-en behangolt  $\pi$ -szűrő



8. ábra



9. ábra

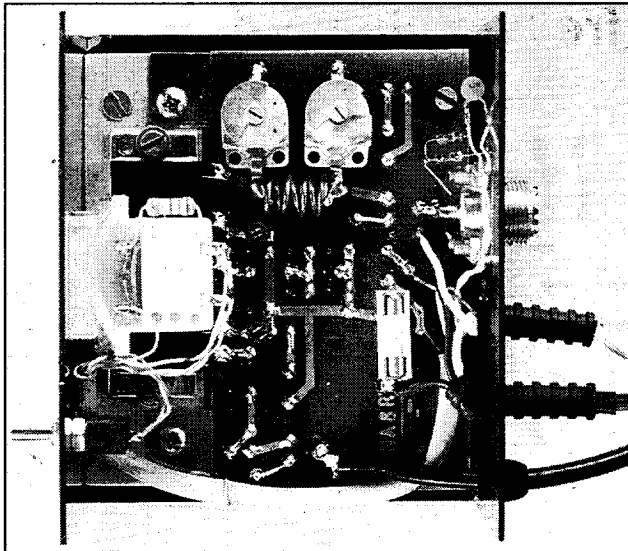
utánállítás nélkül használható az egész 2 m-es sávban, az erősítő stabilan leadja a  $35\text{--}40$  W-ot.

## Összegzés, továbbfejlesztés, lehetőségek

A bemutatott berendezéseket ez idáig az 1999. évi URH IARU, LZ/OM

VHF versenyeken teszteltem. Vételi oldalon kis zajú, elfogadhatóan jó dinamikájú, míg adás irányban kiváló spektrumtisztasággal rendelkeznek. És ami kitelepülések alkalmával az egyik legfontosabb, a tápellátás egy  $12$  V-os gépkocsi akkumulátorról is történhet!

A cikk végén néhány szóval szeretnék kitérni a továbbfejlesztési irányok-



10. ábra

ra is. A konverter rajzának figyelmes tanulmányozása során felmerülhet bennünk a kérdés, hogy miért van szükség

a +13 dBm-es SRA-3H-ra, mikor a CF300-zal felépített előerősítő csak ennek tört részét képes feldolgozni. Nos,

ebben a felállásban nyugodtan lehet itt is IE500-át használni (az oszcillátorjel szintjének csökkentésével). Külföldön azonban már hozzá lehet jutni olyan nagyáramú GaAs FET-ekhez, amik már az SRA-3H-val együtt kiváló nagyjelű viselkedést eredményeznek. Borsos árak miatt (30–50 DM) az amatőr körökben ritka eszközök ezek, egyelőre a CF300-zal vagy hasonló kategóriájú FET-ekkel kell megelégednünk.

A másik fejlesztési irány lehet az SMD, valamint a strip-line technikára való áttérés. Az évkönyv megjelenési időpontjára várható, hogy a lajosmizsei székhelyű SELTECH Bt., HA8YU Pali OM közreműködésével le fog gyártani ilyen panelokat is, és ezek szerelve, élesztve, működőképesen nála megrendelhetők.

Az egyéni építőknél sok sikert, a forgalmazás során szép eredményeket kívánok!



**Satelex® LX37**  
**Kézi CATV műszer**  
**komplex szolgáltatásokkal**

cím: 1028 Budapest, Máriaremetei út 111.  
 telefon: 376-5093  
 félfogadás: hétfő, csütörtök 10–15<sup>h</sup>

- ◆ TV-kép és jelszint megjelenítése
- ◆ spektrumábrázolás
- ◆ kép-, hang-, színesegységvívók kijelzése
- ◆ automatikus méréskorrekció
- ◆ 32 program egyidejű kijelzése
- ◆ program, jelszint, spektrumkép tárolása
- ◆ jelszint akusztikus kijelzése
- ◆ teletext vétel és mérés
- ◆ üzemi hőmérséklet mérése hőkompenzáció

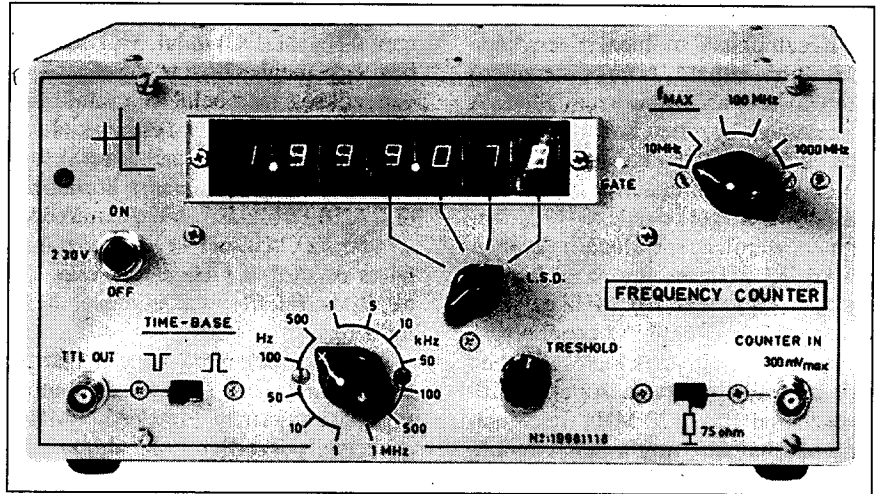
Frekvencia	40–300, CATV 470–860 (MHz)
Mérési sáv	10–100 dB
Pontosság	2,8 dB
Monitor	4" LCD színes
Táp	12V / 1,2A
Tömeg	1,15 kg
Méret (cm)	32 x 15 / 9 x 5
Ár (nettó)	160.000 Ft



# 1 GHz-es digitális frekvenciamérő

Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

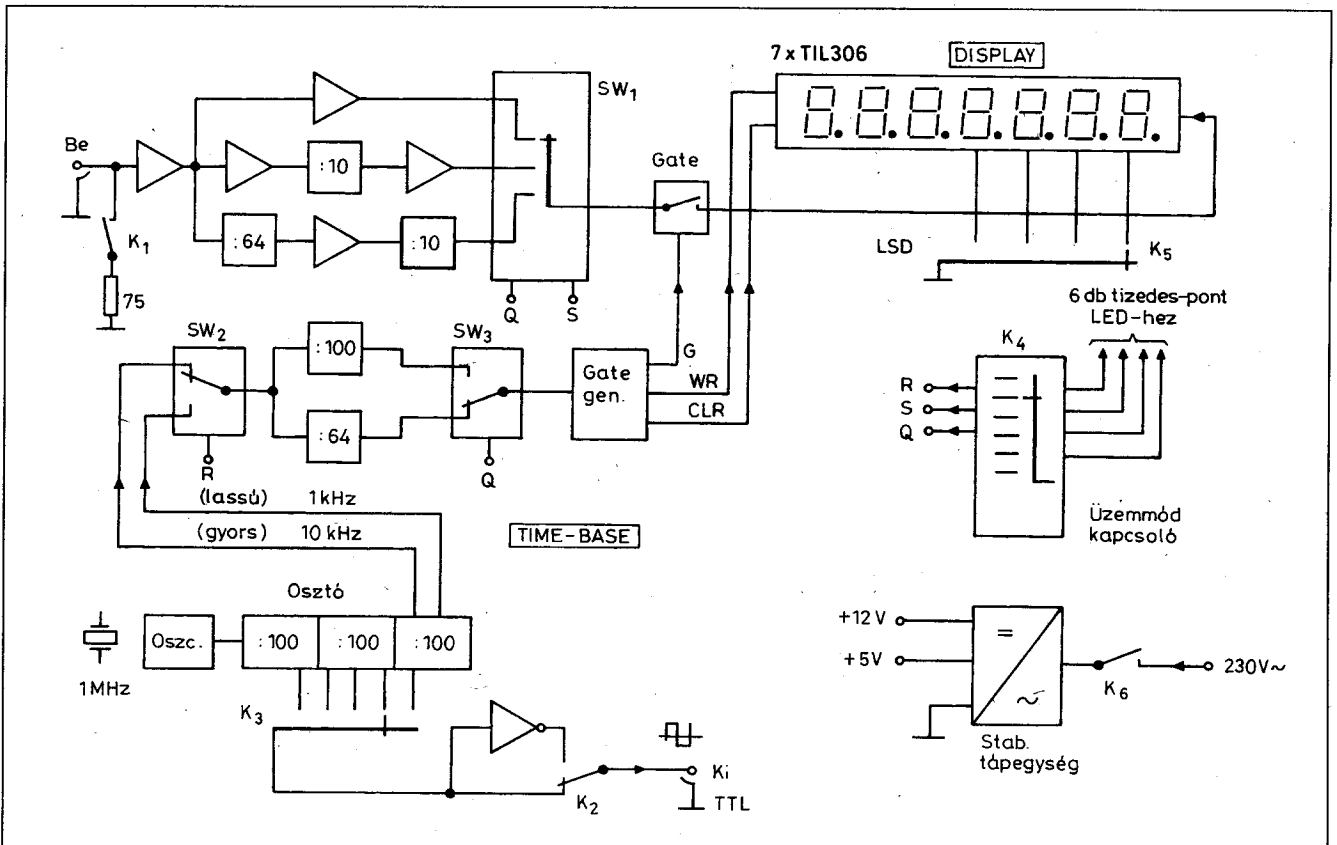
A rádióamatőr gyakorlatban számos alkalommal szükséges valamilyen jel frekvenciáját megmérnünk. Előnyös, ha olyan frekvenciamérőnk van, amelyet a hangfrekvenciás tartomány alsó határától az elérhető legmagasabb frekvenciáig használni tudunk. Ez a legmagasabb frekvencia elsősorban az alkalmazott bemeneti osztónak és a kialakítás mikéntjének a függvénye. Amióta a tévékészülékekben megjelentek a digitális frekvenciakijelzők, hozzáférhetőek azok a bemeneti osztó integrált áramkörök, amelyek kb. 1 GHz-ig vagy még ezen frekvencia felett is működnek. Ez a frekvenciamérő is úgy jött létre, hogy a kereskedelemben megvásárolható volt az U664B típusú osztó áramkör, amelyet tévévevőkbe terveztek és felső működési frekvenciája kb. 1,2 GHz. Az itt alkalmazott másik osztó az SP8647, amely a kb. 250 MHz-es felső határfrekvenciájával FM vevőkben is előfordul. Az ezeken



1. ábra. Az 1 GHz-es frekvenciamérő előlnézeti fényképe

felül alkalmazott félvezető elemek a hagyományos és a TTL családba tartoznak. A kijelző egység TIL306-os, 7 szegmenses optikai elemekből áll,

amelyek magukban foglalják a számláló láncot és a tartó „latch” áramkört is. Ez utóbbinak következtében készülünk folyamatos kijelzésű, a számjé-



2. ábra. A frekvenciamérő tömbvázlata

gyek a számlálás során nem peregnek. Termosztátot nem alkalmaztunk, megelégedvén az  $(1...2) \times 10^{-6}$  frekvenciapontossággal. Ez az érték 10 MHz-en  $\pm 20$  Hz, 1 GHz-en  $\pm 2$  kHz megengedett eltérést jelent, a kb. 20...25 °C szobahőmérséklet mellett.

Készülékünk előlnézeti fényképe az 1. ábrán látható. A frekvenciamérő tömbvázlatát a 2. ábra szemlélteti. A készüléknek egyetlen koaxiális bemenete van, amely a  $K_1$  kapcsoló segítségével 75  $\Omega$ -mal lezárható. A 7 db TIL306-os IC-vel kivitelezett tulajdonképpeni számlánc felső határfrekvenciája kb. 13 MHz és így azzal biztonságosan legfeljebb 10 MHz-es jelek frekvenciája mérhető. Az ennél magasabb frekvenciájú jelek mérésénél 2 db előosztót alkalmaztunk. Az egyik 10-es osztással 100...130 MHz frekvenciáig használható, míg a másik működőképes  $64 \times 10 = 640$ -es osztással még 1 GHz felett is. A 10 MHz alatti bemenőjelek csak egy erősítőn mennek keresztül, míg a 100 MHz, illetve az 1 GHz alattiak a fenti előosztókon. Az SW<sub>1</sub> TTL kapcsoló áramkör választja

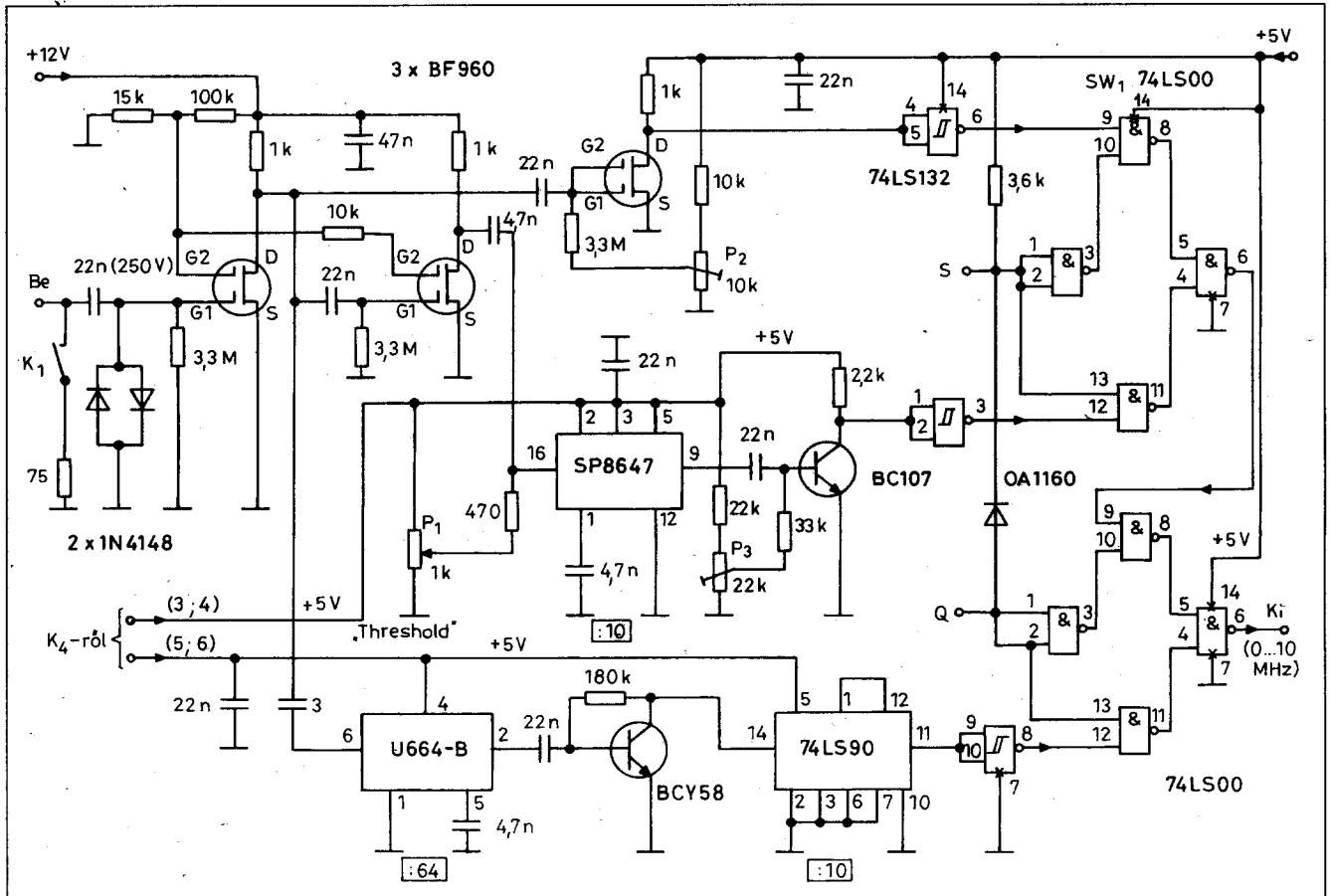
ki a jel útját a  $K_4$  üzemmódkapcsoló állásától függően. Így a kapuzó áramkör (gate) gyakorlatilag mindig 10 MHz-nél kisebb frekvenciájú jeleket fogad. A bemenő jelek ezen három útra való terelésére azért van szükség, mert a bemeneti osztó IC-k működése nem 0 Hz-től (DC) indul. Működésükhez egy meghatározott jelsebességre van szükség, mert belül RC csatoló elemeket tartalmaznak és a csipen kialakított kondenzátorok kapacitása csak legfeljebb néhány pikofaradra korlátozódik. A 10-es osztású előosztó működése kb. 200 kHz-nél kezdődik, míg a 64-es osztású, 1 GHz-es tag csak kb. 50 MHz feletti jelsebességnél kezd működni.

A frekvenciamérő pontosságát az időalap áramkör (Time-base) pontossága határozza meg. Ennek egy 1 MHz-es kristályoszillátor az alapja. Az 1 MHz-es kvarckristály jelét 3 db sorba kapcsolt 100-as osztó osztja egészen 1 Hz-ig. Az osztó közbenső kimeneteiről a  $K_3$  kapcsolóval választhatunk 1000–500–100 kHz stb. lépésekben négyszögjeleket, amelyet a TTL kime-

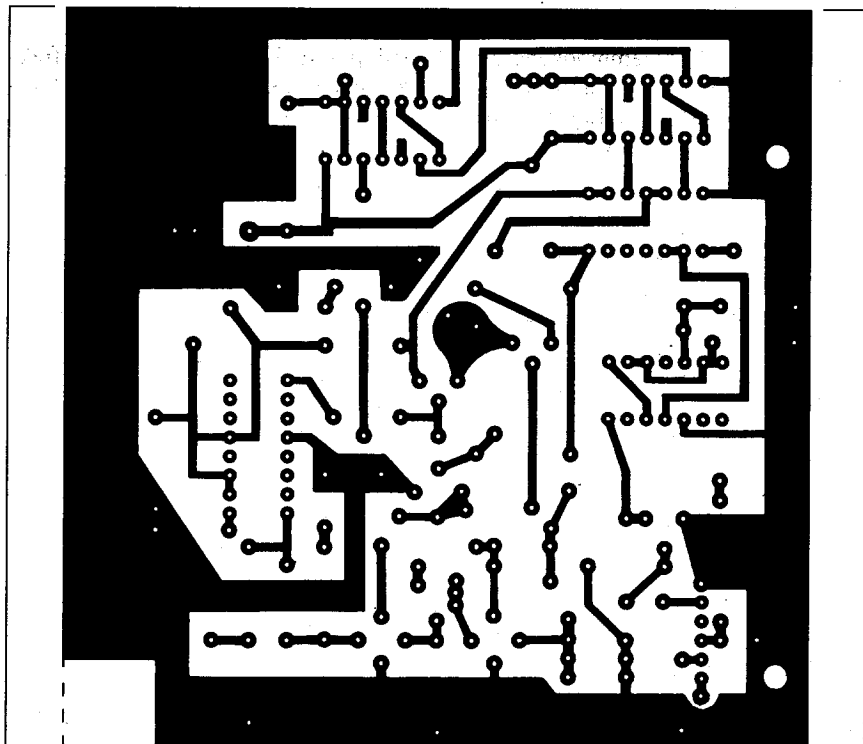
neti pontra kapcsolhatunk. Így frekvenciamérőnk egyben négyszögjel-generátorként is használható.

Az időalap osztóláncáról egy 10 kHz-es és egy 1 kHz-es jelet vezetünk el a kapuzó áramkör vezérlését végző áramkör felé. A kapuzás ugyanis vagy 1 s-os, vagy 0,1 s-os nyitvatartással működik, amihez 0,5 Hz-es, illetve 5 Hz-es szimmetrikus négyszögjelre van szükség. Ez a helyzet akkor, ha a mérés a 100 MHz alatti tartományokban történik. A kapuzás kétféle sebességére azért van szükség, mert a 10 MHz alatti 1 Hz-es, illetve a 100 MHz alatti 10 Hz-es felbontáshoz 1 s-os nyitvatartási idő tartozik és ezt bizonyos méréseknél kívánni kényelmetlen. A gyorsabb működés érdekében a kapuzási időt az SW<sub>2</sub> kapcsolóval 0,1 s-ra válthatjuk át, de az utolsó digit értéke ilyenkor 1 Hz helyett 10 Hz lesz.

Az 1 GHz-es előosztó a magas frekvencia miatt nem tartalmaz belső visszacsatolást és így a decimális 10-es szám helyett binárisan 64-et oszt. Emiatt meg kell változtatni a kapuzás időtartamát, hogy a frekvenciát a helyes



3. ábra. A bemenő fokozatok kapcsolása



4. ábra. A bemenő fokozatok nyák-lemezének fólia-rajzolata

értékkel olvashassuk le a display egységen. Az SW<sub>3</sub> TTL kapcsolóval a gate-generátorra jutó jel frekvenciáját 100/64 arányban megváltoztathatjuk. A gate-generátor bemenetére jutó jel frekvenciáját és a kaput vezérlő szimmetrikus négyszögjel frekvenciáját és időtartamát a táblázat szemlélteti:

A fentiekből az következik, hogy a 640-es osztású bemeneti prescaler alkalmazása esetén a kapuzó áramkör valamivel rövidebb ideig (annak 64%-áig) van nyitva a decimális osztások esetéhez képest.

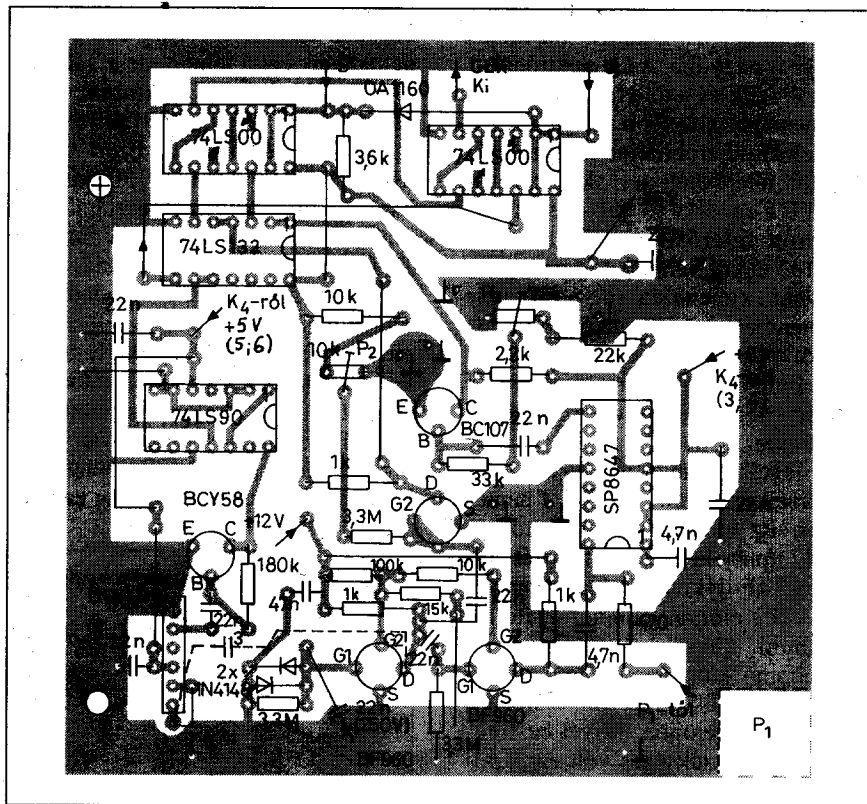
A gate-generátor az az áramköri egység, amely létrehozza a kapuzáshoz szükséges szimmetrikus négyszögjelet, a display egység latch áramköreihez szükséges „beíró” jelet (WR = write) és a display egység számláncához szükséges „nullázó” jelet (CLR: clear). Ezen három négyszögjel egymáshoz képesti helyzete fontos tényező a működést illetően.

Time-base felől	Gate-generátor bemenete	Gate frekvencia	Gate időtartam	Sebesség
1 kHz	10 Hz	0,5 Hz	1 s	lassú
10 kHz	100 Hz	5 Hz	0,1 s	gyors
1 kHz	15,625 Hz	0,78125 Hz	0,64 s	lassú
10 kHz	156,25 Hz	7,8125 Hz	0,064 s	gyors

Az SW<sub>1</sub>, SW<sub>2</sub> és SW<sub>3</sub> TTL kapcsolókat a K<sub>4</sub> előlapi üzemmódkapcsoló vezérli. Ez a kapcsoló egyben a tizedes-pontok megfelelő helyen történő kigyújtására is szolgál. Az egész készüléket egy +5 V-ot és +12 V-ot adó stabilizált tápegység szolgálja ki.

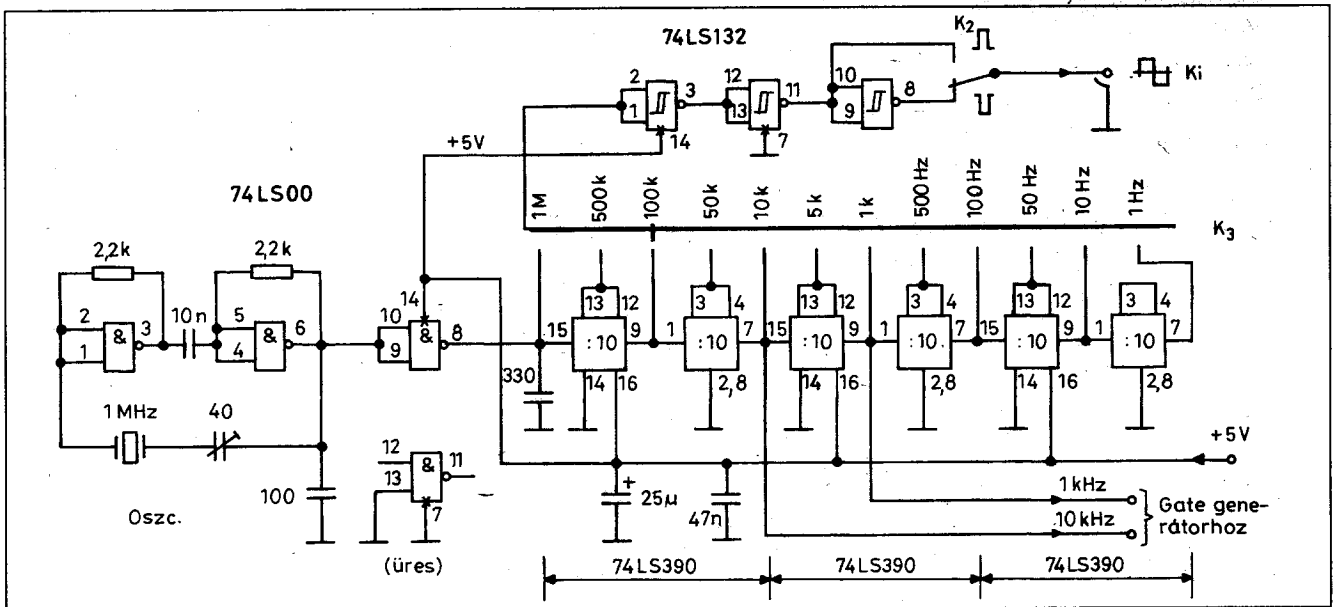
### A bemeneti fokozatok

A készülék bemeneti fokozatainak kapcsolási rajza a 3. ábrán látható. A mérendő jel egy BNC típusú koaxiális csatlakozón keresztül érkezik a készülékbe. A szükséges jel szintje minimálisan 20...50 mV, a működés alsó határa a frekvencia függvénye. A csatlakozó koaxiális kábelt a beépített 75 Ω-os ellenállással le lehet zárni és így a mérest megzavaró nemkívánatos reflexiók elkerülhetők. A lezáró ellenállást kikapcsolva (K<sub>1</sub>), a bemeneti impedancia kb. 3,3 MΩ/10 pF értékű. A két antiparalel kapcsolású szilíciumdióda



5. ábra. A bemenő fokozatok beültetése

(1N4148) az egyenáramú lökésektől és a nagyobb jelszintektől védi az egyébként belső védelemmel is ellátott első fokozatot. Az első két BF960 típusú tranzisztort tartalmazó erősítőfokozat szétválasztott G<sub>1</sub>–G<sub>2</sub> elektródákkal



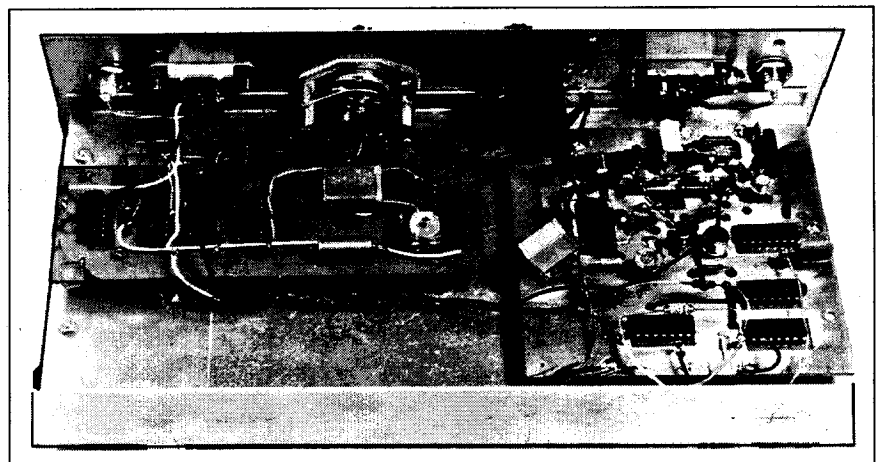
6. ábra. Az időalap (Time-base) kapcsolási rajza

üzemel, mert így a bemeneti kapacitás kisebb, mint párhuzamosan kapcsolt esetben és egyben a tranzistor merevsége is nagyobb. A  $G_2$  elektródákat nem volt szükség a föld felé hidegíteni. A bemenethez közelebb álló MOSFET drain elektródjáról három irányban távozik a felerősített jel. A harmadik MOSFET-re érkező jel ezen tranzisztoron felerősítve hajtja meg a 74LS132 egyik Schmitt-trigger tagját, amelynek kimenetén (6. pont) már nagymerevségű TTL négyzetjellel találkozható. A  $P_2$  potenciométerrel állítható be az a minimális jelszint, amelynél a Schmitt-trigger átbillenése még stabilan létrejön.

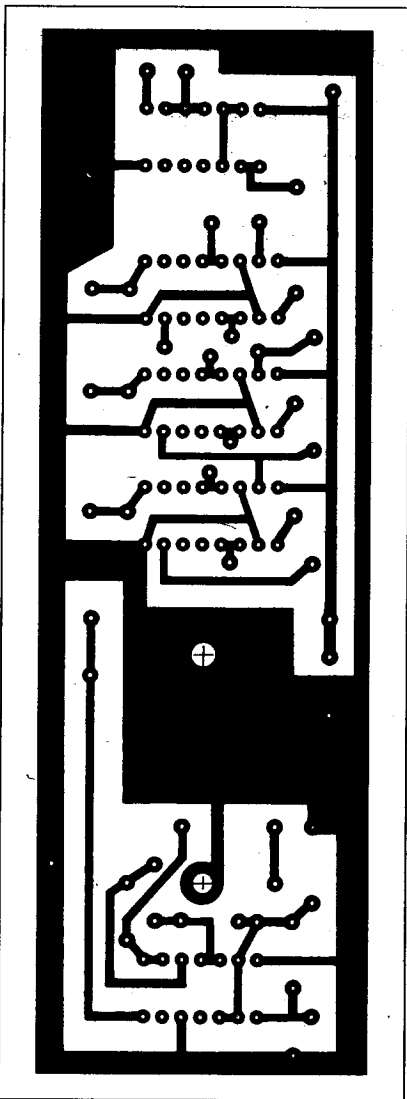
A legelső tranzisztor drain-jéről táplálkozik a második MOSFET bemenete is. Ez az erősítő tranzisztor az SP8647 típusjelű osztó bemenetét táplálja a 4,7 nF-os kondenzátoron keresztül. A  $P_1$  előlapi potenciométerrel (threshold: küszöb) a meghajtó jel egyenáramú komponense tologatható úgy, hogy a működés a minimális jelszintnél is létrejöhessen. Mivel ez frekvenciafüggő, szükséges volt ezt a potenciométert az előlapról kezelhetővé tenni. Az SP8647 itt 10-es osztásra van a bekötésével programozva (11-et is tud osztani) és a kisszintű kimenetről (9. láb) vesszük le a leosztott jelet (a beépített TTL átalakító nagyon gerjedékeny). Az itt megjelenő kb. 200 mV<sub>pp</sub> szintű jelet a BC107-es tranzisztor erősíti olyan értékre, amely már alkalmas a 74LS132 IC egy másik

Schmitt-triggerének a meghajtására. Mivel az SP8647 felső működési frekvenciája 250 MHz, elvileg eddig használhatnánk ezt a jelet, de a TIL306-okból álló kijelző számlánc csak 10...13 MHz maximális frekvenciájú jeleket tud feldolgozni. Ezért ezt az osztót legfeljebb 100...130 MHz-ig használhatjuk. Míg az előosztás nélküli jelet alsó határfrekvenciája mintegy 10 Hz szinuszos jelek esetén, addig az SP8647 osztó kb. 200 kHz alatt megszűnik működni a már az előzőkben említett okokból. 200...300 kHz-től felfelé azonban megszűnik a működési bizonytalanság. A  $P_3$  potenciométernek a  $P_2$ -vel azonos szerepe van, a minimális működési jelszintet lehet vele beállítani, ami egyenáramúlag nagyjá-

ból a hiszterézis-határok közepén található. Ugyancsak az első MOSFET drain elektródjára csatlakozik az U664B típusjelű osztó IC, a maga bináris, 64-es osztási számával. Ez egy meglepően érzékeny osztó IC, amennyiben már kb. 50 mV bemenő jellel is működik, ha annak frekvenciája nagyobb mint 50 MHz, természetesen szinuszos jelek esetén. Nagy jelmeredségű, de nemsinuszos jelek esetén valószínűleg alacsonyabb az alsó működési frekvenciája. Ennél az IC-nél nem volt szükség az egyenáramú szint (threshold) szabályozására. Kis bemenőkapacitása révén a csatoló kondenzátor mindössze néhány pF is lehet. A „single in-line” kivitelű IC 2. pontján vehető le a 64-gyel osztott frekvenciájú beme-



7. ábra. A frekvenciamérő alulnézetben



8. ábra. Az időalap nyák-lemezének fóliarajzolata

neti jelnek megfelelő kimeneti jel, amelynek szintje csak 100-150 mV<sub>pp</sub>.

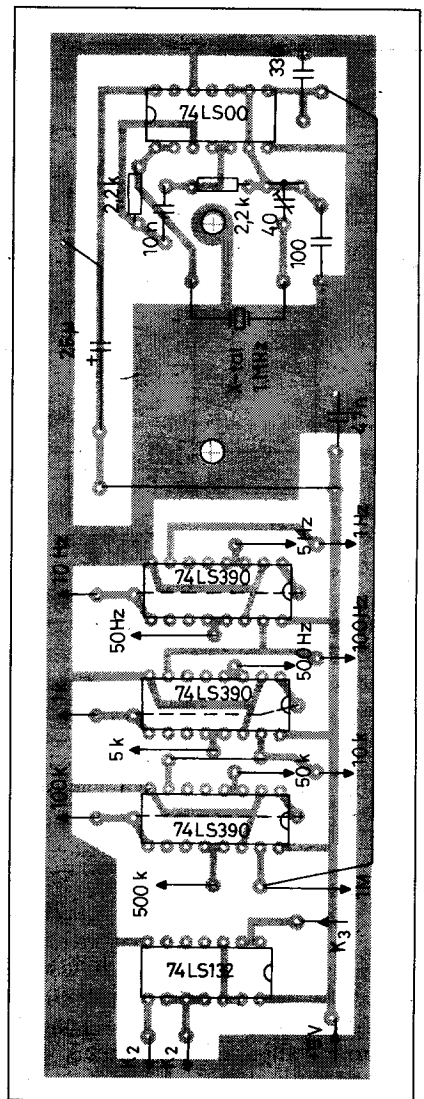
Ezen kis jelszintet a BCY58 tranzistor erősíti olyan mértékűre, hogy az meg tudja hajtani a 74LS90 típusjelű TTL 10-es osztót. Így a két tagból

álló előosztó összesen 640-et oszt, ami 1 GHz-es bemeneti jel esetén 1,5625 MHz-et (1562,5 kHz) kimeneti frekvenciát jelent. Ezt a frekvenciát a TIL306-okból álló számlánc kényelmesen fogadni tudja. A kapcsolási rajz szimmetriája kedvéért a 74LS90 is egy Schmitt-trigger áramkört hajt meg, holtlott erre tulajdonképpen semmi szükség se lenne, hiszen a dekadikus osztó kimenetén is már egy nagy meredekségű négyzetjellel van jelen. A három kimenet (a 74LS132 6., 3. és 8. pont) jelei közül egy TTL kapcsolómű választja ki a megfelelőt az „S” és „Q” pontokon megjelenő L/H jelszinteknek értelmében. Ez a 3 állású TTL kapcsoló 2 db kétállású egységből van összekapcsolva. Mindkét egység egy-egy 74LS00 IC-ből áll, amint az a kapcsolási rajzon jól felismerhető. Ez a két IC alkotja az SW<sub>1</sub> jelű kapcsoló egységet.

A bemeneti fokozatok egy 100 × 100 mm méretű, kétoldalt fólirozott nyák-lemezen kaptak helyet, amely nyák a készülék panelja alatt helyezkedik el, csavarokkal és 5 mm-es távtartókkal rögzítve. A nyák-lemez fóliarajzolata a 4. ábrán, beültetése az 5. ábrán látható. Az alkatrész-oldalon a teljes fém felület földet alkot, a megfelelő helyeken szabadon hagyva az átmenő vezetékeket és alkatrészeket. A beültetési rajzon szereplő „föld”-jelek azt jelentik, hogy a fólia-oldal megfelelő pontjait egy-egy rövid 0,8 mm-es huzaldarabbal át kell kötni az alkatrész-oldali nagy földrendszerhez, hogy így a teljes földrendszer még tökéletesebb legyen.

### Az időalap

A készülék panelja alatt egy különálló nyák-lemezen kapott helyet a teljes működést vezérlő idő-alap (Time-ba-

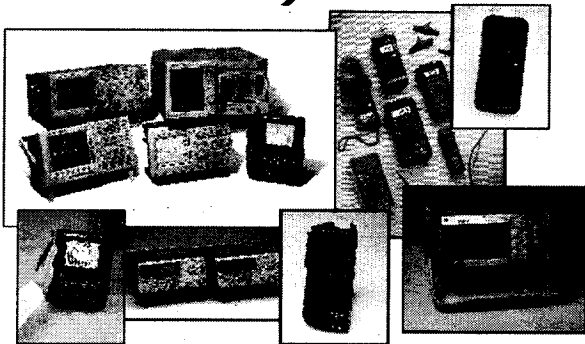


9. ábra. Az időalap beültetési rajza

se) egység. Az elsődlegesen osztókat tartalmazó áramkört egység kapcsolási rajzát a 6. ábra mutatja. Az áramkörben mindenütt TTL egységeket alkalmaztunk. Az 1 MHz-es kristályoszcillátor egy 4 NAND-kaput tartalmazó 74LS00 IC köré van felépítve. A

# Tektronix

## A mérőműszerek teljes kínálata



Digitális-foszfor oszcilloszkópok  
Digitális tárolós oszcilloszkópok  
Kézi oszcilloszkópok  
Digitális multiméterek  
Lakattfogók  
Logikai analízátorok  
Spektrumanalízátorok  
Jelgenerátorok  
Protokoll-analízátorok  
Digitális hőmérők  
Kábelteszterek  
OTDR-ek  
Bithibaarány-vizsgálók  
Video jelgenerátorok

Bithibaarány-vizsgálók  
Video jelgenerátorok  
Optikai jelforrások és teljesítménymérők  
EMC mérési rendszer és szoftver  
CATV kábelteszter  
SDH/SONET teszter

Disztribútor:

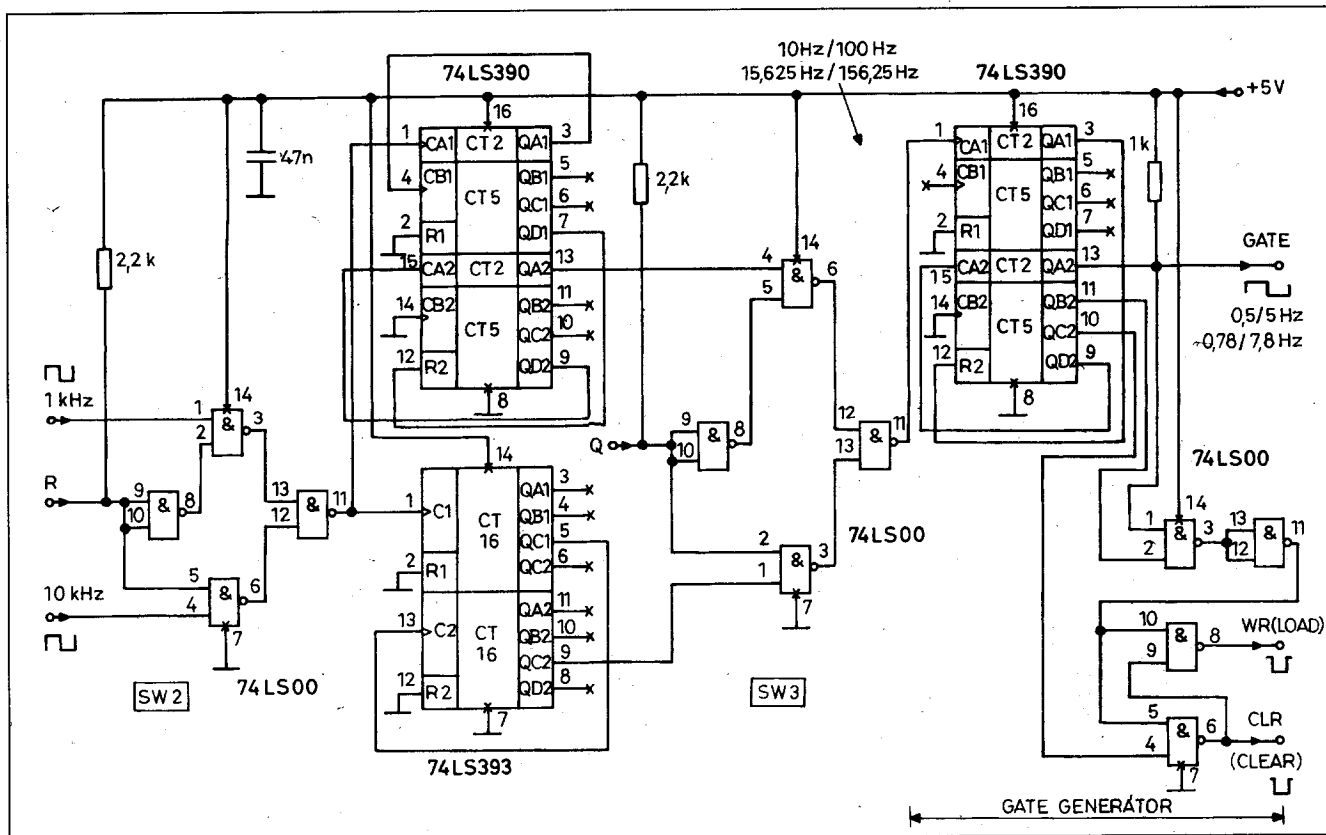


**FOLDER TRADE**

Kft.

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

folder@foldertrade.hu



10. ábra. A gate-generátor és a megelőző osztók kapcsolása

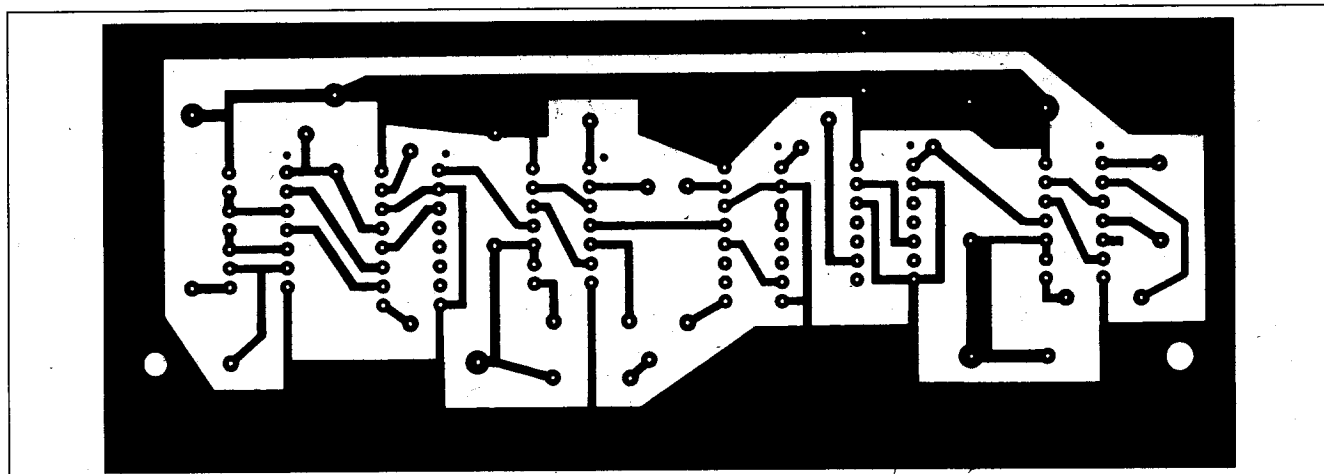
2,2 k $\Omega$ -os ellenállásokkal előfeszített bemenetű kapuk közül kettő alkotja az oszcillátort és ezek a 10 nF-os kondenzátorral váltóáramúlag vannak egymással kapcsolatban. A kialakuló előfeszítés olyan, hogy a mindenkor jelenlévő zaj hatására a két kapu rezgésbe jön.

A rezgés frekvenciáját a kristály soros rezonanciafrekvenciája határozza meg, amely kis mértékben a 40 pF-os trimmerrel befolyásolható (jusztiro-

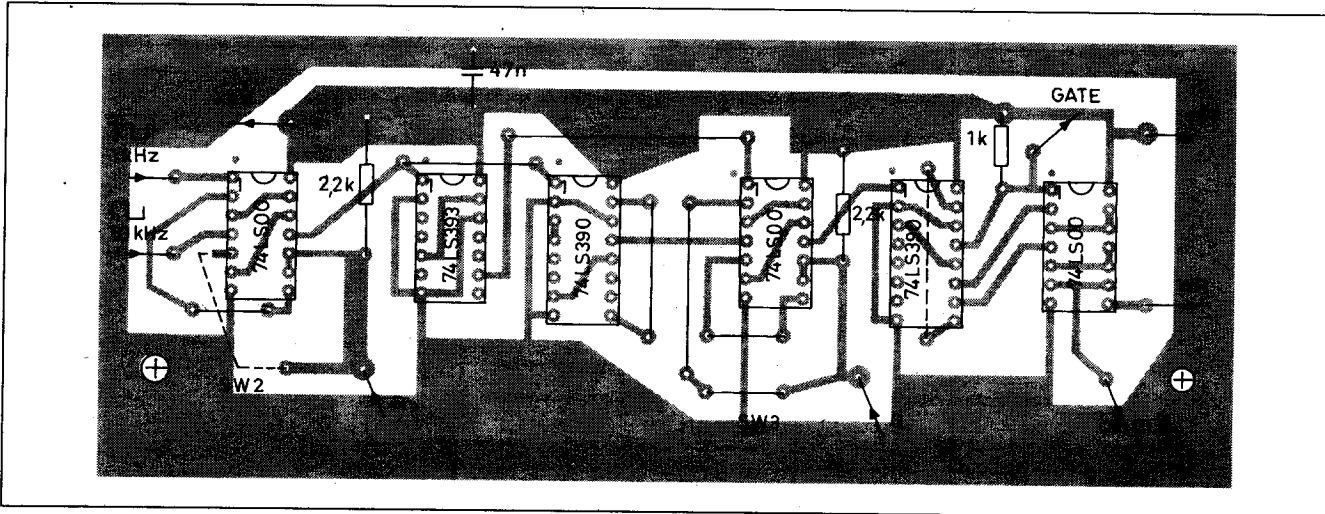
zás). A kristály a készülék alsó szabad terében nyert elhelyezést. Az oszcillátort 3 db 100-as osztású IC követi. A 74LS390 típusjelű IC-kben 2-2 darab 10-es osztású egység található. Mivel ezek sorba vannak kapcsolva, a teljes osztási szám egy millió ( $10^6$ ). Ezért az 1 MHz-es oszcillátorjel a legutolsó kimeneten 1 Hz-es jelként van jelen. Az osztólánc egyes pontjait a 12 állású K<sub>3</sub> kapcsolóra vezetve, az előlapi BNC-n különböző frekvenciájú, de a kristály

pontosságának megfelelő pontosságú négyzögjeleket kaphatunk. Ezeknek a választható frekvenciájú jeleknek a frekvenciamérés szempontjából nincsen szerepe, de így készülékünk egyben frekvencia-hiteles négyzöggenerátorként is használható, amire számos esetben szükség is van.

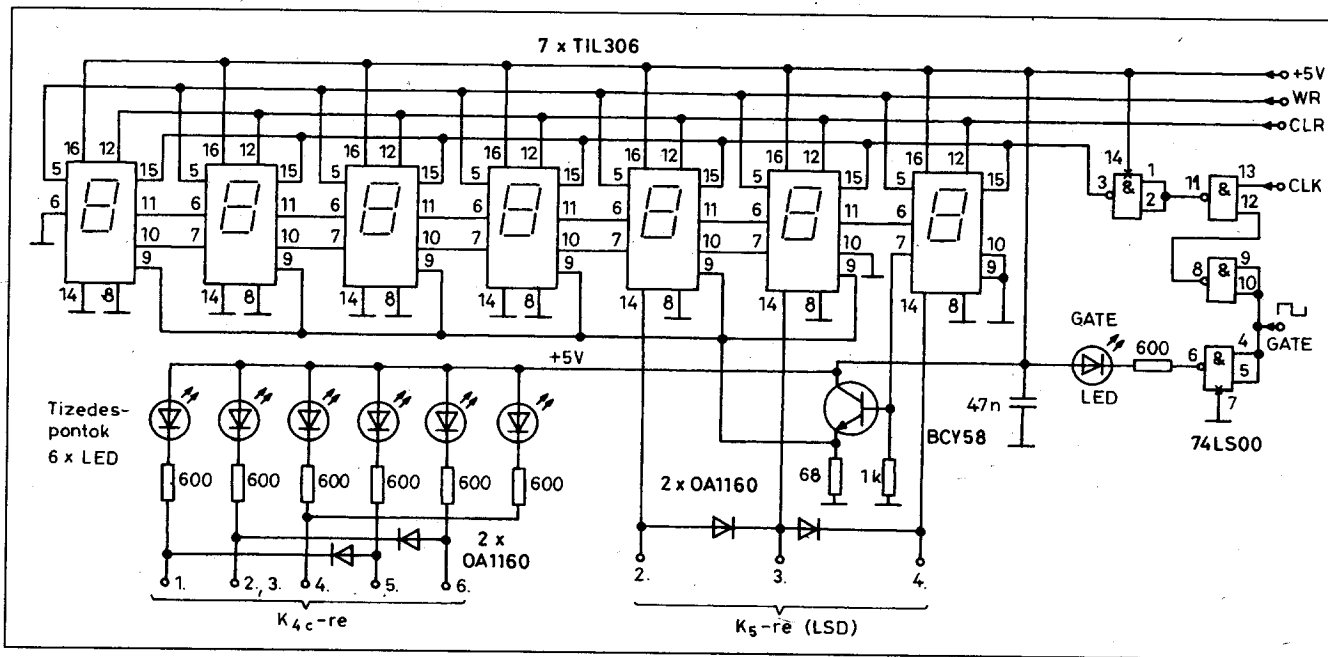
A K<sub>3</sub> kapcsolóval kiválasztott jel egy 74LS132 Schmitt-trigger IC-be kerül, amelynek utolsó tagja fázisfordítóként működik és a K<sub>2</sub> kapcsoló állása-



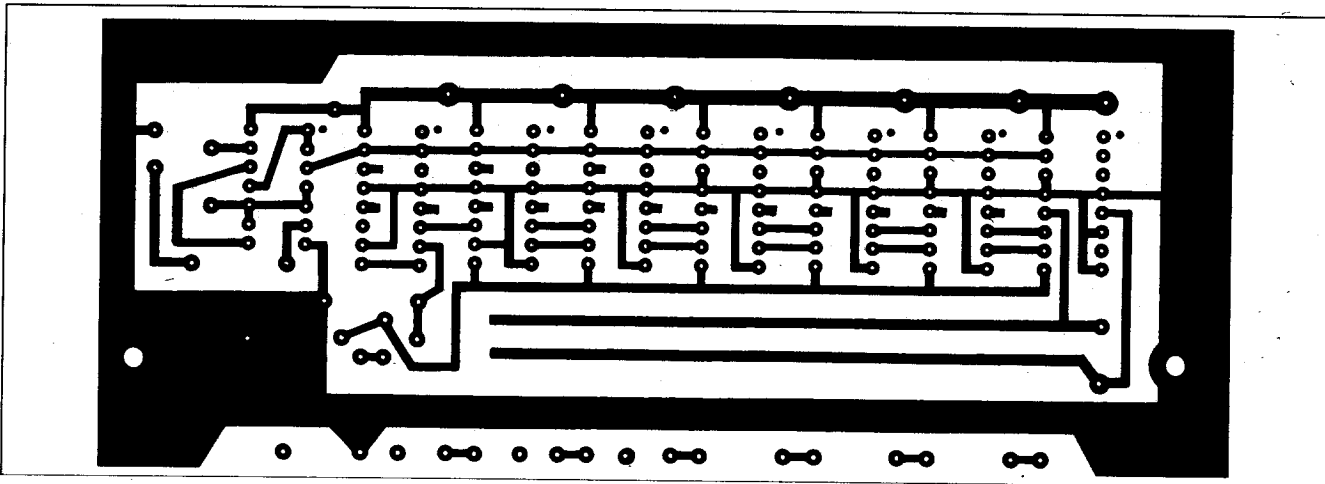
11. ábra. A gate-generátor nyák-lemezének fóliarajzolata



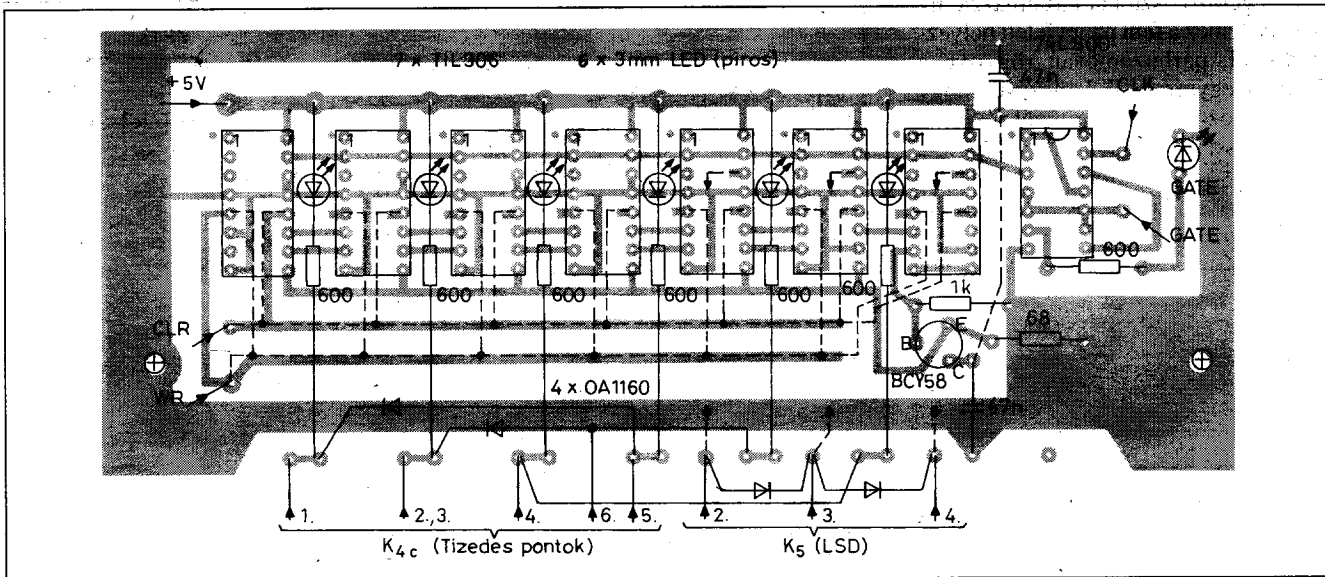
12. ábra. A gate-generátor beültetése



13. ábra. A display egység és a kapuzó áramkör kapcsolási rajza



14. ábra. A display egység nyák-lemezének fóliarajzolata



15. ábra. A display egység beültetése

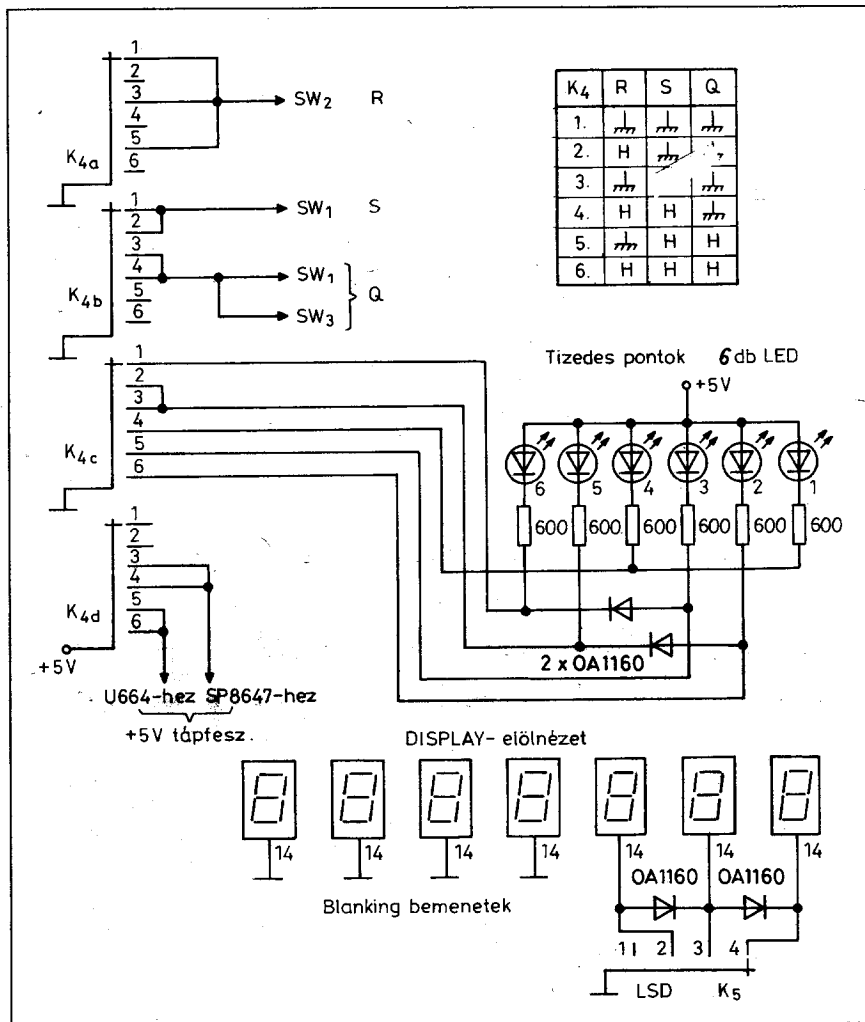
tól függően ez a fázisfordítás ki is használható. Az 5-tel kezdődő frekvenciájú jelek esetén a kimenet szimmetrikus négyszögjel és itt a fázisfordításnak semmi értelme. Az 5-ös osztók kimenetéről érkező jelek esetében azonban (ahol a frekvencia 1-gyel kezdődik), a jelalak impulzus-szerű, aszimmetrikus négyszögjel 1 : 4 arányú kitöltési tényezővel. Itt már van értelme a fázisfordításnak, mert a  $K_2$  kapcsoló állásától függően az impulzus, vagy pozitív vagy negatív irányú. Természetesen ezek a kimenőjelek a TTL síkon értendők, amplitúdójuk a 0 ... +5 V közötti értékű. A 3 db egymásután kapcsolt Schmitt-trigger meggátolja azt, hogy helytelen külső feszültség bekapcsolásával az idő-alap osztóit tönkretelhesük. Ilyenkor csak a 74LS132-es IC-t kell cserélnünk, ezért ezt célszerű foglalatba helyezni a könnyebb cserélhetőség érdekében.

A frekvenciamérés számára az osztólánc két közbenső pontjáról veszünk ki egy 1 kHz-es és egy 10 kHz-es jelet.

Az időalap egység egy 120 x 45 mm méretű egyoldalt fólirozott nyák lemezen van felépítve, amely nyák a készülék panelja alatt helyezkedik el (7. ábra). A nyáklemez fóliarajzatát a 8. ábra, beültetését a 9. ábra szemlélteti.

### Gate-generátor

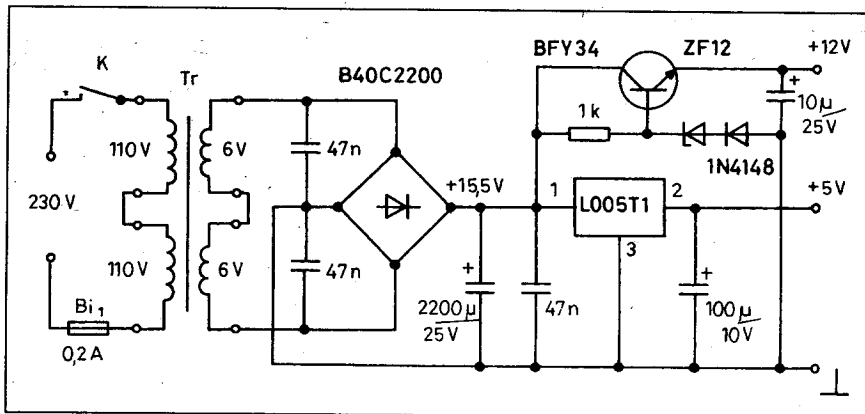
Az 1 kHz-es és 10 kHz-es négyszögjeleket arra a panelra vezetjük, amely a gate-generátor áramkört és az



16. ábra. A működtető kapcsolók és a tizedespontok bekötése



azt megelőző osztókat tartalmazza. Ez a nyák-lemez a fém panel felett helyezkedik el, párhuzamosan rögzítve a Display egység nyák-lemezével, hogy a csatlakozó vezetékek minél rövidebbek lehessenek. Ennek az egységnek a kapcsolási rajza a 10. ábrán látható. Az 1 kHz-es és a 10 kHz-es jelek közül az SW<sub>2</sub> kapcsoló-egység (74LS00) választ aszerint, hogy az R-rel jelölt vezérlő-vezetéken L (föld), vagy H-szint (+5 V) érkezik. Az SW<sub>2</sub> kimenete (11. pont) két osztót táplál, amelyek közül a 74LS390 100-at oszt, míg a 74LS393 osztása az adott bekötés mellett 64-szeres. Ezen utóbbi azért szükséges, hogy a gate-frekvencia (illetve a kapu nyitvatartási ideje) konform legyen az 1 GHz-es előosztó 64-es osztási viszonyával. A két osztó kimenetét az SW<sub>3</sub> csatlakoztatja a tulajdonképpeni gate-generátorra a Q-val jelölt vezérlő vezetéken érkező jel szintjének megfelelően. A gate-generátor bemenetén tehát a fentiek szerint vagy 10 Hz, illetve 100 Hz, vagy 15,625 Hz, illetve 156,25 Hz frekvenciájú négyszögjel található az R és Q pontokon megjelenő vezérlő feszültségek szerint. Az alacsonyabb frekvencia a lassú működéshez, a ma-



17. ábra. A tápegység kapcsolási rajza

gasabb frekvencia a gyors működéshez tartozik. A gate-generátor az adott kapcsolásban létrehozza a szimmetrikus kitértési tényezővel bíró kapuzó-jelet (gate) és a kapu lezárt állapotában megjelenő beíró (WR: write, más néven: load) és törlő (CLR: clear) jeleket. A WR és CLR nullába menő keskeny impulzusok közül először a WR jelenik meg, majd ezt követi a CLR. A gate-generátor az előtte lévő osztókkal és az SW<sub>2</sub> és SW<sub>3</sub> digitális kapcsolókkal egy 152×60 mm méretű, egyoldalt folíro-

zott nyák-lemezen foglal helyet. Ennek fóliarajzolatát a 11. ábra, beültetését a 12. ábra szemlélteti.

### Display egység

A display (kijelző) egység 7 szegmenses integrált áramkörei (TIL306-ok) az előlappal párhuzamosan elhelyezett, egyoldalt folírozott nyák-lemezen foglalnak helyet. Ezen az ugyan-csak 152×60 mm méretű lemezen van a 74LS00 IC-vel kivitelezett kapu-

Ha versenyben akar maradni, versenyképes kommunikációra van szüksége.  
Válassza a TAIT Orca Excel rádióját!

#### Jellemzői röviden:

- ♦ 100 csatorna (Élan 16 csat.)
- ♦ Strapabíró konstrukció
- ♦ Kompakt, ergonomikus kivitel
- ♦ Nagy hangerő
- ♦ Szelektív hívás
- ♦ Billentyűzet és kijelző
- ♦ DTMF tárcsázás

Robusztus, megbízható mobil készülékek hasonlóan kiváló jellemzőkkel, széleskörű programozhatósággal és szelektív hívási lehetőségekkel, sokféle tartozékkal és típusengedéllyel szintén a TAIT kínálatából. Bővebb információ telefonon, vagy a [www.taitworld.com](http://www.taitworld.com) weblapon.



- TÍPUSENGEDÉLYES
- Két programozható gomb segítségével a négy leggyakrabban használt funkció gyors elérése.
- Jól olvasható, 2x12 karakteres, hátérvilágításos kijelző.
- Telep állapot indikátor a kijelzőn.
- A csatorna és hívási adatok egyszerű bevitelle billentyűzetről.
- Bekapcsoláskor PIN-kód és szöveges bejelentkezés
- Sötétben is használható billentyűzet energia felhasználása nélkül!
- Fejlett szelektív hívási lehetőségek, DCS és CTCSS, SEL5, hívókód kijelzés
- Intelligens telepkímélő funkciók.
- Univerzális csatlakozó felület.
- Handset üzemmód: zajos környezetben is zavartalan beszélgetés.

- Robusztus konstrukció, MIL-STD-810 C, D, E és IP54 megfelelésig.
- 1100, 1500, v. 1850 mAh kapacitású akkumulátor
- Egygombos hívás, segélyhívás, prioritás funkciók.
- Frekvenciatartomány: 136-174MHz, 400-470MHz.
- Csatornatávolság: 12,5/20/25KHz, programozható
- Kimenőteljesítmény: 1, 2,5, 5W VHF, 1, 2,5, 4W UHF
- Előre programozható hívások száma: 20 DTMF hívás, 300 szelektív hívás, 1 egygombos hívás.
- Működési hőm.tartomány: -30 °C - +60 °C
- Tartozékok: övcsipesz, hangszóró mikrofon, asztali (kondicionálhatóval egybeépített) gyorstöltő, multi töltő, asztali töltő, bőrtokok, gk. töltő és kihangosító
- GP-300 kompatibilis audió csatlakozás

Teljeskörű kommunikációs megoldások az ANICO-tól!

**ANICO**  
HAÖMM-HAÖLC

Híradástechnikai Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. Nyiregyháza, Arany J. U. 7.  
Postacím: 4402 Nyiregyháza Pf. 47. Telefon/fax: (42) 310-808, 424-007  
E-mail: [anico@szabinet.hu](mailto:anico@szabinet.hu)

Budapesti üzletünk:  
XIII. ker. Visegrádi utca 36. Telefon/fax: 329-4089 email: [anico@elender.hu](mailto:anico@elender.hu)

*Ne várjon!  
Telefonáljon!  
Még ma!*

áramkör is (gate). A Display egység kapcsolási rajza a 13. ábrán látható. A TIL306-osok lábkiosztása az alábbi:

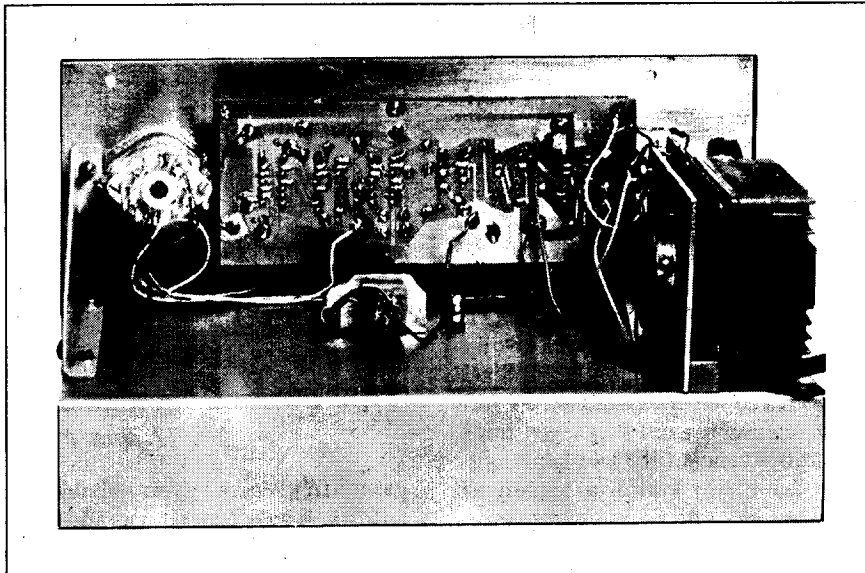
1. QB output
2. QC.output
3. QD output
4. QA output
5. WR (write) input
6. Riple blanking
7. Max. count output
8.  $-V_{cc}$  (ground)
9. Paralel count enable
10. Serial count enable
11. Riple blanking output
12. CLR (clear) input
13. Decimal point in (H)
14. Blanking input (H: blank)
15. Clock(CLK)input
16.  $+V_{cc}$  (+5V)

(Itt az eredeti gyári, angol nyelvű kifejezéseket használtuk a tévedések csökkentése végett.)

A 7 db kijelző lehető legmagasabb üzemi frekvenciája érdekében szükséges volt az első és a többi IC közé egy impedanciaváltó tranzisztort beiktatni (BCY58). Ez a tranzistor kis impedancián hajtja meg a paralel count enable bemeneteket. A 6 db IC ezen bemenetét az 1 db legelső IC (a rajzban a jobb oldali) csak úgy képes meghajtani, hogy a teljes rendszer határfrekvenciája 10 MHz alá csökken. Így viszont a határfrekvencia kb. 13 MHz-re volt növelhető. A 74LS00-val felépített kapuáramkör egyik tagja egy az előlapra kihelyezett LED-et táplál, amely jelzi a kapuzás működését.

Szándékosan nem használtuk a TIL306-osokba beépített tizedespontokat, mert azok messziről nem jól láthatók és bekötésük is kényelmetlen lett volna a nyák-lemezen. Helyettük az IC-k közé egy-egy – összesen 6 db – 3 mm-es piros LED került beépítésre. Ezek úgy vannak kapcsolva, hogy a Hz-es helyértékek és a kHz-es helyértékek előtt egyidejűleg megjelennek, azaz a kijelzőn szinte mindig 2 db LED világít. Az 1000 MHz-es méréshatáránál azonban csak mindig 1 db LED világít, mert itt már nincsen Hz-es kijelzés.

A Display egység nyák-lemezének fólia-rajzolatát a 14. ábra, beültetését a 15. ábra mutatja. *Figyelem! A kijelző-egység nyák-lapján a TIL306-osok 2-es és 4-es lábát nem szabad beforrasztani! Sőt, célszerű forrszemeiket csigafúróval enyhén kisüllyeszteni!*



18. ábra. A frekvenciamérő belső felépítése hátulnézetben

A készülék működési módja az előlapra kihelyezett  $K_4$  és  $K_5$  kapcsolókkal választható. A  $K_4$  feladata az előosztók kiválasztása és a megfelelő  $SW_1$ ,  $SW_2$  és  $SW_3$  digitális kapcsolók aktiválása az R, az S és a Q vezérlő jelek útján. Az előlapi kapcsolók feladatait a 16. ábra szemlélteti. A  $K_4$  kapcsoló egy 2 tárcsás, 6 állású, kisméretű yaxley kapcsoló, amelynek az előlaphoz közelebbi tárcsája kapcsolja a R, az S és a Q vezérlő jeleket, míg az előlaptól távolabbi tárcsája a tizedespontok kigyújtását végzi, illetve a két előosztó áramkörnek ad +5 V-os tápfeszültséget. Az R, S, Q jelek igazságtáblázata is látható ezen a rajzon. Az L-szintet (föld) a kapcsoló hozza létre, míg a H-szintet a nyákokra kihelyezett 2,2 k $\Omega$ -os fehézőellenállások és diódák. A  $K_5$  kapcsoló feladata az, hogy állásától függően kijelöli a legkevésbé fontos helyértéket (LSD: Least Significant Digit) amelyre még éppen szükségünk van. Ugyanis nem minden esetben szükséges mind a hét számjegyet figyelni, mert az zavaró, vagy a legkisebb helyértékű számok sokszor gyorsan változnak egy-egy mérés alkalmával. Ilyenkor az utolsó három számjegyből akár mind a három vagy kettő vagy egy kikapcsolható anélkül, hogy a magasabb helyértékek működése megváltoznék. A  $K_5$  kapcsolóval a nemkívánatos alacsony helyértékek világitása kapcsolódik ki az IC 14. pontjára (blanking input) adott H-szinttel. Az IC akkor világit, ha ezen a ponton L-szint (föld) van.

### Tápegység

A készüléket egy a Puskás Tivadar Szövetkezet által gyártott, 11,5 VA terhelhetőségű hálózati transzformátor látja el tápfeszültségekkel.

A tápegység kapcsolási rajza a 17. ábrán látható. Itt egy L005T1 típusjelű +5 V-os stabilizátor IC-t alkalmaztunk (TO-3 tokozású), de helyette bármilyen gyártmányú 7805 típusú TO-220 tokozású modernebb IC is megfelel. Természetesen ezt az IC-t hűtőbordára kell szerelni, ez üzem közben enyhén langyos.

A 2 db BF960-as tranzistorhoz szükséges +12 V-os tápfeszültségen csak néhány mA az áramfelvétel. Ezért nem tartottuk szükségesnek erre a helyre egy gyári stabilizátor alkalmazását. Helyette egy BFY34-es tranzistor, egy ZF12 Z-dióda és egy 1N4148 szilíciumdióda látja el a stabilizálás és a brumm-csökkentés feladatát.

A tápegység a  $2 \times 110 \text{ V} / 2 \times 6 \text{ V}$ -os transzformátorral önálló egységként a panel felett foglal helyet. Mivel felépítése nagyon egyszerű, nyák-lemezének fóliarajzolatát nem tartjuk szükségesnek megadni.

A teljes készülék egy  $260 \times 130 \text{ mm}$  előlapméretű és 145 mm mély alumínium dobozban kapott helyet. Hagyományos, vízszintesen elhelyezett fém panelja  $250 \times 135 \text{ mm}$  felületű, magassága 40 mm, anyaga 1,5 mm-es félkemény alumínium lemez.

A készülék belső felépítésére a 18. ábra ad felvilágosítást.

# Ex. Hertz – Windom – FD-4 avagy a legegyszerűbb többsávós adóantenna

Stefanik Pál okl. villamosmérnök, HA5BT

A cikk címe egy fejlődési folyamatra szeretné felhívni a kedves Olvasó figyelmét. Egy, valamikor sok-sok ezer rövidhullámú rádióamatőr által használt adóantennára, mely a népszerűségi listán – a maga idejében – az élen foglalt helyet.

Az egyszerű megépíthetőség, az egyhuzalos táplálás, a viszonylag jó sugárzási tulajdonságok tették akkoriban annyira népszerűvé. A hátrányai pedig, a BCI és a TVI, csak néhány évtizeddel később jelentkeztek. Amikor megszűletett, az amatőrök által használt teljesítmények (5...15 W) még nem „hozták ki” a fent említett hátrányokat. Majd csak az '50-es, de inkább a 60-as évek során létrejött új antenna-konstrukciók sok fajta és jól működő változata szorította háttérbe. De talán ezt sem szabadna így leírni, mert ugyanez a fejlődés, mely létrehozta az új antennatípusokat, az eredeti „ős” ex. Hertz- (excentrikus Hertz-) antennát is megújította és szellemes ötletek alkalmazásával az „eredendő bűnöktől” (BCI, TVI) megszabadította. Ezek az előnyös változtatások, melyeket a későbbiekben tárgyalni fogunk, tették még napjainkban is népszerűvé az ex. Hertz-et, a kezdők első, jól működő, többsávós sugárzójává.

Úgy gondolom, hogy célszerű lesz a rádióamatőr mozgalom „aranykorába” visszanyúlni, márcsak azért is, hogy a mai fiatal amatőrnemzedék képet kapjon arról, hogy honnan indultunk el és hogy jutottunk a sok-sok elemes yagik, quadok, Swan-antennák stb. ma használatos birodalmába.

Szerencsés amatőr vagyok, mert rendelkezésemre áll az „aranykor” csaknem minden magyar nyelvű folyóirat és könyv irodalma a húszas évektől. Módomban állt végigböngészni e nemes oldalakat, kizárólag az antennatémára koncentrálni.

A teljesség igénye nélkül felsorolok néhány címet 1926-tól kezdve 1952-ig, itt-ott megemlítve az érdelemes tartalmat.

A Rádió Amatőr 1928-as évfolyamában (korábban nem volt antennás

írás) megjelent cikkek: *Vermes Miklós*: Az antennák rezgési állapota, *Kurländer Ottó*: Antennák rövidhullámú adók részére. *J. Fuchs* (EAaa hívójellel oszt-rák amatőr): Adóantennák rövidhullámok számára c. cikke a '29-es év során négy folytatásban jelent meg és főleg T- és L-antennákat ismertet, valamint azok táplálási módját és hangolását. Ebben az évben és cikkben jelenik meg a magyar szakirodalomban az első, általános ismertetés az ex. Hertz antennáról. A cikk a T-antennából vezeti le az ex. Hertz működését, mondván, hogy a T-antennánál alkalmazott középen kialakított betáplálási pontot el kell tolni az antenna egyik vége felé. Némi tévedése a szerzőnek, hogy: „*Itt felhívjuk a figyelmet arra, hogy ezzel az antennával csak az alaphullámon lehet dolgozni s a munka harmonikus rezgéseknél lehetetlen.*” Jó tippet ad viszont a betáplálási pont helyes megállapításához: az antenna közepében ( $\lambda/4 + \lambda/4 = \lambda/2$ ), ahol – mint ismeretes – az áram maximális értékű, egy hődrótos műszert kell beiktatni és a betáplálási pont változtatásával maximális áramot kell beállítani. A mérőműszert – írja – távcsővel kell figyelni! (Hi) Ötletes, csak kissé nehezen kivitelezhető munka!

Az 1933-as évfolyamban egy 32 m-es antennát ajánl a szerző 3 sávra. Majd 1936-ban már a Rádió Technika foglalkozik amatőr adóantennákkal. A júliusi számban *Kiss Lajos* (HAF8C) méretezési képletekkel fűszerezett cikke istápolja az amatőrök antennaépítési munkáját. Ebben a cikkben a szerző hat fajta adóantennát ismertet: Fuchs-antennát (3,5–28 MHz-ig és 160 méterest), 52 m-es L-antennát, ex. Hertz-et, „V”-antennát, Hertz-dipólt és egy Zeppelin-, azaz „Zepp”-antennát. Ez utóbbit Beggarow-antennának nevezték, mert Beggarow német tengeragy alkalmazta először a Zeppelin léghajókon.

Érdeemes megemlíteni, hogy HAF8C az R. T. 1936. szeptemberi számában ismerteti az „Univerzális csatoló egységet” (Collins-szűrőt), mint az amatőr adók antennáihoz való csatolás csaknem minden problémáját

megoldó illesztőáramkört. Majd 1939-től a magyar szakirodalomban is megjelennek a hagyományosnak mondható és már eddig is felsorolt antennák mellett a „Q”-beam, a W8JK-féle beam, a soros dipólok stb.

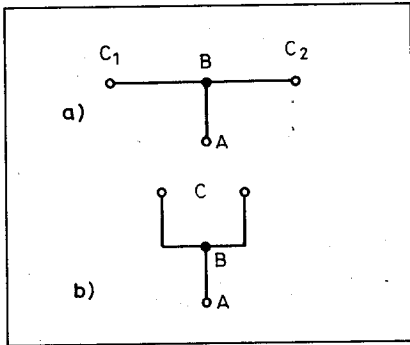
Említésre méltó még a Rádió Technika 1941-es évfolyamában közölt nagyszerű antennás cikksorozat, melynek szerzője, sajnos, ismeretlen. E sorozat az alapfogalmaktól kezdve tárgyalja az adóantennákat, a hangolt és hangolatlan tápvezetékeket és végül a csatoló-illesztő tagokat. Ezen kívül még egy jó antennás sorozatot kell megemlíteni a Rádiótechnika 1952-es évfolyamából, amelyből majd később idézni fogunk.

Idézésre érdemesek az előbbi felsorolásban szereplő, az 1941-es Rádió Technikában a „Rövidhullámú tanfolyamunk” fejléc alatt megjelent „Adóantennák” című cikknek bevezető sorai. Íme, az ismeretlen szerző megszívlelendő sorai:

„*Nem győzzük eleget hangsúlyozni az antenna fontosságát. Tanácsaink során mindig azt hangsúlyozzuk, hogy inkább kisebb energia, de jól átgondolt és jól megépített antennánk legyen. Jó antennával hallottunk összeköttetést pl. Magyarország és Dél-Amerika között 2,5 watt bemenő energiával, de hallottunk végnélküli cq-dx-eket is 100–150 wattal. Ismerünk amatőröket, akiknek 15–20 watt mellett naponta fónia qso-juk volt számtalan tengeren túlról és ismerünk olyanokat is, akiknek tízszeres energia mellett is ünnepnap volt egy-egy USA összeköttetés.*”

A fentieket azért tartottuk szükségesnek elmondani, hogy ezzel is rámutassunk a kérdés jelentőségére.

Itt kell még kitérni néhány szóval a csatoló egységekre is. Az univerzálisnak mondott csatolóegységekkel is – a hullámhosszra való tekintet nélkül – néhány méter huzallal lehet hazai összeköttetéseket lebonyolítani, esetleg egy-egy szomszédos országgal, de jó antenna is kell hozzá! Éppen ilyen bazona az univerzális antenna is. Gyenge eredmény érhető el vele, de csúcstelje-



1. ábra

sítmény soha! Ismételten megjegyezzük, hogy nem kis távolságú adásról van szó, hanem tengerentúli dx lehetőségekről beszélünk.”

Engedtessek meg nekem, hogy a további évfolyamok antennairódmát már ne említsem, mert nem kívánatosan hosszúra nyúlna a felsorolás. Jelen cikkünk címéből következőleg az ex. Hertz-antennán keresztül el szeretnénk jutni – a kezdő amatőröket támogatandó – a koaxkábelrel és egy balun trafón keresztül táplált egyszerű, többsávos dipól antennához, amely az FD-4-hez hasonló „home made” gyártmány.

### Az excentrikus Hertz-antenna

Ez a kiindulási alap, az ex. Hertz-antenna. Honnan származik, ki „fedezte fel”? A kérdésre – talán – a Rádió Amatőr 1929 szeptemberi számában megjelentetett cikk ad választ. Mint már korábban említettük, J. Fuchs osztrák amatőr írt a lap számára egy sorozatot „Adóantennák rövidhullámok számára” címen. Az említett szeptemberi cikk az „Egyvezetékes adó antennák”-ról szól:

„Az antennáknak ezzel a formájával úgyszólván csak a megemlékezés kedvéért foglalkozunk. Mikor ez a típus használatba került, feltűnést keltett főként azon oknál fogva, hogy elméletileg nem volt teljesen igazolható, jólehet a vele elért eredmény néha rendkívül ki-elégítő volt...”

A következőkben ezen antennáknak egy alakját fogom tárgyalni, melynek az az előnye, hogy áttekinthetően dolgozik, és sugárzás tekintetében mindenkor ellenőrizhető.

Ha egy T-antennát megtekintünk (1. ábra), úgy látjuk, hogy az nem egyéb, mint egy, a hosszának nagyobb részén át kettős huzallal vezetett antenna. Elméletileg tehát azonos a 2. ábra

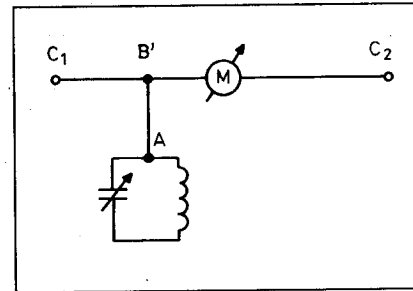
szerinti típusal. Ha például ezt az antennát (1. b ábra) az alsó végén feszültségelőkessel rezgésbe hozzuk, úgy A-tól C-ig sugárzik. Ha azonban – mint azt az ábra (2. ábra) mutatja – a B csapólási pontot, mely az 1. ábrán pontosan középen van, B' felé toljuk, így kis fázisadással olyan antennaberendezést kapunk, melynél csupán C<sub>1</sub>B'C<sub>2</sub> rész sugárzik, míg a B'A rész, mint tápvezeték szolgál, tehát nem sugároz ki. Ez az antenna az eddigiektől eltérő berendezést mutat...

A tápvezeték, melynek hossza különbözős, ideiglenesen a C<sub>1</sub>C<sub>2</sub> első harmada és első negyede közé kapcsoljuk (mint B'). A legfázisadósabb most már a helyes csatlakozási pont megtalálása. Az adást a C<sub>1</sub>C<sub>2</sub> által meghatározott alaphullámon kezdjük s azután a tápvezeték B' csatlakozó pontját fél-fél méterenként szisztematikusan eltoljuk és pedig úgy jobbra, mint balra az ideiglenes csatlakozóponttól.

Mindenik állásnál följegyezzük az antennaáramot, melyet az antennatápvezetékbe iktatott hődrót amperméterről olvashatunk le. Ily módon keressük meg a B' pontot, melynek az lesz a megfelelő helye, amelyik még a legnagyobb antennaáram mellett az antenna végéhez a legközelebb van.

A hődrótműszert a sugárzó rész közepére kell kapcsolni és távcsővel leolvasni; az antennát számtalanszor le és fel kell húzni, úgyhogy a beállítás rendkívül kényelmetlen, ami hozzájárult ezen típus elhanyagolásához.”

Talán nem túlzok, ha kijelentem, a fenti sorokat olvasván, hogy így és ekkor születhetett meg az ex. Hertz-antenna, valamikor az 1928–1929-es esz-

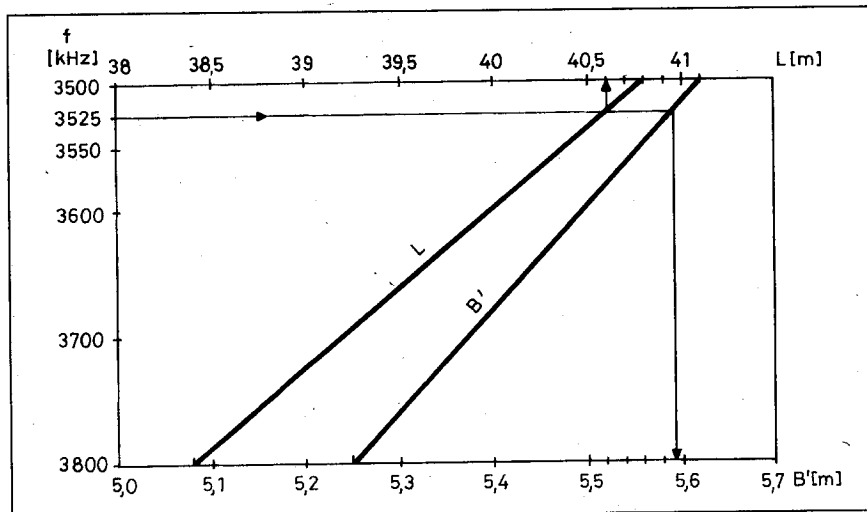


2. ábra

tendők során. És azt is meg kell mondanunk, hogy a betáplálási pont megállapításának nehézsége nem vezetett ennek az antennatípusnak az elhanyagolásához! Sőt, éppen ez időben (1929) futott fel a csúcsra, mert egy amerikai amatőr, Lorenz Windom (W8GZ) „felfedezte” ennek az antennának azt a halhatlan előnyét, hogy az amatőrsávok harmonikusainak elhelyezkedése következtében, egy antennával négy amatőrsávon (3,5–7–14–28 MHz) lehet dolgozni. Felfedezését az amerikai amatőrlap, a QST közölte 1929-ben, a szeptemberi számban. Egyszerűsége és kiváló sugárzási tulajdonsága rövidesen az adóantennák első soraiba emelte.

Nálunk, már ahogyan korábban említettem, a Rádió Technika 1936 júliusi számában HAF8C ismertette az ex. Hertz-antenna méretezését. Majd a Rádiótechnika 1952-es évfolyamában közzétett kiváló cikksorozat, „A rövidhullámú amatőr adóantennái” is foglalkozott ezzel az antennatípussal:

„Excentrikus Hertz-antenna. Ez az antenna típus az adóamatőrök legkedveltebb antennája. Rendkívül egyszerű



3. ábra

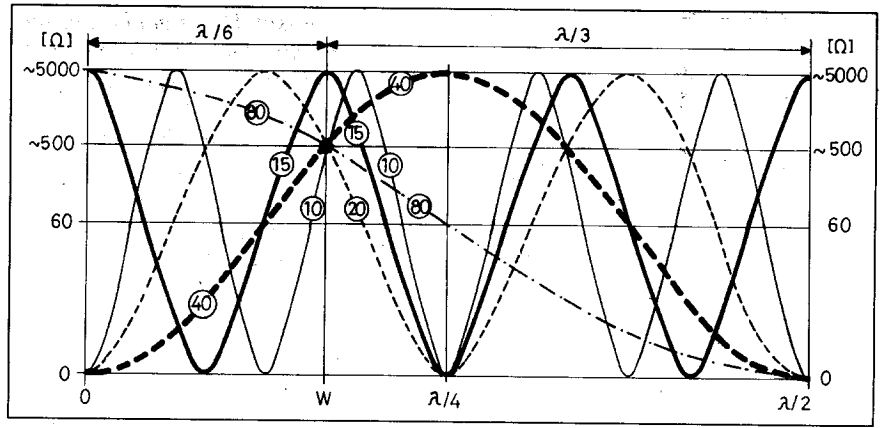
és sugárzási viszonyai igen jók. Nem kell hozzá kettős tápvezeték építeni és tápvezetéke mégis igen keveset sugároz. Az antenna felhullámú sugárzó részből áll. Az energia betáplálása egyhuzalos tápvezetékkel, mégpedig haladókullámú tápvezetékkel történik.”

A szerző a továbbiakban a betáplálási pont megkeresésére számítási eljárást ajánl és egy táblázatot. Felhívja a figyelmet arra is, hogy a tápvezeték illesztése csak az alaphullámon helyes, harmonikusan való dolgozás esetén az illesztés felborul és veszteségek lépnek fel.

Az eddig elmondottakból következtethető, hogy ennek a nagyon egyszerű, de jól működő antennának egyetlen „Achilles-sarka” van: A megfelelő betáplálási pont helyének megtalálása. Vagyis az excentricitás, az eltolás mértékének a kiszámítása az antenna közepétől, az antenna egyik vége felé. Mint közismert, az ex. Hertz-antennát „egy szál” tápvezetékkel tápláljuk, melynek a hullámellenállása 1–3 mm átmérőjű huzal esetén közelítőleg 500 Ω abban az esetben, ha az antenna elektromosan kifogástalan föld felett van kifizítve. A  $\lambda/2$  hosszúságú dipól talpponti ellenállása a középpontban 73 Ω, míg az antenna végén több, mint 5000 Ω. Ha tehát az 500 Ω huzalellenállású tápvezetékkel illesztési akarjuk az antennához, akkor azon, a középtől kiindulva az antenna egyik vége felé haladva, meg kell keresni az 500 Ω-os impedanciát. Ha ezt megtaláljuk és e pontban tápláljuk az antennát, a tápvezetékben haladókullámok alakulnak ki, az antenna kiválóan fog sugározni. Ezt az állapotot egyszerűen egy glimmlámpával is ellenőrizhetjük. A glimmlének az egész tápvonal mentén közel egyforma fénytel kell égnie. Helytelen talpponti betáplálás esetén a tápvezetékben állókullámok alakulnak ki, és így az rosszul fog működni.

Ezek után most már az a fő feladat, hogy valamilyen módon meg kell keresnünk a helyes betáplálási pontot, azaz az eltolásnak a mértékét. A rendelkezésre álló irodalomból nyolc lehetséges módszert tudtam összeszedni az excentricitás mértékének a meghatározására. Mind a nyolc számítási eljárás, amint majd látni fogjuk, kisebb-nagyobb eltéréssel, de különböző eredményt adott.

A legalacsonyabb rezonáns sávot 80 m-re véve az egyik számítási mód az antenna egyik végétől számítva



4. ábra

15,31 m-t, a másik pedig 13,43 m-t eredményezett. Így tehát marad a kérdés: Melyiket szeressük?

Tehát van egy 1,88 m-es intervallum, amelyen belül megtalálható a helyes betáplálási pont. Ezt a pontot pedig csak „gyakorlati” munkával tudjuk megtalálni. Az antennát fel-le kell húzgatni, a betáplálási pontot minden esetben átforrasztani és ellenőrizni az antenna működését. Ez a módszer pedig, az esetek többségében – a helyi viszonyok miatt – nem kivitelezhető. Ha viszont az megoldható, hogy az antennát „csak” 4–5 m magasra húzzuk fel és a tápvezetékét nem forrasztjuk rá, hanem ide-oda húzhatóvá tesszük, így viszonylag könnyen és eredményesen meg tudjuk oldani a feladatot. (Zárójelben mesélem el, hogy tudomásom van arról, hogy a derék amatőr valamikor a tűzoltóság magas létráját

vette igénybe a fent javasolt művelet elvégzésére, és igen jó eredménnyel! Nem titok, hogy „annak idején” ezt YO5LC hajtotta végére.)

#### A táp pont helyének meghatározása

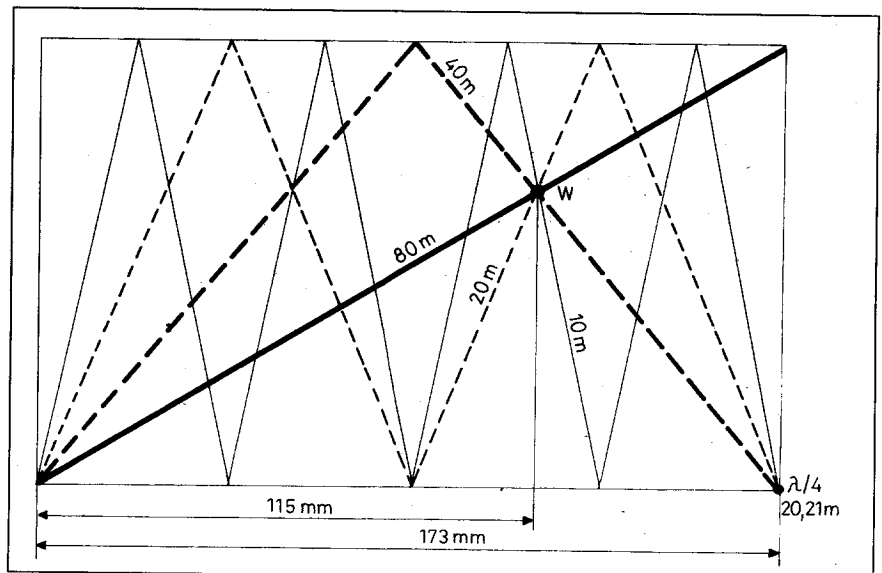
Első lépésként meg kell határozni az üzemi frekvenciát és ebből kiszámítani az antenna fizikai hosszát:

$$L = \frac{150 \cdot (n - 0,05)}{f}$$

ahol

- L = az antenna fizikai hossza m-ben,
- n = az antennán levő  $\lambda/2$  hullámok száma,
- f = az üzemi frekvencia MHz-ben.

Legyen 3525 kHz az üzemi frekvencia, így a  $\lambda = 85,10$  m, ekkor



5. ábra

$$L = \frac{150 \cdot (1-0,05)}{3,525} = \frac{142,5}{3,525} = 40,42 \text{ m}$$

1.) J. Fuchs szerint a betáplálási pontnak az L egy negyedének és egy harmadának az intervallumában kell lennie:

$$\frac{L}{4} = 10,10 \text{ m} \quad \frac{L}{3} = 13,47 \text{ m}$$

2.) Az amerikai Hand Book szerint a B eltolási pont az antenna végétől:

$$B=L \cdot 0,36=40,42 \cdot 0,36=14,55 \text{ m}$$

vagy

$$B=L \cdot 0,367=40,42 \cdot 0,367=14,83 \text{ m}$$

3.) Ugyancsak az amerikai Hand Book szerint, a B eltolás az antenna közepétől 14%-nyira van:

$$L=40,42 \text{ m}$$

$$40,42 : 100\% = x : 14\%$$

$$x = \frac{40,42 \cdot 14}{100} = 5,65 \text{ m}$$

$$B = \lambda/4 - 5,65 = 20,21 - 5,65 = 14,56 \text{ m}$$

4.) Az amerikai Hand Book grafika szerint (3. ábra):

$$L = 40,6 \text{ m}, \lambda/4 = 20,3 \text{ m};$$

$$B' = 5,59 \text{ m}; B = 14,71 \text{ m}$$

5.) Az 1952-es Rádiótechnikában megjelent cikk táblázata alapján:

Huzalátmérő [mm]	B az antenna egyik végétől [m]
2,0	0,179 $\lambda$
1,8	0,176 $\lambda$
1,6	0,174 $\lambda$
1,4	0,171 $\lambda$
1,2	0,169 $\lambda$
1,0	0,167 $\lambda$
0,8	0,164 $\lambda$
0,6	0,162 $\lambda$

Például:

$$L = \lambda \cdot 0,179 = 85,10 \cdot 0,179 =$$

$$L = 15,23 \text{ m}$$

(2 mm-es huzal esetén).

6.) Rothammal szerint:

$L = k \cdot \lambda/2$ ;  $B = \lambda \cdot 0,18$ , az antenna egyik végétől számítva (közelítőleg):

$$\lambda = 85,10 \text{ m};$$

$$B = 85,10 \cdot 0,18 = 15,31 \text{ m}$$

7.) A QRV-Technik 1972 augusztusi számában megjelent grafikon szerint (4. ábra):

$$\frac{\lambda}{6} + \frac{\lambda}{3} = \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = 85,10 \text{ m};$$

$$\lambda/6 = B = 14,18 \text{ m};$$

$$\lambda/3 = 28,36 \text{ m}.$$

8.) A saját grafikonom szerint (lásd 5. ábra):

$$\text{Ha } 173 \text{ mm} : 20,21 \text{ m} = 115 \text{ mm} : B$$

$$B = \frac{115 \cdot 20,21}{173} = 13,43 \text{ m}$$

Ezzel a grafikonnal kapcsolatban megjegyzem, hogy azt a Rádiótechnika már két alkalommal közölte (1983/5., 1991/7.). A minél pontosabb eredmények miatt eredetileg igen nagy ábrát rajzoltam. Az itt levő grafikon csak az elvet szeretné ismertetni. A szinuszhullámokat egyenes vonalak helyettesítik, de ez nem befolyásolja az eredményt, vagyis a Windom-pont helyének a meghatározását.

Tehát a  $\lambda/4$  értéke a nagy papíron (x-tengely) 173 mm, a Windom-pont, ugyancsak az x-tengelyen, pedig 115 mm. A most közölt (elvi) grafikonra e számértékeket írtam fel, tehát értelemszerűen kell ezekkel az adatokkal számolni.

### Az FD-4 – Windom-antenna

Miután megismertük a Windom-antenna előnyeit és hátrányait, térjünk most már rá a tulajdonképpeni eredeti célkitűzésünk megvalósítására. Már most megjegyezzük, hogy a koaxtáplálás mellett is megmarad a fő probléma, ugyanúgy, mint az eredeti Windomnál: A helyes betáplálási pont megkeresése a sugárzón.

Már az ex. Hertznel is megírtuk, hogy problémát jelentett a BCI és a TVI megjelenése, főleg akkor, amikor a csőtechnika fejlődése lehetőséget nyújtott nagyobb teljesítményű, 50–100–200 W-os amatőr adókészülékek üzemeltetésére.

Az „egyszálú” táplálás, az esetleges rossz földelés és az ebből származó zavarok szinte lehetetlenné tették a broadcast vevők hallgatását. E zavarok megszüntetése, az antenna módosítása az időközben megjelent modern, árnyékolt, kis veszteségű tápvezetékek-

kel, a koaxiális kábelekkel vált lehetővé.

Egy zseniálisnak mondható, egyszerű ötlet oldotta meg a műsorvételi zavarproblémákat és mentette meg a Windom-antennát. Az ötlet, hogy a Windomot koaxkábelrel lehet és kell táplálni, Von F. Spillner (DJ2KY) német amatőrtől származik, aki a QRV-Technik 1971 Nr.: 0. számában jelentette meg cikkét „FD4 – Windom-antenna” címen. Azóta a rádióamatőrök ezrei és ezrei dolgoznak ezzel a típusú antennával, azt hiszem nagy megelégedéssel.

Mi volt DJ2KY zseniális ötlete tulajdonképpen?

Az a felismerés, hogy az egyébként jól sugárzó Windomot, egy illesztő, ún. baluntranszformátoron keresztül koaxkábelrel kell táplálni. Csak ennyi és „csak” erre kellett rájönni! (Sokszor a legegyszerűbb és a legnagyobb dolgok a szemünk előtt vannak, de nem vesszük észre!)

### Az antenna méretezése

Egy FD4–Windom-antennát látnunk a 6. ábrán. Célunk ezek után az, hogy segítsünk kezdő adóamatőröknek egy ilyen antennát kiszámítani és megépíteni.

Legelső dolgunk annak eldöntése, hogy milyen üzemi frekvencián akarunk dolgozni?

Alapfrekvenciának válasszuk a 3,525 MHz-et, azaz a 80 m-es amatőrsávot, mert akkor annak a harmonikusain, 40, 20 és 10 m-en is tudunk majd dolgozni. Korábban már felírtuk azt a képletet, melynek segítségével kiszámíthatjuk az antenna fizikai hosszát:

$$L = \frac{150 \cdot (n - 0,05)}{f}$$

ahol

$L =$  az antenna fizikai hossza m-ben,

$n =$  az antennán levő  $\lambda/2$  hullámok száma,

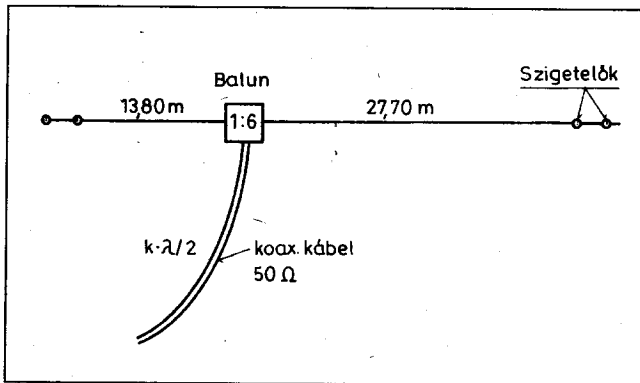
$f =$  az üzemi frekvencia MHz-ben.

Ebből számítva ( $f = 3,525$  MHz):

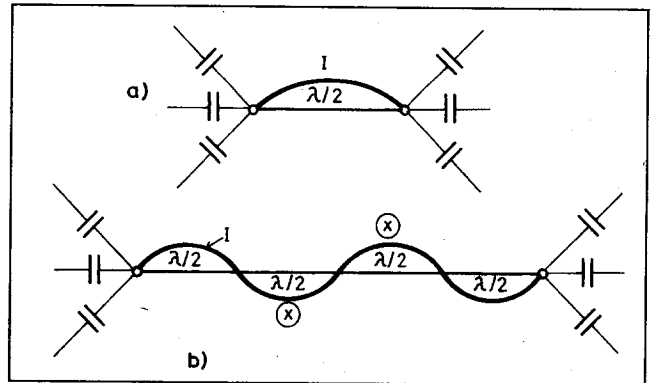
$$L = \frac{150 \cdot (n-0,05)}{f} = \frac{150 (1-0,05)}{3,525} =$$

$$L = \frac{150 \cdot 0,95}{3,525} = \frac{142,5}{3,525} = 40,42 \text{ m}$$

Az antenna fizikai hossza tehát 40,42 m. Ezzel a képlettel kapcsolatban feltétlenül meg kell említenünk egy,



6. ábra



7. ábra

eddig figyelembe nem vett körülményt. A fenti képlet csak az alappfrekvenciára adja meg helyesen az antenna hosszát. Ha ezt az antennát a harmonikusokon is használni akarjuk, akkor az előbb kiszámított antennahossz rövid lesz. Ugyanis a 80 m-es alaphullámra méretezett antenna  $\lambda/2$  értékű. De 40 m-en használva  $\lambda$ , azaz két  $\lambda/2$ , 20 m-en négy  $\lambda/2$ , 10 m-en pedig nyolc  $\lambda/2$ -es hullám helyezkedik el az antennán. Az antenna rövidülési tényezője az antenna végein fellépő kapacitív véghatásból adódik, lásd a 7.a ábrát. Amennyiben ugyanezt az antennát 20 m-nek megfelelő frekvenciával, pl. 14,05 MHz-cel gerjesztjük, ebben az esetben is csak a végeken lép fel rövidítő kapacitív véghatás. A közbenső szakaszon, ahol a két  $\lambda/2$  hullám helyezkedik el (x-szel jelölve), ott nem! Tehát nincs rövidítő hatás (7.b ábra). Ennek következtében az alaphullámú antenna a 3. harmonikuson (20 m) működteve rövid lesz! Nézzük az elmondottakat a számok tükrében:

$$L = \frac{150 \cdot (n-0,05)}{f} = \frac{150(4-0,05)}{14,05} =$$

$$L = \frac{-150 \cdot 3,95}{14,05} = \frac{592,5}{14,05} = 42,17 \text{ m}$$

Tehát az eredetileg 3,525 MHz-re méretezett antenna 14,05 MHz-en használva 1,75 m-rel rövidebbnek bizonyul. Ebből azt a fontos következtetést kell levonnunk, hogy az alaphullámra kiszámított sugárzó többsávós üzemben sohasem lesz pontos harmonikus az alappfrekvenciának. Ennek a fontos körülménynek a figyelembe vételét azoknak az amatőröknek is ajánlom, akik pl. delta-loop antennát építenek és több sávon szeretnék használni. (Kompromisszumnak lehet ajánlani, hogy a korábban kiszámított 40,42 m

antenna hossz helyett válasszuk a 20 méterre kiszámított 42,13 m hosszát. Igaz, hogy így meg a 80 és 40 m-es sáv használata során lesz túl hosszú az antenna.)

Mi a továbbiakban megmaradunk a 3,525 MHz-es alaphullámra kiszámított értéknél, mely 40,42 m-nek adódot.

### Az antenna balunos táplálása

Amint már a korábbiakban is említettük, a Windom-antenna az új betáplálási móddal újult meg és vált ismét közkedvelté. A koaxtáplálás megszüntette a BCI- és TVI-zavarokat. A koaxkábel alkalmazása azonban felvetett egy újabb megoldandó problémát: Hogyan lehet az alacsony impedanciájú, 50–75 Ω-os koaxkábel az 5...600 Ω-os talpponti impedanciájú antennához csatlakoztatni, hogy helyes illesztés valósuljon meg? Itt szeretném

megjegyezni, hogy a legújabb szakirodalmakban már több helyen az olvasható, hogy az egyhuzalos táplálású antenna talpponti ellenállása nem 500...600 Ω, hanem csak 300...350 Ω. Ugyanis a talpponti impedanciát erősen befolyásolja az antenna környezete és a földfeletti magassága. A 300...350 Ω-os feltételezett impedancia csak az alaphullámra vonatkozik, míg a harmonikusokon valamivel magasabb. A mérési gyakorlatom is igazolja ezt, így én is 300...350 Ω-mal számolok.

Az illesztés problémáját DJ2KY OM oldotta meg, amikor a tápkábel és az antenna közé egy ún. baluntranszformátort helyezett el. Ez volt az a zseniális meglátás, ötlet, mely a Windom-antennát ismét „szalonképessé” tette.

A koaxkábelrel nincs egyelőre semmi problémánk, mert annak minden paramétere gyárilag adott és a legtöbb esetben ismert. A leginkább használá-

Sorszám	N = n <sub>1</sub> + n <sub>2</sub> = 2 × 12 me.								
1.	n <sub>3</sub> (4–5 me.szám)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
2.	N (me)	24	24	24	24	24	24	24	24
3.	n <sub>4</sub> (me)	12	11,5	11	10,5	10	9,5	9	8,5
4.	á	2	2,08	2,18	2,28	2,40	2,52	2,66	2,82
5.	á <sup>2</sup>	4	4,34	4,75	5,21	5,76	6,38	7,10	7,96
6.	50	200 Ω	217 Ω	237 Ω	260 Ω	288 Ω	355 Ω	398 Ω	
7.	60	240 Ω	260 Ω	285 Ω	345 Ω	382 Ω	426 Ω	477 Ω	
8.	75	300 Ω	356 Ω	390 Ω	432 Ω	478 Ω	532 Ω	597 Ω	

A táblázat értelmezése a sorszám szerint:

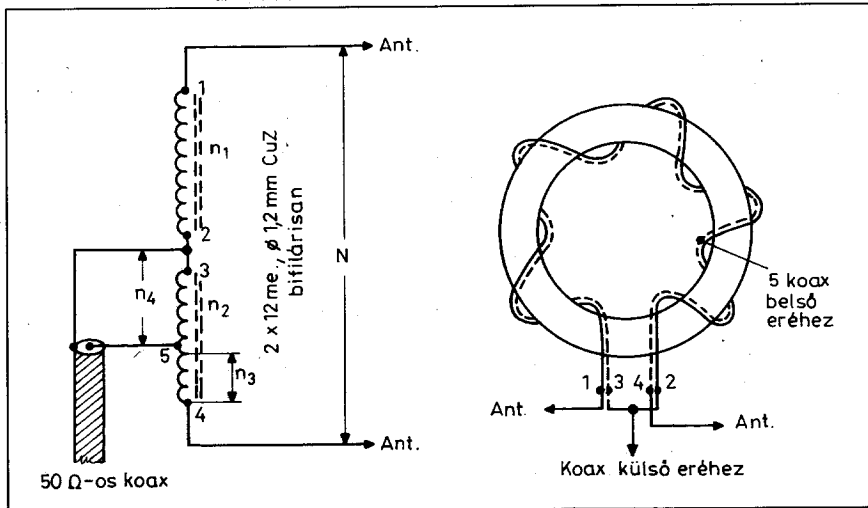
1. A 4-es és 5-ös pontok közötti menetszám
2. N = n<sub>1</sub> + n<sub>2</sub> = az összenetszám: 24 me.
3. Az n<sub>4</sub>, a 3-as és 5-ös pontok közötti menetszám

4. Az áttétel: N:n<sub>4</sub>

5. Az áttétel négyzete, a balun impedanciaáttételét adja

6., 7. és 8. sor első oszlopa a használt koaxkábel hullámellenállása, a további oszlopokban a talppontba transzformált impedancia





8. ábra

tos kábelek hullámellenállása 50 vagy 75  $\Omega$ . Hogy melyiket, mikor és miként kell használni, arról majd még később szólnunk. (Mi az antennánkhoz 50  $\Omega$ -os kábelt fogunk használni.)

A koaxkábelrel táplált Windom-antennának az illesztő baluntranszformátor a lelke. Ennek elkészítéséhez a következők szükségesek: egy kb. 5 cm átmérőjű, jó minőségű ferritgyűrű, melynek határfrekvenciája legalább 50 MHz,  $\mu$ -je legalább 100, keresztmetszete 1  $\text{cm}^2$  fölött van. Az amatőr gyakorlatban közkézen forgó ferritgyűrűk adatai a legtöbb esetben sajnos nem ismertek, de általános „ököl szabályként” elmondható, hogy lehetőleg minél nagyobb keresztmetszetű példányt használjunk. Ha gyűrűvasunk az üzemi frekvenciákon már nagyon veszteséges és nem elegendően nagy keresztmetszetű, akkor nem bírja majd a terhelést és melegedni fog. (A vasat 5...10 perces folyamatos üzemeltetéssel tesztelhetjük, ellenőrizve a melegedését. Ez antenna nélkül is megoldható, ha van egy megfelelően nagy terhelhetőségű műterhelésünk.)

A balunhoz használt huzal átmérője nem lehet 1 mm-nél kisebb. A gyakorlatban én az 1,2 mm-es zománc vagy teflon szigetelésű huzalt használom. A ferritgyűrűt, zománcszigetelésű huzal használata esetén, célszerű szigetelő szalaggal „szigetelni”, nehogy a huzal zománc szigetelése a ferritgyűrű élén lepattogzon, ezzel menetzárta- to(ka)t okozva. (Gyakorlati tanácsom, hogy a szükséges huzalhosszat először spárfa feltekerésével állapítsuk meg.) A balun tekercselése  $2 \times 12$  me-

net bifilárisan, párhuzamosan vezetett huzalokból. A huzalvégeket célszerű vékony fonállal rögzíteni.

A balun elvi és gyakorlati rajzát a 8. ábra mutatja. A tápkábel belső ere az 5-ös pontra, míg a külső „szitája” a 2-3 pontokhoz csatlakozik. A 4-5-ös pontok közötti ( $n_3$ ) menetszám megállapításához nyújt segítséget a táblázat. Ugyanis az 5-ös pontnak, a leágazásnak a helyét lehetséges, hogy majd változtatni kell, az SWR-mérés eredményétől függően. Ezért célszerű a 4-es pontban végződő huzalt kb. 25...30 cm hosszan megtisztítani a zománctól és előre becinezni. Így a bemérésnél már könnyen tudjuk majd a koax belső ért ide vagy oda forrasztani, míg meg nem kapjuk a legmegfelelőbb SWR értéket.

A táblázat alapján, mint már előzőleg jeleztük, különböző hullámellenállású koaxkábeleket használhatunk fel, de legcélszerűbb az 50  $\Omega$ -osat alkalmazni (a súly miatt is). Ebben az esetben a sugárzón feltételezett talpponti impedanciához (300...350  $\Omega$ ) tartozó 5-ös leágazási pont menetszámát megkeressük a táblázat legelső sorában. Ha 300  $\Omega$ -os talpponti impedanciát tételezünk fel, úgy akkor az ehhez legközelebb eső 319  $\Omega$ -hoz tartozó 2,5 menet a legmegfelelőbb. Ez magyarul azt jelenti, hogy ebben az esetben a koax belső erét a 4-es ponttól visszafelé számolva a 2,5 menethez kell forrasztani. 350  $\Omega$ -ot feltételezve ez 3 menetek adódik. Hogy a feltételezésünk mennyire volt helyes, azt majd az SWR mérés dönti el. Ha SWR 1:1,5 értéket mérünk minden sávon: megfelelő az illesztés. Ha viszont 1:2, 1:3-as SWR-t

mérünk, úgy az 5-ös betáplálási pont helyét kell csökkenteni vagy növelni a 4-es ponthoz viszonyítva.

Tapasztalatom szerint a föld felett kb. 6 méter magasságban telepített antennánál, 50  $\Omega$ -os kábelt alkalmazva, a 2,5 menet bizonyult a legmegfelelőbb betáplálási pontnak. Ennél mind a négy sávon 1:1,5 alatt volt az SWR érték.

*Összefoglalóan* szeretném még megjegyezni, hogy a táblázat szerint a különböző hullámellenállású koaxiális kábelekhez különböző áttételi viszonyok tartoznak. Tételezzünk fel egy 350  $\Omega$ -os talpponti impedanciát, akkor ahhoz 75  $\Omega$ -os kábel esetében az impedancia-áttétel 4,66, 60  $\Omega$ -os kábel esetében 5,83 és 50  $\Omega$ -os esetében 7,0. Ezekhez közeli értékeket kell a táblázatból kikeresnünk.

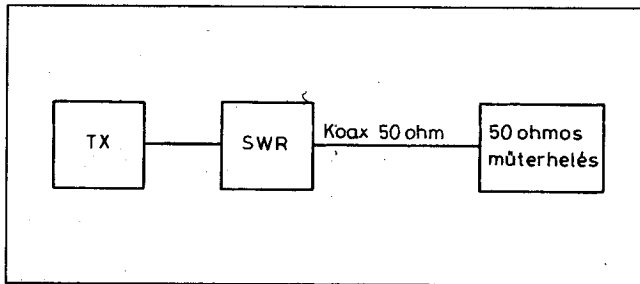
### A tápkábel hosszának megválasztása

A balun elkészítése után következő feladat a koaxiális tápkábel hosszának a megállapítása. Amatőreink egy része nem tulajdonít ennek nagy jelentőséget, pedig erre is oda kellene figyelni. Az a valamikori megállapítás, hogy az ex. Herz vagy a Windom egyszálas tápvezetéke „tetszőleges hosszú”, „any length” lehet, az csak és csakis akkor igaz, ha a tápvezeték a hullámellenállásával megegyező pontra csatlakozik az antennára. Ez a szükséges feltétel akkor sem változik, ha az antennánál való csatlakozás baluntranszformátoron keresztül történik. Egy a lényeg: a tápkábelt hullámellenállásával kell lezárni!

Ha a koax hullámellenállása 50  $\Omega$ , akkor a balunnak az antennán feltételezett 300 vagy 350  $\Omega$ -os talpponti impedanciát 50  $\Omega$ -ra kell letranszformálnia. Ha ez a feltétel teljesül, a tápvezeték valóban tetszőleges hosszúságú lehet, különben nem! Az amatőrgyakorlatban azonban a pontos illesztés csak nagyon ritkán valósul meg, különösen nem többsávos antenna használata esetén.

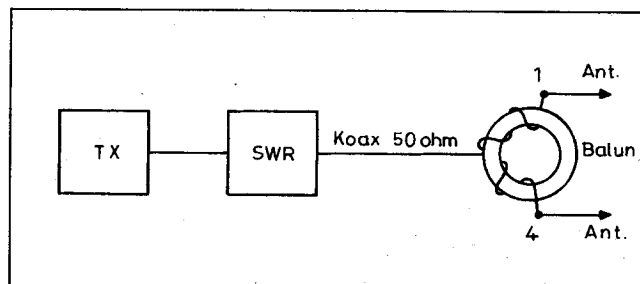
Mikor mérhetünk a balun kimenetén (az 5-ös és a 2-3-as pont között) megjelenővel azonos impedanciát a tápkábel alsó végén? Csak akkor, ha a tápkábel hossza  $k \cdot \lambda/2$ , ugyanis ez a tápkábelhossz a „fent” levő impedanciát 1:1-ben viszi át. Ha például az SWR a balun kimenetén 1:1,5, akkor  $k \cdot \lambda/2$  kábelhossz esetén a kábel alsó végén is 1:1,5 értéket fogunk mérni.





9. ábra

A helyesen megválasztott tápkábel-hossz esetében mindig egyértelmű választ kapunk az illesztés jó vagy rossz voltára. Ennek a most tárgyalt kérdésnek különösen többsávós antenna használata esetén van jelentősége, mert a balunon meg kell keresni a legmegfelelőbb illesztési pontot (5-ös pont helye). Ez pedig csak akkor válik egyértelművé, ha a tápkábel „nem működik közre”, nem transzformál, vagyis „lent” a tényleges „fenti” valóságot „látjuk” és mérjük.



11. ábra

ink vannak, melyeknek elvégzése megóv bennünket a hibák elkövetésétől.

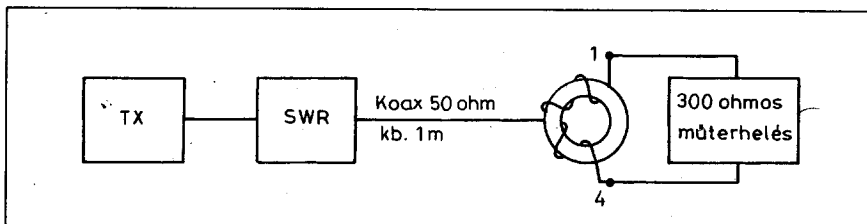
#### Megszívlelendő jótanácsok:

1.) A tápkábelt minden esetben meg kell mérni, még mielőtt rákötőnénk az antennára, illetve az illesztő balunra!  
Intő példa:

Egyik barátomtól egy alkalommal kaptam kb. 60 m 50 Ω-os, angol gyártmányú RG58C/U koaxkábelt. Gondolhatni, mennyire örültem neki. Rákötöttem az antennám balunjára és mértem az SWR-t és... 1:3-at mutatott a hiteles műszer. Jött vagy három, négy baluncsere, és ugyanannyiszor kellett az antennát le- és felhúzni, létrázni stb., – az eredmény azonban ugyanaz, mindegyik balunnál. Mígnem eszembe jutott egy kiváló 50 Ω-os műterhelés. Kábelt le a balunnál és rá a műterhelésre... és azt hittem, hogy a guta rögtön ott üt agyon, az SWR-mérő most is 1:3-at mutatott. A kábel volt gyári hibás! Egy RK19-re téve a műterhelést, az SWR rögtön 1:1 lett. A „kiváló” külföldi gyártmányú kábel szúrt ki velem, mert „hiszékeny” voltam.

2.) A méréshez szükséges eszközök:

- egy, a megfelelő frekvencián (3,5 MHz) működő adó,
- egy hiteles SWR-mérő,



10. ábra

Ezekután számoljuk ki a koax tápkábel szükséges hosszát, az előbb elmondottak alapján: a  $k \cdot \lambda/2$ -t. A  $k$  rövidülési tényező a közismert koaxkábelek esetén 0,66, mint pl. RK1, RK19, RG58C/U. De vannak  $k = 0,84-0,89$  rövidülési tényezőjű koaxkábelek is. Egy tanács: a használandó kábel rövi-

dülési tényezőjét a szakkönyvekben közölt táblázatok alapján célszerű ellenőrizni.

Első lépésként a legalacsonyabb üzemi frekvencia (MHz-ben) alapján kiszámítjuk a hullámhosszat (m-ben):

Legyen  $f = 3,525$  MHz, akkor

$$\lambda = 300/f = 300/3,525 = 85,10 \text{ m}$$

a  $\lambda/2$  pedig 42,55 m,

$$\text{így } k \cdot \lambda/2 = 0,66 \cdot 42,55 = 28,08 \text{ m.}$$

Tehát a legrövidebb tápkábel, amit antennánkhoz alkalmazhatunk 28,08 m,

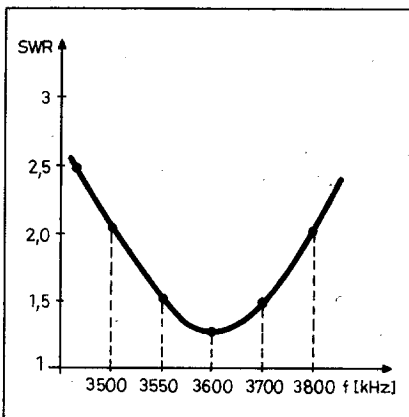
illetve ennek egészszámú többszörös hosszúságait kell használnunk.

Amatőrberkekben sokszor gondot okoz a rendelkezésre álló túl hosszú, akár 80–100 m-es „egybekábel”. Levágjam, ne vágjam? – medítál az amatőr, és a végén marad a karikába hajtott hosszú kábel, mely minőségétől függően „fogyasztja” az antennának szánt teljesítményt.

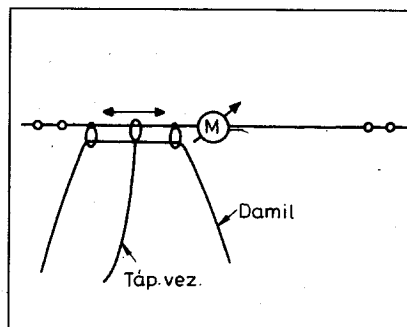
A fent ismertetett számítás alapján, kétszer is jól megfontolva, de vágjuk le a szükséges kábelhosszat!

#### Építési tanácsok

A sok magyarázat és számolgatás után elérkeztünk munkánk érdemi részéhez, az antenna elkészítéséhez. Ismerve az antenna minden adatát:  $L = 40,42$  m,  $B = 13,43$  m (ld. 5. ábra), az 1:6-os balun:  $2 \times 12$  menet, a tápkábel kívánatos hossza: 28,08 m, következnie az „összeszerelés”, majd az antenna felhúzása, de csak következnie, mert az összeszerelés előtt még fontos teendő-



12. ábra



13. ábra

– egy, a tápkábel hullámellenállásával (50 vagy 75  $\Omega$ ) megegyező, megfelelően terhelhető (5...10 W), indukciószegevény műterhelés, azaz egy jófajta massaellenállás (ld. a Rádiótechnika HAM-bazár kínálatában!),

– egy, az antenna betáplálási pontjában, a talpponti impedanciával (kb. 300  $\Omega$ ) megegyező és megfelelően terhelhető (5...10 W) műterhelés, ugyancsak massaellenállás (szintén lásd a Rádiótechnika HAM-bazár kínálatában!).

Az első mérést a 9. ábra összeállítása alapján kell elvégezni. Ez a mérés kizárja azt, hogy például gyártási hibás kábelt rakjunk fel. Ha a kábel valóban 50  $\Omega$ -os, akkor 50  $\Omega$ -os műterheléssel lezárva azt, SWR 1:1-et kell mérnünk.

A második méréssel a balunt állítjuk be (10. ábra). A 300  $\Omega$ -os műterhelést a 8. ábra szerinti 1-es és 4-es kivezetésekre kell kötni, míg a tápkábelt a 3-as (szita-földpont) és 5-ös (belső ér) kivezetésekre. Az 5-ös pont helyzetét addig kell változtatni a 4. ponthoz viszonyítva, míg az SWR-mérő 1:1 (max. kb. 1:1,3 alatti) értéket nem mutat.

Ha megfelelően nagy terhelhetőségű műterhelésünk van, a ferritgyűrűt is „vizsgáztathatjuk” e mérés során azzal, hogy 5...10 perces folyamatos működés esetén mennyire melegszik.

Ha az előző két mérés szerint megfelelően jó SWR értékeket kaptunk, következhet a balunnak az antennára, a koaxkábelnek a balunra való forrasztása. Ne feledjük, hogy a tápkábel kiszá-

mított hosszát (28,08 m) a TX kimenétől a balun bemenetéig kell értelmezni.

A harmadik mérés a 11. ábra alapján történik. Most már tulajdonképpen az üzemképes antennát mérjük. Ha az időm ránk, az első méréskor az antennát csak kb. 5...6 m magasra húzzuk fel, mert kedvezőtlen SWR esetén így könnyen leereszthető és módosítható az antenna hossza, vagy a balun 5-ös pontjának a helyzete. Ezt azok számára tanácsolom, akik majd például két tízemeletes ház közé fogják felhúzni az antennát. Onnan pedig – gyakorlatból tudom – nemigen lehet le-föl húzgatni a „drótot”, módosítás céljából. (Hi!)

Az antenna hosszának a helyességét többféleképpen ellenőrizhetjük. A legkönnyebben kivitelezhető megoldás: Álljunk az adóval a sáv elejére 3500 kHz-re, mérjük SWR-t, majd hangoljunk 3550, 3600, 3700, 3800 kHz-re. A mért SWR értékeket rajzoljuk be egy koordináta rendszerbe a 12. ábra szerint. A grafikon ezek után rögtön felvilágosítást ad arra vonatkozólag, hogy milyen frekvencián van az antenna rezonanciapontja: ott, ahol a legjobb az SWR. Ennek alapján lehet módosítani az antenna hosszán.

Befejezésül megjegyzem, hogy szándékomban volt egy alapvető kísérletet végezni az ex. Hertz-antennával. Sajnos ebben megakadályozott egy váratlanul jött bokatorés. Nagyon vártam a tavaszt, hogy megenyhüljön az idő, és hogy a szabadban dolgozni, antennázni és főleg forrasztani lehessen. Így lett

volna kerek ez a „nosztalgia” cikk. Mindennek ellenére nem mondtam le erről a kísérletről és remélem, hogy utólag még megírhatom a Rádiótechnika-ban.

Miről szólna ez a kísérlet?

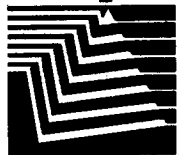
Arról, hogy fel kell húzni egy kb. 40...41 méter hosszú antennát, egy dipólt, de annak a közepébe nem tápvezeték, hanem egy nagyfrekvenciás hódrotos műszert kell bekötni, és az „egyszálás” tápvezetékét damillal ide-oda húzhatóvá kell tenni (13. ábra). Természetesen előzőleg csiszolópapírral fényesre kell csiszolni az antenna azon szakaszát, ahol majd ide-oda lehet húzogatni a tápvezeték. Feltételezésem szerint így például a nálam adott antennamagasságban (kb. 6 m) ki lehet keresni az optimális betáplálási pontot, és ennek ismeretében már tovább lehet lépni. Az egyszálás tápvezetékét fel lehet cserélni majd koaxkábelre, és áttérni a cikkben ismertetett balunos táplálásra.

Ez a kísérlet arra is jó lehet, hogy ellenőrizzük a számítással vagy grafikus úton megállapított betáplálási pont helyességét.

Végezetül az antennaépítéshez sok sikert kívánok és jó kísérletezést, mert – antennáról lévén szó – „nem szentírás”, ami le van írva. Az egyes utánépítéseknel sok függ a helyi körülményektől, az antenna környezetétől. Javasolom, hogy mindenki ezektől az adottságoktól függően alkalmazza a cikkemben leírtakat.

Vy 73 es DX!

**SAGAX**



1085 Budapest, József krt 75.

Telefon: 317-6097 FAX: 317-6143 Nyitva: 10.00-14.00  
Workbench, Ivex, Protel, Optotek, Hyperception programok,

EDA CD III. kiadás, PnP vasalható NYÁK fólia

<http://www.datanet.hu/sagax>



**MOTOROLA**

Motorola rádió adó-vevők értékesítése, bérbe adása, javítása. Rádió adó-vevő akkumulátorok javítása (cellák cseréje), regenerálása. Ajándék- és reklámtárgyak értékesítése, termékkatalógus alapján.

**LOCH NESS BI.**

Telefon és fax: (06-1) 417-1595

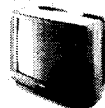
Mobiltelefon: (06-20) 959-0412

E-mail: lochness@mail.inext.hu

Internet: <http://www.inext.hu/lochness>

**TELEVÍZIO**

**távszabályozók**



**az importortól  
több száz féle  
TV-típushoz**

Készülék típusa szerinti távszabályozók már 1600 Ft-tól, univerzális távszabályozók 3400 Ft-os nettó áron kaphatók. Ezenkívül kaphatók még képcsőregeneráló műszerek, hangpanelek, sokszorozók. A felsoroltak mind utánvétellel, napi postázással is vásárolhatók.

Használt sztereó színes tv-k, havi szállítással Svájc-ból 5000 Ft-tól, szerelőknek, szervizeknek.

**Telesender Kft. Tel./fax: 78/312-571**

**MŰSZERVIZ**

Elektronikai mérőműszerek és készülékek javítása, karbantartása, vétele, eladása, értékbecslés, mérésszolgáltatás.

**Henk Károly**

**okl. villamosmérnök**

**☎ 280-2441**

(1196 Budapest, Nagysándor József u. 157.)

# SWR-mérő a rövidhullámú frekvenciatartományra

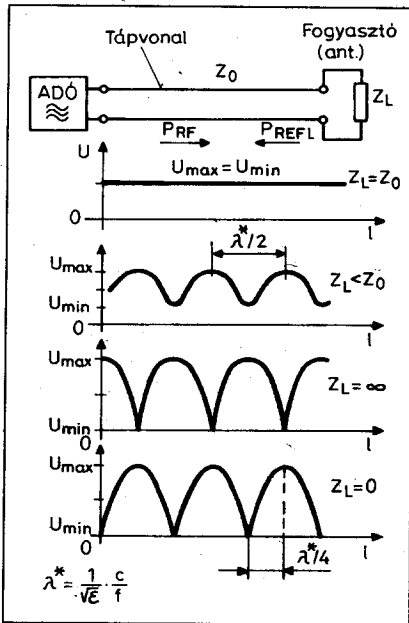
Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

Rádióamatőr- és CB-antennák építésénél vagy ezek ellenőrzése alkalmával elsődleges szempont az, hogy a talpponti impedanciát a csatlakozó koaxiális kábel hullámellenállásával  $Z_0$  gyűj egyenlővé. Ez az illesztett állapot jelenti azt, hogy a kábel és az antenna csatlakozási pontján nem lesz reflexió, és így nem alakul ki állóhullám a kábel mentén.

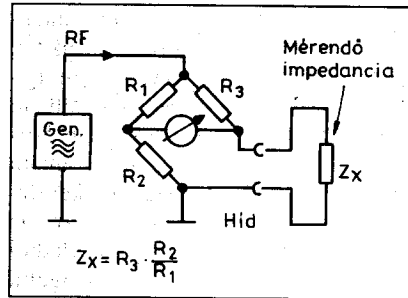
Jelen közleményünkben egy olyan állóhullámarány-mérő műszert ismeretünk, amelynek beépített generátora kb. 3 MHz és 30 MHz frekvenciaértékek közötti méréseket tesz lehetővé a rádióamatőr- és a CB-sávokban. A készülék 12 V-os akkumulátorról is működik, és így terepen vagy gépkocsiban – a 230 V-os hálózattól független helyeken is üzemeltethető.

(E kiváló műszer-leírást olvasóink kérésére ismétljük meg a „Rádiótechnika” 1983/5. számából. – A szerk.)

Egy adott  $Z_0$  hullámellenállású tápvonal mentén állóhullámok alakulnak



1. ábra. A  $Z_0$  hullámellenállástól eltérő impedanciával lezárt kábel végén reflexió lép fel, ami állóhullámok kialakulását okozza. Ilyenkor a feszültség a kábel mentén periodikusan változik



2. ábra. Az impedanciámérő híd elvi kapcsolási rajza. Kiegyenlített esetben az indikátor nem jelez feszültséget. Ekkor  $Z_x = R_3$ -mal, ha  $R_1 = R_2$

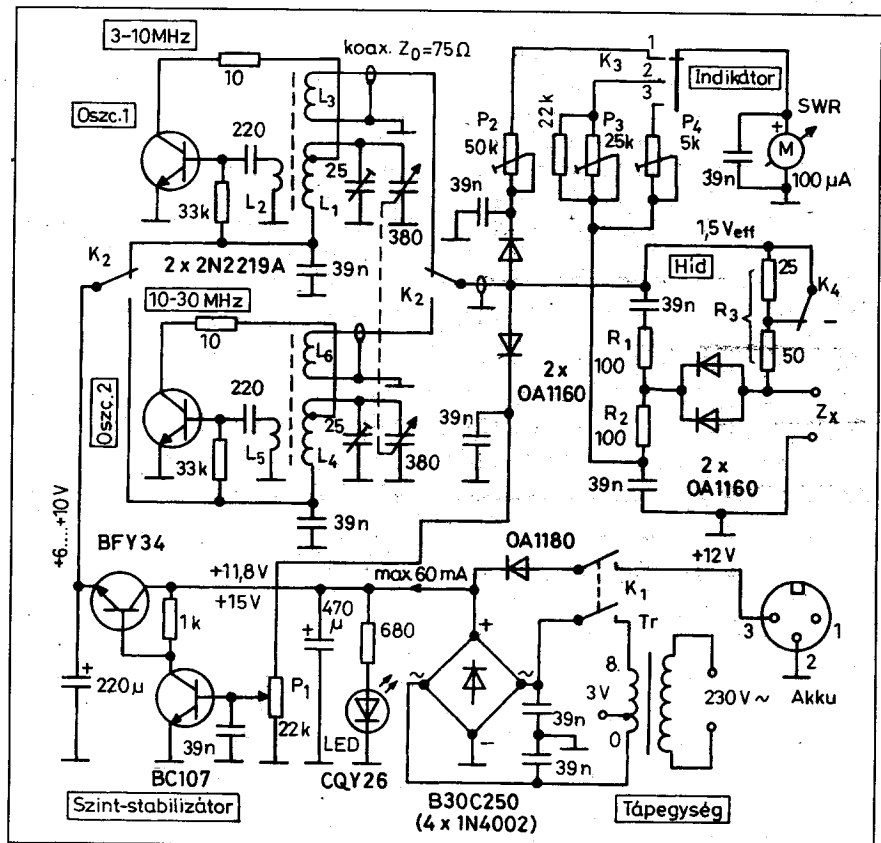
ki akkor, ha a kábel fogyasztói végén (adó esetén az antennánál) a csatlakozó impedancia nem azonos a kábel hullámellenállásával (1. ábra). Az állóhullámarány a kábelben egymástól  $\lambda^*/4$  távolságra ismétlődő feszültségmaximumok és -minimumok hányadosa:

$$SWR = \frac{U_{max}}{U_{min}}$$

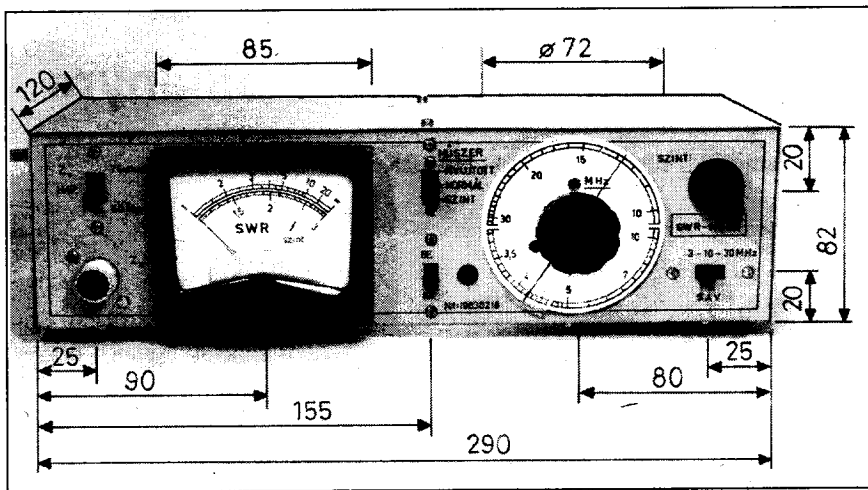
Ideálisan lezárt ( $Z_L = Z_0$ ) vagy végtelen hosszú kábelek esetén  $SWR = 1$ , mert  $U_{max} = U_{min}$ .

Szakadással vagy rövidzárral lezárt (veszteségmentes) kábeleknel  $U_{min} = 0$ , és így az SWR értéke  $\infty$ . A valóságos antennák, mint fogyasztók, valahol az 1 és a  $\infty$  határok közötti állóhullámot okoznak a hozzájuk csatlakozó kábelben. Természetesen arra kell törekednünk, hogy az SWR értéke lehetőleg az 1-hez legyen minél közelebb. A gyakorlat számára az  $SWR = 1,5$  vagy ez alatti értékek már elfogadhatónak ítéltetők.

Önállóan alkalmazható mérőkészülékünk nem igényli külső nagyfrekvenciás áramforrás használatát, mint az adókészülékekhez csatlakoztatható iránycsatlós SWR-mérők. Beépített



3. ábra. Az SWR-mérő készülék kapcsolási rajza



4. ábra. A készülék fényképe az előlap fontosabb méreteivel

RF generátorai segítségével híd-módszerrel az impedancia komplex értékét méri a készülék (2. ábra). A híd indikátorműszere SWR-ben van kalibrálva. Az állóhullámarány az impedanciákkal kifejezve:

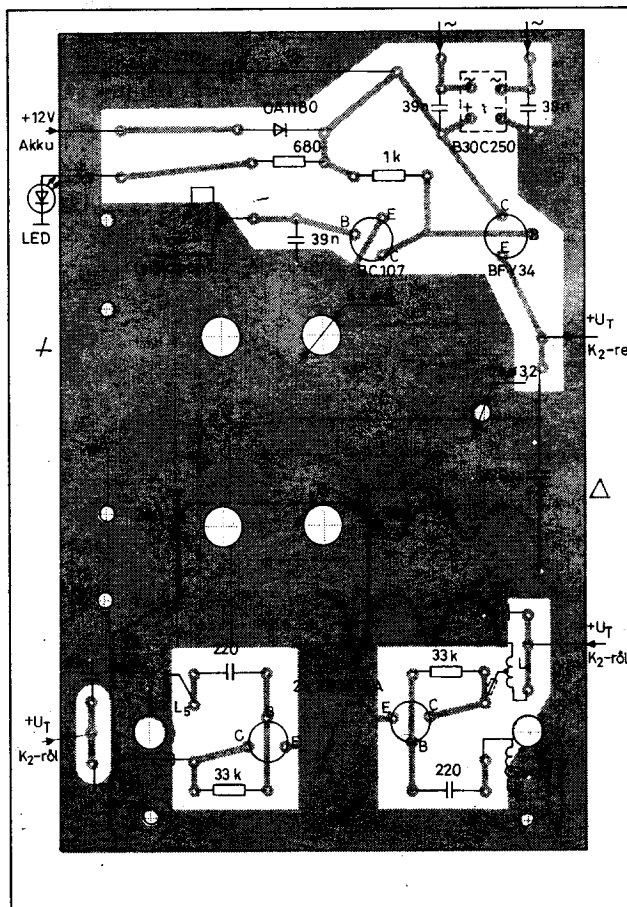
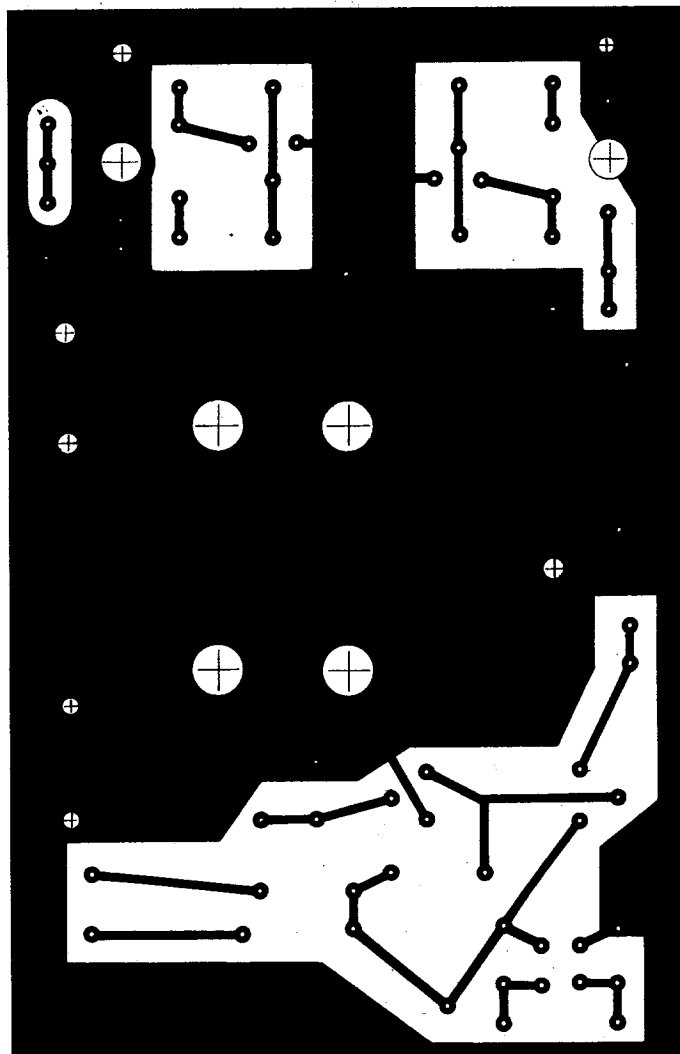
$$SWR = \frac{Z_L}{Z_0}, \text{ ha } Z_L > Z_0 \text{ és}$$

$$SWR = \frac{Z_0}{Z_L}, \text{ ha } Z_L < Z_0.$$

Ezen utóbbi képletek alapján a híd indikátorműszere ohmos ellenállásokkal is kalibrálható, mert a  $Z_0$ -hoz képest  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/4$ , illetve a  $2 \times$ ,  $3 \times$ ,  $4 \times$ -szeres ellenállásértékek  $SWR = 2$ ,  $3$ ,  $4$  stb. állóhullámarányt képviselnek.

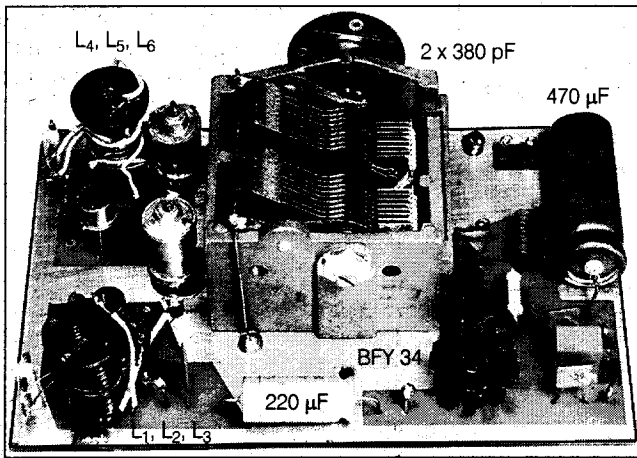
A készülék kapcsolási rajza a 3. ábrán látható. A 2 db oszcillátor egy VEF-204 típusú táskarádió  $2 \times 380$  pF-os forgókondenzátorával hangolható. Az egyik oszcillátor 3,15 MHz-től 10 MHz-ig, a másik 10 MHz-től 31,5 MHz-ig rezeg. A sávvtást a  $K_2$  előlapi tolokapszoló teszi lehetővé, amely részben az oszcillátorok tápfeszültségét, részben a  $75 \Omega$ -os koaxiális kábelen elvezetett RF-jel kapcsolja.

A  $K_2$  kapszoló felől érkező RF-jel amplitúdója  $1,5 V_{eff}$  a híd bemeneti pontján mérve. A híd ezen pontján 2 db szintmérő dióda található. Az egyik a szintstabilizátor áramkör vezérlését végzi, a másik pedig az előlapi műszer meghajtására szolgál a  $K_3$  kapszoló



6. ábra. A nagy nyák-lemez beültetési rajza

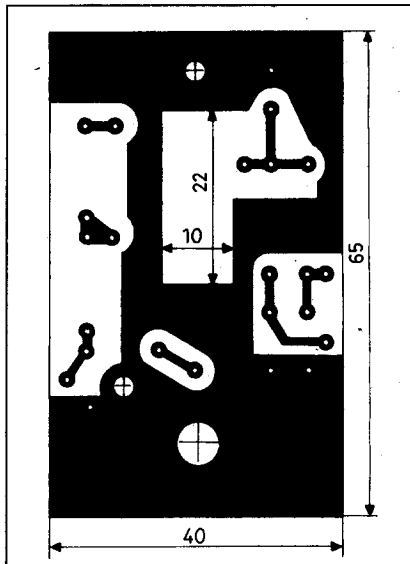
5. ábra. A nagy nyák-lemez fóliarajza



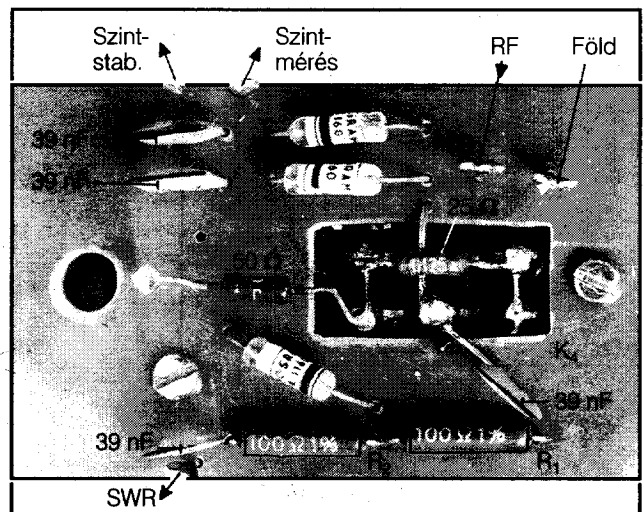
7. ábra. Az oszcillátorpanel összeszerelt állapotban

„szint” (1.) állásában. A mutatott SWR-értékek ugyanis csak akkor pontosak, ha a hidat tápláló RF-jel szintje minden frekvencián egy állandó érték. Szükséges, hogy ez a jelszint a  $Z_X$  mérőcsatlakozóra csatlakoztatott külső impedancia járulékos terhelő hatására se változzon meg.

A híd  $R_1$  és  $R_2$  tagja 2 db pontosan egyforma, indukciószegény (100  $\Omega$ ) fémréteg ellenállás, amely ellenállások egyenáramú szempontból el vannak választva a földtől. Ezen célra szolgál a velük sorbakapcsolt 2 db 39 nF-os kondenzátor, amelyek kellően kicsiny impedanciát képviselnek az üzemi frekvenciákon a 100  $\Omega$ -hoz képest. A mérőhíd harmadik ellenállása az  $R_3$ -mal jelölt tag, amely 50  $\Omega$ -ra, illetve 75  $\Omega$ -ra átkapcsolható a  $K_4$  kapcsoló segítségével. Nyilvánvaló, hogy a híd



8. ábra. A hídáramkör fóliarajza



9. ábra. A hídáramkör beültetése

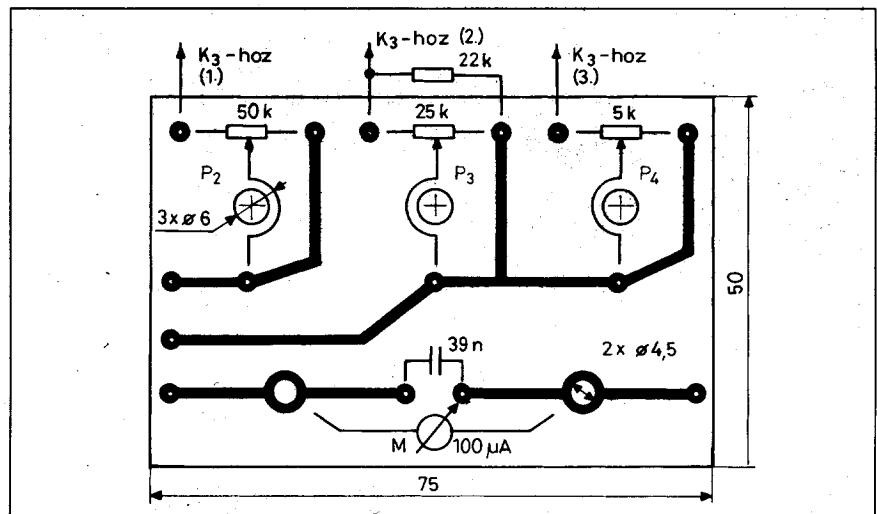
akkor van kiegyenlítve, ha a mérendő  $Z_X$  értéke 50 vagy 75  $\Omega$ , a  $K_4$  megfelelő állása szerint. Így a készülékkel  $Z_0 = 50 \Omega$  vagy  $Z_0 = 75 \Omega$  hullámellenállású rendszerek egyaránt mérhetők.

A híd vízszintes ágában 2 db párhuzamosan kapcsolt OA1160-as germánium dióda egyenirányítja az RF-jel szintet, amelynek értéke a híd kiegyenlített állapotban ( $Z_X = Z_0$ ) a diódákon nincs nagyfrekvenciás feszültség. Az egyenirányított feszültség a  $P_3$  és  $P_4$  potenciométereken keresztül hajtja meg a 100  $\mu$ A-es műszert. A  $K_3$  kapcsoló 2. állásában az SWR =  $\infty$  helyzetet a skála végkitérésénél van, míg a 3. állásban a skála végkitéréséhez SWR = 3 érték tartozik. Ezen utóbbi állásban az alacsony értékű (jó) állóhullámarányok könnyebben leolvasha-

tók a műszer induló kitérésének környezetében.

A  $K_3$  kapcsoló 1. állásában a műszer a híd RF meghajtó jelének feszültségét méri. Az 1,5  $V_{eff}$  RF-feszültséghez a  $P_2$  potenciométert addig kell állítani, míg a műszer mutatója a kb. 80%-os kitéréshez jelölt markerra (vonalra) nem áll. A  $P_3$ -mal és a  $P_4$ -gyel az SWR-skálák végkitéréséhez tartozó értékek állíthatók be.

A hidat tápláló RF-jelszint konstans értéken való tartása az oszcillátorok tápfeszültségének szabályozásával történik. A BFY34-es áteresztő tranzisztort a BC107-en keresztül az RF-jel szintje vezérli a  $P_1$  előtapi potenciométer beállítottságától függően. A hurokban létrejövő AC/DC negatív visszacsatolás hatására a híd RF-feszültsége maximálisan kb.  $\pm 5\%$ -ot ingadozik a



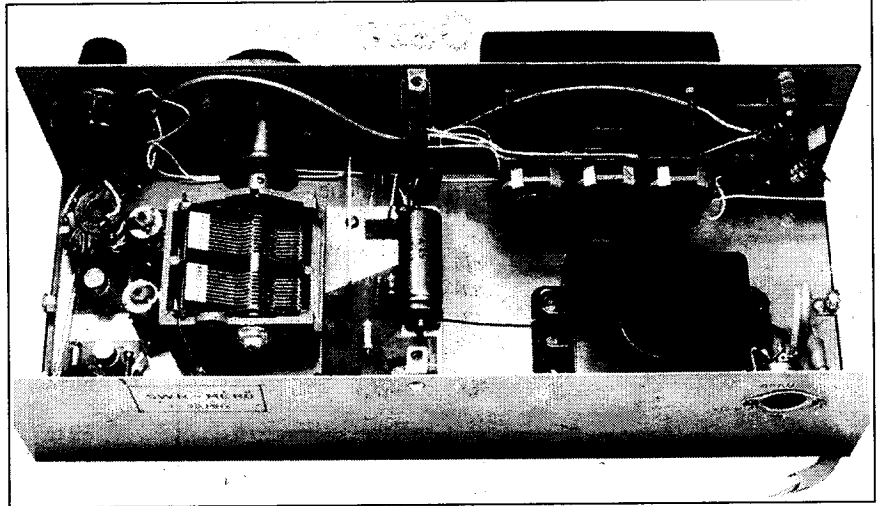
10. ábra. A potenciométereket tartó nyák-lemez

Tekeracs	Menetszám	Induktivitás [ $\mu$ H]	Huzal	Megjegyzés
L <sub>1</sub>	25	6,3	0,5 CuZ	vasmag 8 mm
L <sub>2</sub>	2	-	0,2 CuZS	
L <sub>3</sub>	4	-	0,3 CuZS	kicsatoló
L <sub>4</sub>	8	0,63	0,8 CuZ	vasmag 8 mm
L <sub>5</sub>	1	-	0,3 CuZS	
L <sub>6</sub>	2	-	0,3 CuZS	kicsatoló

hangolás, a sávváltás, illetve a  $Z_X$  által képviselt terhelés függvényében. Pontos mérésekhez a P<sub>1</sub>-gyel az RF-szintet esetenként be kell állítani a K<sub>3</sub> kapcsoló 1. állásában.

A készüléket egy névlegesen 8 V szekunder feszültségű *csengőtranszformátor* látja el tápfeszültséggel hálózati üzem esetén. 12 V-os akkumulátorról való táplálásnál egy, a készülék hátlapjára szerelt 3-pólusú magnócsatlakozón keresztül vihető be a tápfeszültség.

Az OA1180 dióda a helytelen polaritású táp-rákapcsolástól védi a készülék áramkörét. A készülék RF-teker-



11. ábra. A készülék belső felépítése

cseinek adatait a táblázat tartalmazza. Az SWR-mérő egy 290 x 82 mm előlapméretű és 120 mm mély alumínium dobozba lett beépítve. A doboz 2 db egymásba illő U-profilként van kivitelve, 1,5 mm-es alaplappal, 1 mm-es elő- és hátlappal és 0,8 mm-es borító fedéllel. Az előlap fontosabb méretei a 4. ábrán láthatók.

A készülékben 3 db nyák-lemez található. Az oszcillátorokat, a tápegységet és a szintstabilizátor áramköröket

hordozó nyák-lemez fóliarajzát az 5. ábra, beültetését a 6. ábra mutatja. Ezen panel szerelt állapotban a 7. ábrán látható. A hídhoz kapcsolódó elemeket tartó nyák-lemez fóliarajzát a 8. ábra szemlélteti, beültetését a 9. ábra mutatja. A P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> és P<sub>4</sub> potenciométereket tartó nyák-lap fóliarajza és alkatrész-beültetése a 10. ábrán látható.

Az összeszerelt állapotú készülékben az alkatrészek elhelyezésére a 11. ábra ad felvilágosítást.

(Folytatás a 149. oldalról)

TISZA SÁNDOR – TÓKÉS SZABOLCS: Mérés és Automatika 1968/7-319

ZSDÁNSZKY KÁLMÁN: Mérés és Automatika, 1984/2. 77. o.

DR. PETRIK FERENC: Mérés és Automatika, 1984/4. 148. o.

DR. BÖLÖNI PÉTER: A mérő ötödik definíciója, és ennek hatása... (Mérésügyi Közlemények 1984/4. 87. o.)

DR. FODOR GYÖRGY: Mértékegység-lexikon (Műszaki Könyvkiadó, 1990)

FRANCIS S. WAGNER: Bay Zoltán atomfizikus, az úrkutatás úttörője (Akadémiai Kiadó, 1994)

DR. HARMATH JÓZSEF – PÁLINKÁS TIBOR: Elektronika a gépipari hosszmerés-technikában 3. (Rádiótechnika Évkönyve 1993)

KOVÁCS GÁBOR szerk.: További fejezetek a magyar mérésügy történetéből (OMH, 1996)

T. J. QUINN: A Nemzetközi Mértékegységrendszer alapegységei, azok pontossága, leszármaztatása és nemzetközi viszszavezethetősége (II.) (Mérésügyi Közlemények 1997/2.)

Külön köszönet illeti az Országos Mérésügyi Hivatalból *Fillinger László* főosztályvezetőt és *Dicső István* metrológust szíves adatszolgáltatásukért és segítőkészségükért.

## ELEKTRONIKA AMATŐRBOLT

2600 Vác, Dr. Csányi krt. C/17  
(a művelődési házzal szemben)  
Tel./fax: (27) 313-598

Elektronikai alkatrészek. 70-féle moduláramkör, riasztók, távvezérlők kaphatók. Csomagküldés. Arlista kérhető. Interneten: [www.dunaweb.hu/bajielektronika](http://www.dunaweb.hu/bajielektronika)

## TELEPORTA

### TÁVKÖZLÉSTECHNIKAI SZERVIZ

Vállalja: vezetékess, vezeték nélküli, GSM telefonok, URH adó-vevők és tartozékaik javítását; vezeték nélküli rendszerek telepítését, karbantartását.

Budapest IX., Dési Huber u. 2.

☎ 06-30-933-4738

## CardWare

### Elektronikus órjáratellenőrző rendszerek

Mágneskártyás, bárkódos és touch memóriás (Dallas iButton) beléptető és munkaidő nyilvántartó rendszerek RS-232, RS-485 és RS-422 – 20 mA áramhurok átalakítók  
Telefonos információs rendszerek

1113 Budapest, Bartók Béla út 152.  
Tel.: 06-29-957-9733, 294-9976  
Tel./fax: 06-1-294-9976  
E-mail: [tb@cardware.hu](mailto:tb@cardware.hu)

A szerkesztőség  
postacíme:

1374 Bp., Pf. 603.

# Oscillátorok fáziszaja

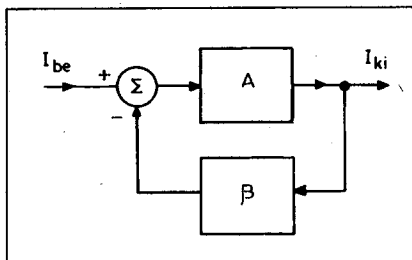
Nagy Gyula vill. üzemmérnök, HA8ET, e-mail: ha8et@pollak.c3.hu

Egy oszcillátornál a hosszú idejű frekvenciastabilitás mellett fontos követelmény a rövid idejű frekvenciastabilitás (short-term frequency stability) is. A hosszú idejű stabilitás szempontjából elsődleges a felhasznált alkatrészek hőfokfüggése, különös tekintettel a frekvenciát meghatározó elemekre. Sok rádióamatőr-közlemény foglalkozott már e jellemző javításának lehetőségeivel. Általában hőkompenzációval és (vagy) termosztát alkalmazásával nagymértékben javítható a frekvenciastabilitás. A rövid idejű stabilitás kérdését viszont kisebb „mostohagyermekként” kezeli a szakrajt. Az oszcillátor és az azt magában foglaló készülék minőségi jellemzőinek megítéléséhez azonban e jellemző is rendkívül fontos. Háttérbe szorulásának van egy nagyon is kézenfekvő indoka. Nevezetesen, a méréséhez szükséges speciális műszer rendkívül drága, továbbá csak nagyon szűk mérési területen használható. A viszonylagosan olcsó, univerzálisan alkalmazható spektrumanalizátorok megjelenésével azonban lehetővé vált az oszcillátorok kimenőjelének teljesebb vizsgálata.

Ebben a közleményben matematikai levezetések mellőzéseével, a szakirodalom alapján ismertetjük a rövid idejű frekvenciastabilitás alapfogalmait, bemutatunk két egyszerűsített mérési módszert az oszcillátorok fáziszajának meghatározására, ismertetjük néhány tipikusnak mondható oszcillátor jellemző mérési eredményeit, továbbá segítséget nyújtunk a házi készítésű transzverterek lokálágával szemben támasztott követelmények meghatározásához.

## Az oszcillátor, mint visszacsatolt hurok

Az egyik lehetséges meghatározás szerint oszcillátornak nevezzük azokat az elektronikus jelforrásokat, amelyek stabil frekvenciájú és amplitúdójú, szinuszos hullámformájú jelet szolgáltatnak kis torzítással és működésükhöz



1. ábra. Visszacsatolt erősítő tömbvázlata

bemeneti jelet nem igényelnek, csak tápfeszültséget. Az 1. ábrán látható visszacsatolt erősítő is kerülhet önfenntartó gerjedés állapotába, ha valamilyen  $f_0$  frekvencián a hurokerősítése  $H(f_0) = -1$ . (A negatív előjel a különbségképző következménye.) Ekkor az eredő erősítés végtelenné válik, mert a zárt hurok erősítési tényezője:

$$A^* = \frac{A}{1 + H}, \quad (1)$$

a  $H$  hurokerősítés értéke pedig:

$$H = A \beta, \quad (2)$$

ahol,  $A$  az erősítő, a  $\beta$  a visszacsatoló hálózat átviteli jellemzője,  $A^*$  pedig a visszacsatolt fokozat eredő erősítési tényezője. Az így visszacsatolt erősítőtől az oszcillátor abban különbözik, hogy a kimenőjel amplitúdóját és frekvenciáját egyaránt az előre megtervezett értéken tartja. Ehhez a hurokot amplitúdó- és frekvenciafüggőnek kell kialakítani. A nagyfrekvenciás rezgéskeltésre használatos oszcillátorok általában egy erősítőből, egy frekvenciafüggő elemeket tartalmazó pozitív visszacsatolásból és egy amplitúdó-stabilizálási feladatot ellátó negatív visszacsatolásból épülnek fel. Ilyen elrendezésre láthatunk egy tipikus példát a 2. ábrán. A különbségképzőbe két visszacsatoló hálózat csatlakozik. A  $\beta$  jelű negatív visszacsatolás gondoskodik az amplitúdó, a  $B$  pozitív visszacsatolás pedig a frekvencia stabilitásáról. Ezen többszörösen visszacsatolt hurok valamennyi összetevőjének mindig van valamilyen hibája. Ha bármilyen (pl. hőmérsékletváltozás, alkatrészöregeedés stb.) okból megváltozik a pozitív visszacsatolási hurok abszolút nagysága és fázisszöge, akkor egy  $h$  amplitúdóhiba és egy szöghiba keletkezik. Ezeket a hibákat a 3. ábrán látható módon egy, a hurokban alkalmasan elhelyezett,

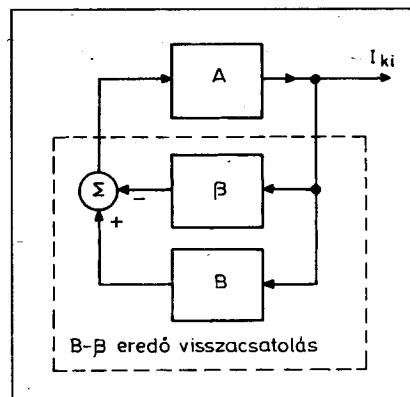
$$(1 + h) e^{j\phi} \quad (3)$$

átviteli tényezőjű parazita taggal modellezhetjük. A hibák az oszcilláció amplitúdóját és frekvenciáját időről időre megváltoztatják. Annál jobb egy

oszcillátor, minél kisebb változások jönnek létre a kimenőjel amplitúdójában és frekvenciájában a  $h$  és a  $\phi$  hatására. Annál kedvezőbb egy oszcillátor rövid idejű frekvenciastabilitása, minél kisebb a  $\phi$  fázishiba kompenzálásához tartozó relatív frekvenciaváltozás.

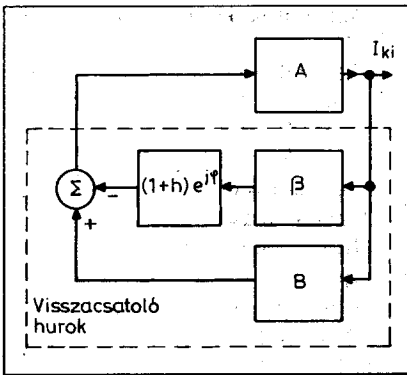
## A fáziszaj keletkezése és jellemzői [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Az ideális oszcillátor kimenőjelének „fázishelyzete” periódusról periódusra állandó, tehát nem tartalmaz fázisugrásokat. A külső szemlélő által stabilnak ítélt valóságos oszcillátor kimenőjelében azonban, az előző fejezetben ismertetett okok következtében, mindig tapasztalhatók kisebb-nagyobb fázishibák (fázisugrások) és amplitúdó-ingadozások. Amikor egy jel változik az egyik periódusról a másikra, akkor a keletkező fázishiba, mértékétől függően, létrehoz egy ún. fáziszajt. Ez a fáziszaj úgy viselkedik, mint egy véletlen fázismoduláció, amely egy járulékos fehérzajt ad a hordozóhoz. A jelenség következtében két, egymással korreláló zajoldalsáv keletkezik. Ezek egy érzékeny spektrumanalizátorral jól megfigyelhetők. Általában a két zajoldalsáv (*double sideband*) helyett csupán az egyik zajoldalsáv (SSB phase noise) értékét szokták dBc-ben megadni, ahol a  $c$  a hordozóra (*carrier-re*) vonatkoztatott értéket jelenti. Az egyoldalsáv fáziszaj 6 dB-lel kisebb a teljes spektrum zajánál. Általában a



2. ábra. Amplitúdó-stabilizált szinuszos oszcillátor tömbvázlata





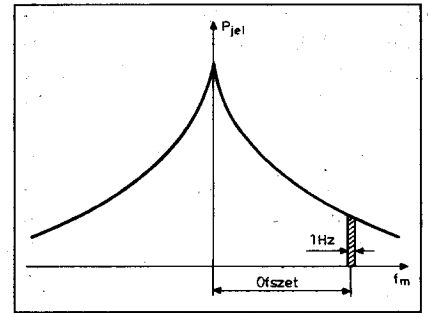
3. ábra. Az amplitúdó- és frekvenciahibák modellezése egy szinuszos oszcillátornál

zajtelszámot 1 Hz sávzélességre vonatkoztatják, egysége a  $\text{dBc/Hz}$ . A 4. ábrán bemutatjuk ennek értelmezését a teljes zajspektrum ábrázolásával úgy, ahogyan azt egy spektrumanalizátor képernyőjén láthatnánk. Az 5. ábra mutatja, hogy általában miképpen változik egy oszcillátor SSB fáziszaja a hordozótól mért frekvenciatávolság (ofszet frekvencia) függvényében. A hordozóhoz nagyon közeli frekvenciákon a legerősebb a zajforrás, az aktív eszköz  $1/f$  zaja (flicker zaja) következtében. A fázisváltozások következtében, ezen a szakaszon, az ofszet növelésével közelebbről 30 dB/dekád meredekséggel csökken a spektrumban a fáziszaj. Nagyobb ofszetértékeknél már meghatározóvá válik a termikus zaj. Ezen a szakaszon, kis jóságú rezonátor alkalmazása esetében, a görbe meredeksége 20 dB/dekád körülire csökken (5.a ábra). Nagyobb terhelt jóságú tényezőjű rezonátor (pl. kristály, üreg) esetén a görbe meredeksége 10 dB/dekád körülire csökken, de a töréspontok közelebb kerülnek a hordozóhoz. A görbe meredekségének csökkenése a frekvenciát meghatározó rezonáns elem fél sávzélességét jelentő ofszetfrekvenciáig tart. Utána már a zaj gyakorlatilag nem csökken tovább. Állandósult értéke az alkalmazott aktívelemtől és annak beállításától függ. Amint látható, a hordozóra vonatkoztatott fáziszaj nagyságának korrekt megadásához nemcsak azt kell közölni, hogy egy vagy két oldalsávra vonatkoztatjuk-e, hanem a vivőfrekvenciától mért ofszetfrekvencia értékét is. Tehát két oszcillátor jelének összehasonlításakor és minősítésekor, a mérések során, mindig azonos ofszetfrekvenciákat kell választanunk.

A fáziszaj megértésének megkönnyítése érdekében, levezetések nélkül, röviden megadjuk az ide vonatkozó legfontosabb matematikai formulákat. Egy oszcillátor amplitúdó- és fáziszajt tartalmazó, folyamatos (CW) kimenőjelének időfüggvénye:

$$U(t) = [U_0 + \varepsilon(t)] \cos[2\pi f_0 t + \varphi(t)], \quad (4)$$

ahol  $U_0$  a névleges kimenőfeszültség átlagértéke,  $f_0$  a névleges frekvencia,  $\varepsilon(t)$  az amplitúdó változásai az idő függvényében,  $\varphi(t)$  a fázis változásai az idő függvényében. Az  $\varepsilon(t)$  és a  $\varphi(t)$  a forrása az  $f_0$  frekvencia körüli zajmodulációból keletkező zajoldalsávok megjelenésének. A gyakorlati mérések azt bizonyítják, hogy az amplitúdó-ingadozások zaja mintegy 20 dB-lel alatta van a fáziszajnak, ezért a továbbiakban csak a kimenőjel zajosságát döntően meghatározó fáziszajjal foglalkozunk. A kimenőjelnek a frekvencia függvényében történő ábrázolásakor a  $\varphi(t)$  időátlagos fázisingadozásai azonos hatásúak az  $f_0$  frekvenciájú hordozóra nézve, mintha azt egy  $f_m$  frekvenciájú jellel frekvenciában modulálnánk. A modulált jel frekvenciája az idő függvényében:



4. ábra. Egy szinuszos oszcillátor zajspektruma

$$f(t) = f_0 + \frac{1}{2\pi} \frac{d\varphi}{dt} \quad (5)$$

Egy szabadonfutó oszcillátor fáziszaja az alábbi közelítő képlettel számítható:

$$L(f_m) = 10 \lg \left\{ \frac{FKT}{2P_{av}} \left[ 1 + \left( \frac{f_0}{2f_m Q_L} \right)^2 \right] \right\}, \quad (6)$$

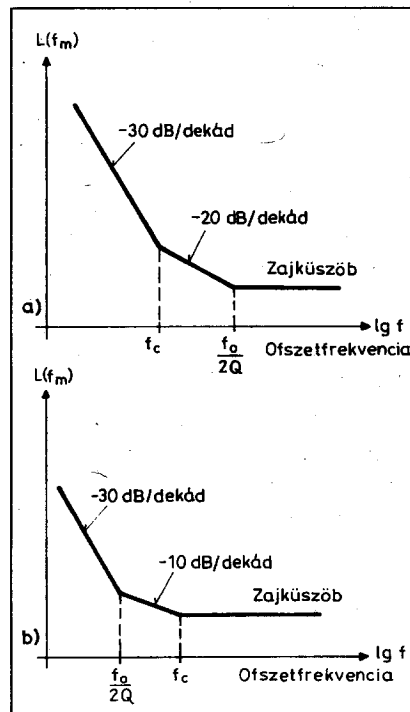
[dBc/Hz]-ben.  $F$  az aktív eszköz zajtényezője,  $K$  a Boltzman-állandó,  $T$  az abszolút hőmérséklet Kelvin-fokban,  $P_{av}$  az oszcillátor átlagos kimenőteljesítménye,  $f_0$  a rezonanciafrekvencia,  $f_m$  az ofszetfrekvencia,  $Q_L$  pedig a rezonátor terhelt jóságú tényezője. Elegendően nagy ofszet esetén a második tag elhanyagolhatóvá válik, ilyenkor az egyoldalsáv fáziszajt a következő közelítő képlettel határozhatjuk meg:

$$L(f_m) \approx 10 \lg \frac{1}{2SNR} \quad [\text{dBc/Hz}]. \quad (7)$$

Az  $SNR$  rövidítés itt a jel/zaj viszonyt jelenti (signal-noise-ratio). Egyes szakirodalmakban a zajoldalsávra az  $\mathcal{L}(f_m)$  jelölést is használják.

### A fáziszaj csökkentésének lehetőségei

A (6) összefüggésből világosan látszik, hogy két tényező befolyásolja alapvetően a fáziszaj nagyságát. Az egyik a felhasznált aktív eszköz zaja, a másik pedig a rezonátor terhelt jóságú tényezője. Oszcillátorok építésekor általában a konstruktőrök nem használnak alacsony zajszámú eszközöket, mert ennek szükségessége többnyire nem közismert. Az eszköz kiválasztása sem közömbös a fáziszaj szempontjából. A bipoláris tranzisztorok B-E dió-



5. ábra. Szinuszos oszcillátor egyoldalsáv FM-zajának tipikus változása, az ofszetfrekvencia függvényében. Alacsony  $Q$ -jú rezonátornál (a), nagy  $Q$ -jú rezonátornál (b)

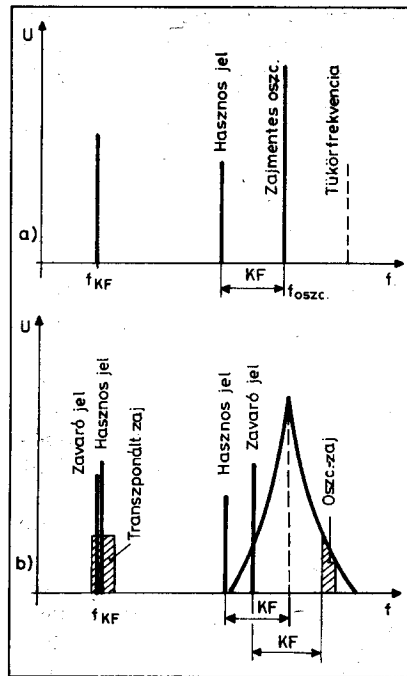


dája okozza a fáziszaj jelentékeny hányadát. MOS tranzisztoroknak magasabb az  $1/f$  zaja, ezért a régebbi típusok a hordozóhoz közelebb kissé zajosabbak. Alacsony zajszámú típusokkal ennek ellenére jó eredmények érhetők el. Oszcillátorok építéséhez legkedvezőbbek az alacsony zajú, nagy meredekségű FET-ek. Ilyenek például az itt felsorolt típusok: BF246...247, E310, J310, U310, P8000, CP643, VMP2. (A felsorolás a gyengébb minőségű típusoktól az egyre jobb és drágább típusok felé halad.)

A másik nem kevésbé fontos tényező a rezonátor Q-ja. Ebből a szempontból legjobbak a kristályoszcillátorok. Hiába használunk nagyon drága, magas jóságú tényezőjű kvarcokat, ha az oszcillátor-kapcsolás nem megfelelő és ezáltal kedvezőtlenül leterheljük a rezonátort. Ezért dolgozták ki a két, illetve több fokozatból kialakított oszcillátorokat, ahol a terhelt Q alig alacsonyabb az üresjárású értékénél. Nem meglepő tehát, hogy a legkisebb fáziszajú oszcillátorok jelenleg a precíziós kivitelű TCXO-k (hőkompenzált kristályoszcillátorok) és az OCXO-k (fűtött, hőkompenzált kristályoszcillátorok). Ezek rendkívül drágák és általában referencia célokra használják őket.

Gondos tervezés esetén alig valamivel rosszabb fáziszaj érhető el két vagy többfokozatú, szabadonfutó oszcillátorokkal is. Ezeknél azonban csak akkor számíthatunk megfelelő eredményre, ha nagyon nagy jóságú rezgőkör elemeket építünk a fokozatba. A szakirodalmak hirdetéseit tanulmányozva feltűnhet, hogy a mikrohullámú tartományban néhány cég kis zajúnak hirdet olyan oszcillátorokat, amelyek a rövidhullámú tartományhoz képest, a fáziszaj szempontjából, igen gyenge jellemzőkkel rendelkeznek. Nos, itt már egészen más eszközökből építik fel a rezgőkört. YIG oszcillátorok esetében a mágneses tér változásai okoznak jelentős fáziszaj-növekedést. A Gunn-diódás és a klisztron-oszcillátorok általában még a YIG-eknél is kedvezőtlenebb zajjellemzőkkel rendelkeznek.

Külön szólnunk kell a manapság nagyon népszerű szintézerekről. Egy kedvező jellemzőkkel rendelkező oszcillátor fáziszaja mindenképpen megnő, akár sokszorozással, akár pedig PLL rendszerrel érjük el a kívánt magasabb üzemi frekvenciát. A PLL-ek nagyon sok kényelmi szolgáltatást nyújtanak, de a kimenőjelük sokkal za-



6. ábra. Ideális keverő zajmentes oszcillátorral táplálva (a). Zajos oszcillátorral táplált ideális keverő kimenőjele, – a reciprok keverés elve (b)

josabb, mint egy hagyományos, keverő rendszerű VFX-é. A fáziszajt befolyásoló tényezők vizsgálatánál csak optimális állapotokat vettünk alapul. Nem vizsgáltuk azt a tényt, hogy a munkapont helytelen beállítása, a nem megfelelő kicsatolás, az előfeszítő áramkörök elégtelen szűrése, VCO-knál a hangolófeszültség nem megfelelő szűrése, mind-mind jelentős hibaforrásként szerepelhetnek. Az oszcillátort követő valamennyi fokozat okoz egy bizonyos fokú zajhözjárulást, még akkor is, ha nem végez frekvenciatöbbszörözést. Nagyon jelentős a zajhözjárulása a PLL-ek „lelkét” képező VCO-k hangolófeszültségének, hurokszűrőinek és fázisdetektorainak. A jól működő VFO-k, VCO-k jelét is zajossá teheti egy-egy Z-diódás stabilizátor. Ezek alkalmazását minden körülmények között kerülni kell! Most ugye csodálkozik a kedves olvasó, mert szinte minden régebbi VFO rendszeresített tartozéka a tápvezetékében, illetve a VCO-k esetén azok hangolóáramkörében is, egy stabilizátor-dióda. Ennél intenzívebb zajforrást el sem lehet képzelni! Erre a célra sokkal eredményesebben használható egy 3-kivezetésű stabilizátor IC, megfelelő hidegítések után. Hidegítésre tantálkondenzátort és az üzemi frekvencián rövidzárt biztosító kerámi-

akondenzátorok kombinációját használjuk!

Változtatható frekvenciájú oszcillátorok fáziszaját semmilyen módszerrel sem lehet az oszcillátor kimenetén mérhető érték alá csökkenteni. Kristályoszcillátorok esetében azonban van egy nagyon hatásos módszer. A rezonátor frekvenciájával megegyező frekvenciájú kristályból kell egy keskenysávú szűrőt készíteni a kimenetre [4].

Elmondhatjuk tehát, hogy a hagyományos PLL-ekkel még közepes minőségű oszcillátort sem lehet készíteni. Igen sajnálatos dolog, hogy a nyolcvanas évektől kezdve, még a drága amatőr-készülékekben is, ez a technika terjedt el. A PLL-technika kizárólag kommersz FM-célokra használható. Ezt a tényt a hírneves gyártó cégek is belátták, ezért fejlesztették ki újabb a DDS rendszerű készülékeiket, amiket azonban jelenlegi magas árak miatt nem sokan tudnak megvásárolni. A nagyobb gyártási szériák következtében e területen is várható lesz egy áruhanás. A professzionális alkalmazásoknál, az FM-szintézerekben néhány éve az ún. frakcionális-N PLL technikát (Fractional-N PLL) használják [6, 7, 8]. Ez az áramkör sokkal egyszerűbb és olcsóbb, mint egy DDS VFO, továbbá fáziszaja alig valamivel kedvezőtlenebb annál. Érdemes megjegyezni, hogy az elv régóta ismert, mert a Hewlett Packard és a Racal cég kis zajú generátorokat tartalmazó műszereiben több mint húsz éve alkalmazza a frakcionális-N szintézereket. Sajnos, a nemzetközi szak-sajtó, az elmúlt 3-4 évet leszámítva, nem nagyon foglalkozott ezzel a módszerrel. Az említett időszakról kezdve a „Wireless Communication” iparág számára több félvezetőgyár is készít ilyen áramköröket, egyetlen csipre integrálva. Elsődleges felhasználási területük a bázisállomások oszcillátor-fokozatai. A túlszűfolt frekvenciasávokban, a közös árbocra telepített készülékek, a jó nagyjelű viselkedés érdekében megkívánják a zajszegény oszcillátort. Reménykedjünk abban, hogy a professzionális technikában jól bevált, komplett frakcionális szintézer IC-k mielőbb megjelennek az amatőrök készülékeiben is!

## A zajos oszcillátor által okozott hibák [9]

Ha egy ideális vevőkeverőt zajmentes oszcillátorjellel táplálunk, ak-

kor a kimenetén a *6.a ábrának* megfelelő jelet mérhetjük. Ugyanezt az ideális keverőt tápláljuk zajos oszcillátorjellel! Ekkor az, a *6.b ábrának* megfelelően, az egyéb nemkívánatos jeleket is átkeveri a KF-frekvenciára. Ezeket a zavaró jeleket utólagosan már nem tudjuk kiszűrni. Természetesen valóságos keverők esetén számtalan egyéb keverési termék is keletkezik, de az oszcillátor fáziszajának szempontjából most leegyszerűsítve vizsgáltuk a kérdést. Az oszcillátorjel fáziszajának most csupán egy nagyon keskeny sávját vizsgáltuk, de ehhez hasonlóan, a zajspektrum minden egyes pontja, a KF-frekvencia összegének vagy különbségének megfelelő frekvenciájú zavaró jelet képes bekeverni a vevő KF-erősítőjébe.

Egy vevőkészülékkel kapcsolatos legfontosabb elvárásunk, hogy minél kisebb jeleket tudjon zavarmentesen detektálni a zajból és a zavaró jelek sokaságából. E szempontból a vevőkészülék legfontosabb tulajdonságai: a *dinamikataromány* (*dynamic range*), a *harmadrendű intercept pont* ( $I_{P3}$ ) és a *zajküszöb* (*noise floor*). A dinamikatartomány:

$$D_R = \frac{2}{3} (I_{P3} - NF) \quad [\text{dB}], \quad (8)$$

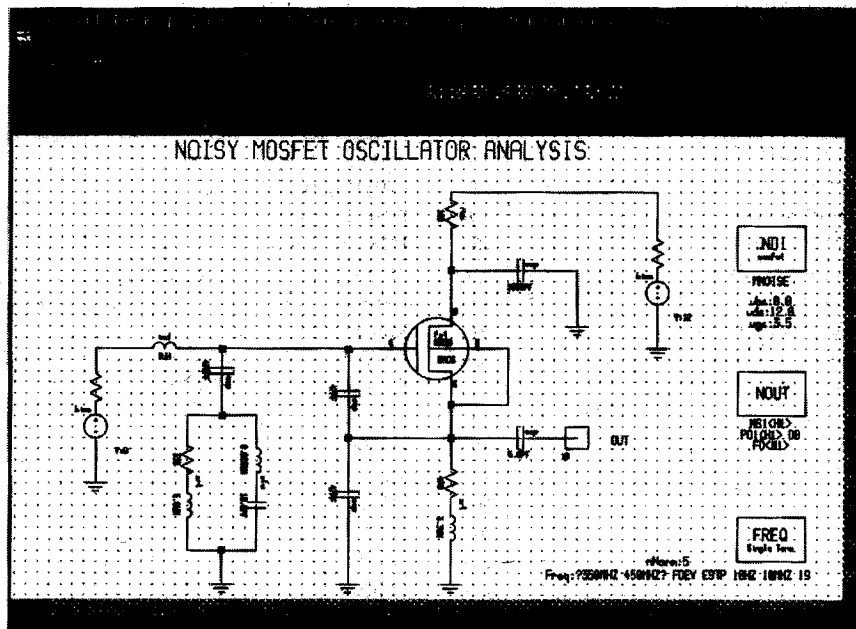
ahol  $I_{P3}$  a harmadrendű intercept pont dBm-ben, NF a zajküszöb dB-ben kifejezve. A valóságos oszcillátoroknak mindig van valamekkora zajoldalsávja, amely csökkenti a vevőkészülék dinamikatartományát. A zajoldalsáv által meghatározott dinamikatartomány:

$$D_{R\Phi} = \mathcal{L}(f_m) + 10 \lg B \quad [\text{dB}], \quad (9)$$

ahol  $\mathcal{L}(f_m)$  az oszcillátor SSB fáziszaja dBc/Hz-ben, a B pedig a KF sáv szélessége Hz-ben mérve. Optimális esetben, amikor a bemeneti intercept pontnak (dinamikatarományak) megfelelő fáziszajú oszcillátorjellel tápláljuk a keverőt, a

$$\frac{D_R}{D_{R\Phi}} = 1 \quad (10)$$

egyenlőség áll fenn. Ilyenkor az oszcillátor jelének fáziszaja nem rontja a készülék nagyjelű viselkedését. Általánosságban elmondható, hogy 3,0 dBm-nél nagyobb bemeneti intercept pontú vevőbemenetek esetében mindig fokozottan ellenőrizni kell a keveréshez felhasznált oszcillátor jelének fáziszaját.



7. ábra. MOSFET oszcillátor kapcsolási rajza az ANSOFT Serenade 7.5 Nonlinear Design Suite programcsomagban

Egy zajos oszcillátor jelentősen leronthatja a vevőkészülékünk dinamikatartományát.

### Oszcillátorok zajának optimalizálása CAD programokkal

Az utóbbi néhány évben a tervezőmérnökök munkáját e területen is segítik az egyre népszerűbbé váló CAD programok. Most néhány sorban bemutatjuk a két piacvezető cég nagyfrekvenciás áramkör-analizáló termékcsaládjának alkalmazási lehetőségét, oszcillátorok tervezése során. A Hewlett Packard már 1993-ban megoldotta az oszcillátorok fáziszajának szimulálását a HP MDS és a HP RFDS programjaival [10]. A FET-ek és MOSFET-ek nemlineáris modelljeiben a zajt két részből állították elő. A modell tartalmaz egy intrinsec, zajmentes FET-et, annak gate és drain zaj-áramforrásait, valamint a gate- és a source-ellenállások által képviselt termikus zajforrásokat. Egy ilyen, széles sávban jól használható HP MDS modell elég pontos közelítéssel megadja a vizsgált oszcillátor zajoldalsávját különböző ofszet-frekvenciáknál, de jól felhasználható a FET-ek optimális zajillesztésének ( $F_{min}$ ,  $R_N$ ) beállításánál is. A rendelkezésre álló rengeteg könyvtári elem segítségével különféle kapcsolású szabadonfutó oszcillátorokat, kristályoszcillátorokat vagy VCO-kat

egyaránt vizsgálhatunk. A program újabb verzióinál megkereshetjük a zaj szempontjából legoptimálisabb munkaponti beállítást, illetve tápfeszültséget. Vizsgálhatjuk az áramköri elemek szórássának hatásait az áramkör jellemzőire megépítés nélkül, ily módon kiaknázva a CAD-programcsomag nyújtotta lehetőségeket.

Valamivel olcsóbb, de az előbbiekhöz hasonló szolgáltatásokat biztosít, az ANSOFT Corporation Serenade 7.5 lineáris és nemlineáris nagyfrekvenciás áramköranalizátor programcsomagja [11]. A cég elődjénél, a Compact Software-nél, dr. U. L. Rohde több mint 25 éven keresztül fejlesztette az általános SPICE áramkör-szimulátorok alapján a lineáris és nemlineáris nagyfrekvenciás szimulátorokat. Az egyre bővülő, mintegy 60...70 ezerre tehető elemkészlet pontossága is fokozatosan javult, és ma már az optocsatolók működési tartományában is kifogástalan pontosságot biztosít. A témában járatos olvasók a külföldi szakirodalmakból jól ismerhetik a Microwave Harmonica fantázianevű szimulátort, amely a jelenlegi Serenade 7.5 nemlineáris szimulátorának alapját képezi. A módosított „harmonic balance” matematikai módszer segítségével a nagyjelű, illetve többjeles mérést szimulálva, igen nagy pontossággal képes aktív elemek átviteli függvényét, amplitúdó- és fáziszaját meghatározni. Dr. Rohde a [8]-

ban méltatja Leeson munkáját, aki 1966-ban elsőként publikálta az oszcillátorok zajspektrumát közelítőleg meghatározó matematikai összefüggést [1]. A Serenade 7.5-ben az eredeti egyenletet tovább pontosították, amely most már az aktív elem és a rezonátor zajforrásain kívül számtalan egyéb tényezőt is figyelembe vesz. Ezért elmondhatjuk, hogy egy nagyon hatékony eszköz áll a tervezők rendelkezésére a különböző áramkörök – közöttük az oszcillátorok – fáziszajának ellenőrzésére és minimalizálására.

A 7. ábrán egy 404 MHz-en működő MOSFET oszcillátor kapcsolását láthatjuk a Serenade 7.5 *Schematic Editor*-jában (kapcsolásirajz-készítő programban) megrajzolva. Ez tartalmazza a zajos FET-modellt, a munkapont-beállító elemeket, a tápellátást a szűréssel, a frekvenciát meghatározó elemeket és a visszacsatolást. Minden felsorolt elem változtatható, hangolható, ezáltal meg lehet keresni a fokozat optimális működéséhez szükséges beállításokat. Természetesen a feladat elvégezhető netlistás áramkörbevitellel is, de ehhez a felhasználónak nagyon jól kell ismernie a szimulátor nyelvét. A rajzolóprogram használatakor a program automatikusan hozza létre a netlistát, amely egy billentyűnyomásra a képernyőn megjeleníthető vagy kinyomtatható. A kapcsolási rajz jobb oldalán látható három tömb a nemlineáris analízis beállításait tartalmazza. A *NOI*-ban található a zajadatok, amelyek az alkalmazott MOSFET modellnél a sörétzajból és az  $1/f$  zajból tevődnek össze. Az első összetevő 0-ra van állítva, mert a szimulátor automatikusan generálja azt. A második összetevőt a SPICE-modellből veszi a program és a munkaponti adatok függvényében állítja be. Az *NOUT* a nemlineáris analízis kimeneti beállításait tartalmazza. Alapbeállításaként a kapu(k) terhelése  $50 \Omega$ -os, de bármilyen más terhelés is beállítható. Itt lehet megadni a függőleges tengely számára a logaritmikus (dB) léptéket is. A *FREQ* tömb a vizsgált frekvenciatartomány beállítására szolgál. Itt definiálható az egyjelenes vagy a többjelenes vizsgálat is.

A kapcsolási rajz elkészítése és az előbb ismertetett tömbök definiálása után a menüsorból, az *Analysis* gombra kattintva, megjelenik egy párbeszédablak. Mi ebből az oszcillátor-analízist, azon belül is a zajanalízist választottuk. A 8. ábrán látható az eredmény, amely

az adott skálázásnál megegyezik az oszcillátor zajoldalsáv-mérő műszerek képernyő-ábrájával. Ha elégedetlenek vagyunk az eredménnyel, akkor bármelyik alkatrészérték megváltoztatásának hatását megvizsgálhatjuk a képernyőn. A program felrajzolja a kimeneti frekvenciaspektrumot az előírt frekvenciatartományban, és hasonlóan, mint egy spektrumanalizátor képernyőjéről, leolvashatjuk a felharmonikus-elynyomást. Megtekinthetjük a képernyőn a kimeneti jelalakot is az idő függvényében úgy, mint egy nagysebességű oszcilloszkópon. Visszacsatolás nélkül, külső jellel vizsgálva, egy adott tartományon belül megkereshetjük az optimális rezonanciafrekvenciát. Kapacitásdíóddal kiegészítve az áramkört, ugyanezen méréseket megismételhetjük és ekkor már VCO-ként optimalizálhatjuk a kapcsolásunkat. Amennyiben nem egy meglévő áramkör jellemzőit kívánjuk megvizsgálni, akkor az *Oscillator Design* menüpont segítségével mi magunk is tervezhetünk tetszőleges típusú és frekvenciájú oszcillátorokat, majd optimalizálhatjuk azokat.

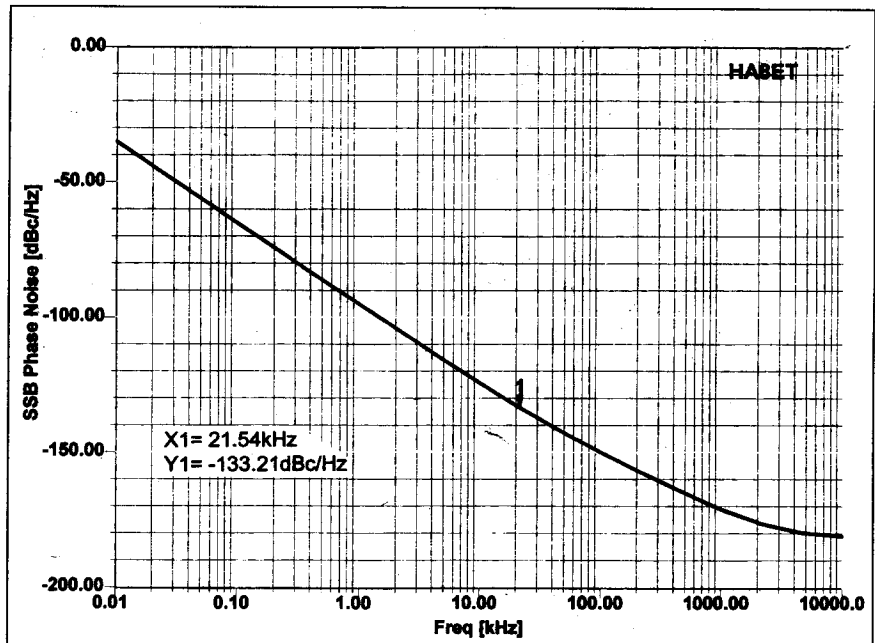
(Lapzárta után érkezett a hír, miszerint már kapható a továbbfejlesztett változat, az ANSOFT Serenade Design Environment Version 8.0. Hazai forgalmazója a MIKROMŰ Kft. Tel.: 06-23-450-763.)

Ezek a rendkívül sokoldalúan használható programcsomagok a legkor-

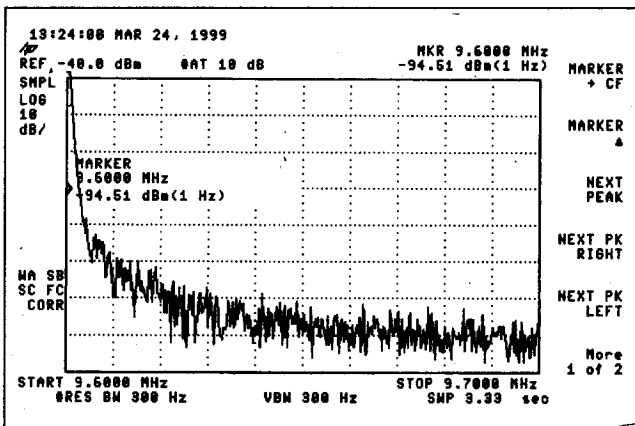
szerűbb műszerekkel felszerelt virtuális laboratóriumként segítik a fejlesztők munkáját. Ma már szerencsére nem csak drága munkaállomásokon, hanem közepes kategóriájú PC-ken is futtathatók, így várható a közeljövőben limitált, kisebb változataik elterjedése. Alkalmazásuk különösen az oktatásban nagyon hatékony.

## A fáziszaj mérése

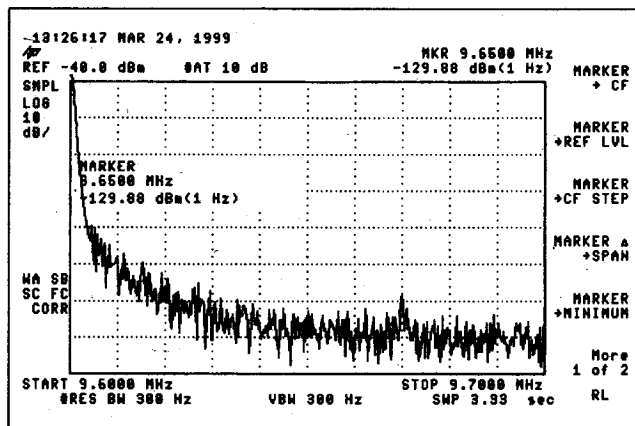
A megépített oszcillátor komplex mérése legalább olyan bonyolult feladat, mint annak megtervezése. Most nem a szokásos mérésekkel foglalkozunk, hanem inkább az oly rejtélyesnek tűnő fáziszaj mérését ismertetjük. A rádióamatőrök szakirodalmában először talán *Claus Neie* (DL7QY) foglalkozott (1987-ben) az oszcillátorok zajának jelentőségével [12]. Jó néhány akkori gyári készüléket megmért, s a legtöbbjükéről kiderült: silányak, nem is lett volna szabad forgalomba hozni azokat. Egyedül az IC-202 típusú kis készülék állta a versenyt a professzionális műszerek oszcillátoraival szemben (mert nincs benne szintézer IC). Nem véletlenül még ma is oly keresett típus; szívesen alkalmazzák mikrohullámú transzverterek KF-jeként. Claus OM elfogadható pontosságú méréseit egy HP8901 (+opt. 30) típusú régi műszerrel végezte. Ma már rendelkezésre állnak nagyon precíz, nagy pontosságú, automatikus zajmérők a Hewlett Pac-



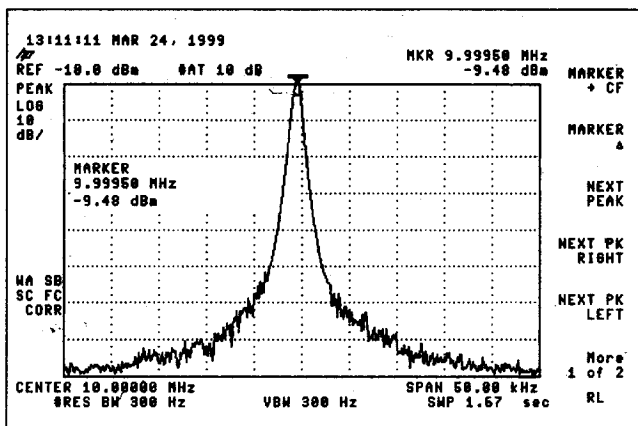
8. ábra. A 7. ábra oszcillátorának kimeneti zajspektruma optimalizálás után



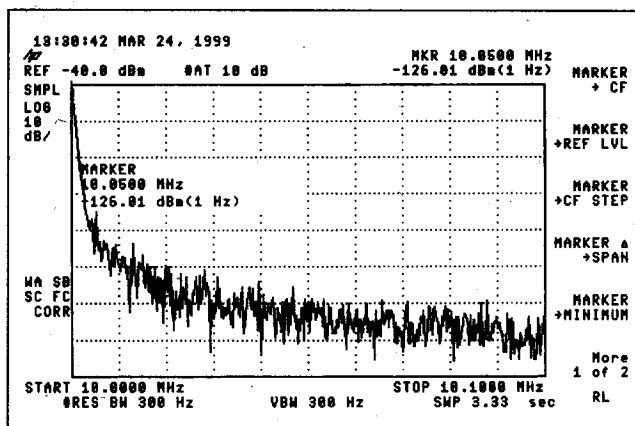
9. ábra. Egy 9,6 MHz-es TCXO kimenőjele HP8591C típusú analízátoron mérve. A fáziszajt  $f_m = 0$  Hz ofszetnél mértük



10. ábra. Az előző TCXO jelének fáziszaja  $f_m = 50$  kHz-es ofszetfrekvencián mérve HP8591C típusú analízátorral



11. ábra. Egy 10 MHz-es kristályoszillátor kimenőjele (Pollák Szki., Szentés)

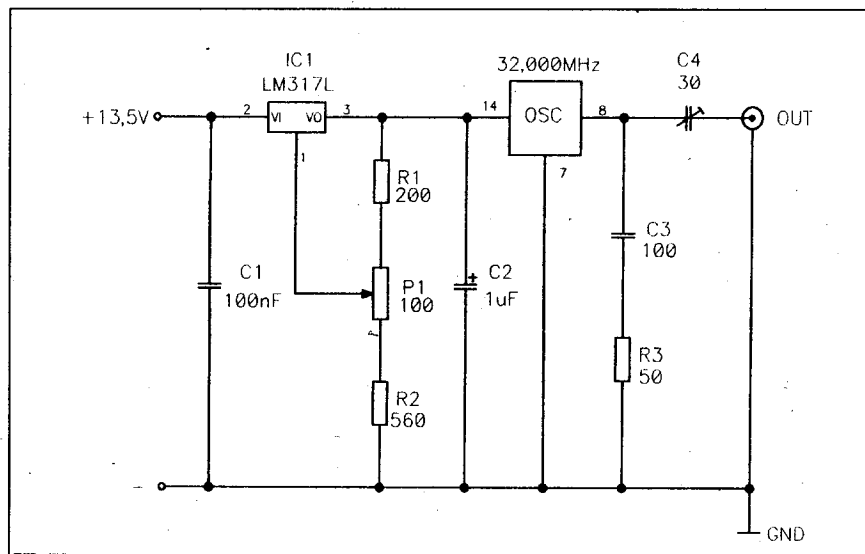


12. ábra. A 11. ábra oszcillátorának fáziszaja

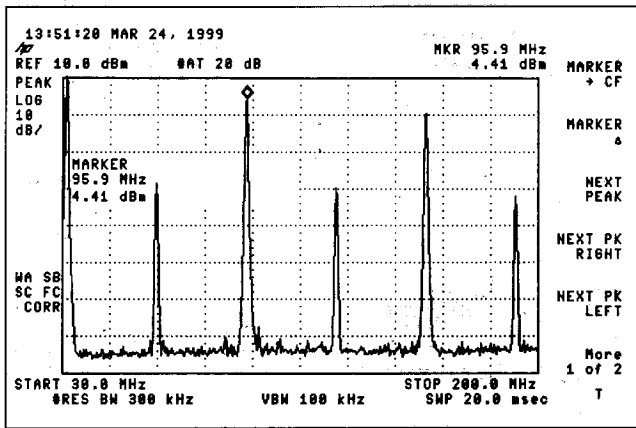
kard [13, 14] és az RDL Inc. [15] termék választékában. Ezek azonban hihetetlenül drágák és viszonylag szűk mérési területen alkalmazhatók. Precíziós oszcillátorokat gyártó cégeken, katonai fejlesztőkön és néhány műszer-gyártón kívül mások nem engedhetik meg maguknak, hogy laboratóriumukat ilyen műszerekkel szereljék fel. Az univerzális felhasználható, sokkal szélesebb mérési területen alkalmazható spektrumanalízátorokkal is meg lehet mérni az oszcillátorok zaját [16, 17, 18]. Azonban egy-egy HP spektrumanalízátor – a műszereket forgalmazó amerikai NAPTECH cég kéthavonta megjelenő katalógusai szerint – használatán is, a kiépítéstől függően 12000 és 60000 \$ között kapható! Egy átlagos felszereltségű laboratórium számára még ezek is elérhetetlenül drága műszerek. Néhány éve megjelentek az „olcsóbb”, hordozható, HP8590 szériájú, felhasználó-specifikus spektrumanalízátorok [19, 20], amelyek közepes

árfekvésükkel már elérhetőbbé váltak. Az adott mérési feladat gyors, egységes szempontok szerinti elvégzéséhez me-

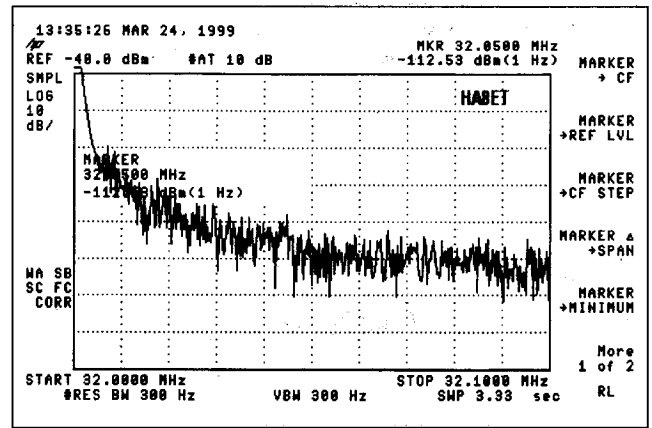
mórikártyák rendelkeznek ezekhez. Az igazi áttörést azonban a HP ESA-L1500A analízátor megjelenése jelen-



13. ábra. 32 MHz-es tokozott kristályoszillátor (PXO) transzverterek lokálágához



14. ábra. A PXO kimeneti jelspektruma



15. ábra. A PXO fáziszaja

tette [21, 22]. A tervezők elsősorban szervizek, kisebb műhelyek és az oktatás számára fejlesztették ki. Az alapkonceptió szerint ezekkel a műszerekkel is majdnem minden mérést el lehet végezni, amit a méregrágra HP8560-as szériával, de alacsonyabb frekvencia-tartományban és kisebb pontossággal. A mérési rutin elsajátításához azonban ez a sokkal olcsóbb típus is kiválóan megfelel. Az új típusú, nagyobb méretű LCD és a közvetlenül (PC nélkül) a kimenetre csatlakoztatható VGA monitor ideális demonstrációs eszközzé teszi a műszert oktatási célú laboratóriumokban.

### A mérési adatok átvitele PC-re

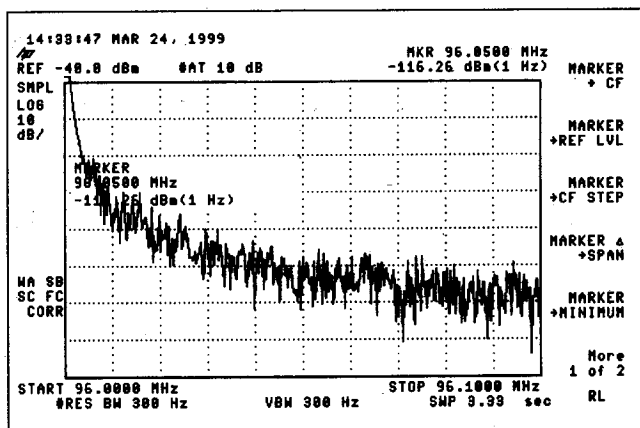
Az újabb spektrumanalizátorok rendelkeznek RS-232-es és HP-IB adatkimenettel. Ha a számítógépünkbe rendelünk egy HP82340 vagy 82341 típusú HP-IB illesztőkártyát, amelyhez CD-n szállítják az installáló programot, akkor biztosítottuk a PC és a műszer közötti adatátvitelt. A kártya könnyen üzembehelyezhető, WIN98 és NT alatt automatikusan felismeri a már telepített rendszereszközöket és a program megfelelően beállítja az IRQ-ját. Nem tapasztaltunk ütközést sem a hálózati kártyákkal, sem más rendszereszközzel. Korábban, amikor a kártyát a magyar nyelvű WIN95 alatt próbáltuk installálni, csak a hibaüzenetek tömkelegét küldte a gép. A WIN95 magyar nyelvű (hivatalosan vásárolt) verzióját egyébként semmilyen műszaki alkalmazásnál sem tudtuk használni. (Nem működnek vele a digitális oszcilloszkóp kártyák, nem indul el alatta a Serenade 7.5 áramkörszimulátor programcsomag, tehát nem csak a HP prog-

ramjaival képtelen együttműködni.) Irodai alkalmazásoknál biztosan kiváló, de műszaki célokra kerüljük a használatát! A majd' fél évig tartó eredménytelenség időszakában, a gyártó cégeknek küldött értelmezhetetlen hibáüzenet-gyűjtemények után, amikor semmi sem akart működni, az operációs rendszerek lecserélésével egy csapásra megváltozott a helyzet. Óriási élményt jelentett diáknak és tanárnak egyaránt a mérési görbék megjelenítése a számítógépeken, azok kinyomtatása és az adatok utólagos feldolgozása. Mindezt a „HP E-4444A BenchLink Spectrum Analyzer” program telepítése biztosította [23, 24].

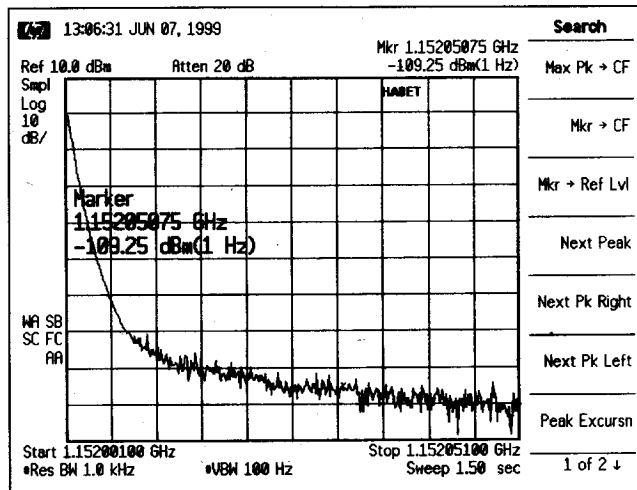
### Gyakorlati mérések spektrumanalizátorokkal

Első méréseinket a HP8591C típusú, speciálisan kábeltelevíziós mérési célokra kifejlesztett, 9 kHz-től 1,8 GHz-ig működő analízátorral végeztük. Ez az analízátor a pontosabb, a RESOLUTION BW-je (felbontóképessége) kedvezőbb, saját fáziszaja kb. 10 dB-lel alacsonyabb, mint az L1500A típusé. Megfelelő beállításokkal, a 8591C-vel sikerült 135 dBm/Hz értéket is mérni. Méréseink során először a ChipCAD Kft.-től kapott 9,6 MHz-es TCXO kimenőjelét vizsgáltuk, ezt a kis zajú eszközt tekintjük referenciának. Köszönet érte Holman Tamás ügyvezető igazgató úrnak! A 9. ábrán nem a megszokott spektrumanalizátoros ernyőképet látjuk, hanem a fáziszaj méréséhez használatos műszereknek megfelelőt. Ezt úgy értük el, hogy a START frekvenciát a TCXO névleges frekvenciájára, 9,6000 MHz-re állítottuk, a SPAN-t pedig 100 kHz-

cel a START frekvencia fölé. Ezután a menüből kiválasztottuk a MARKER NOISE funkciót. Így „egygombos” méréssel tudunk fáziszajt mérni 1 Hz sáv szélességre vonatkoztatva. Az eredmény (-94,54 dBm/Hz) meglepően rossznak tűnik. Alaposabban megvizsgálva a fáziszaj definícióját, kiderült a mérési hiba oka. Nem állítottunk be semmilyen ofszetértéket. Ennek beállítása azonban szoros összefüggésben áll a RES BW, a SPAN és az analízátor saját fáziszajával. A 10. ábrán 50 kHz-es ofszetet állítottunk be (ezt a marker 9,6500 MHz-es értéke mutatja) 300 Hz-es RES BW-hez. A -40 dB-es REF LEVEL esetén jól látható a vizsgált jel zajspektrumának csökkenése. A -130 dBm/Hz érték gyakorlatilag az analízátor saját zaja, tehát nagyobb ofszetnél már értelmetlenné válik a mérés. Igazság szerint a TCXO fáziszaja legalább olyan kedvező, mint az analízatoré. A pontos méréshez az analízatornak legalább 10 dBm/Hz értékkel kedvezőbb fáziszajjal kellene rendelkeznie, mint a mérendő oszcillátornak. Ha a hordozóhoz közelebb akarjuk a jelet vizsgálni, annak a minimális felbontóképesség, a nagyobb ofszetnek pedig az analízátor zajküszöbje szab határt. Mérés közben az osztó helyes beállításával mindig meg kell akadályozni az analízátor keverőjének túlvezérlődését ( $P_{BE_{max}}$  kb. 0 dBm a keverőn [22]). Az itt leírt módszerrel közepes árfekvésű, illetve olcsóbb spektrumanalizátorokkal is elfogadható pontossággal meg lehet határozni a gyakorlatban előforduló oszcillátorok fáziszaját. Természetesen referencia-oszcillátorok és OCXO-k méréséhez ez a módszer nem megfelelő, de ennek igénye nem is merül fel a szer- viz- és az amatőr gyakorlatban.



16. ábra. Egy 96 MHz-es, 5 ppm-es precíziós kristállyal felépített oszcillátor fáziszaja



17. ábra. A PXO fáziszaja 1152 MHz-re sokszorozva (1296 MHz-es lokálág)

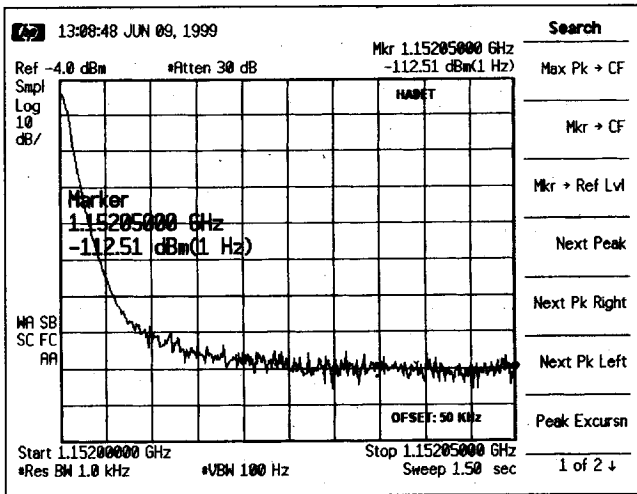
A BenchLink program jóvoltából a bemutatott ábrákról leolvasható az analízator összes beállítása, ezért a továbbiakban ezeket nem részletezzük. A számítógép el tudja tárolni az analízator képernyőjén látható képet, választásunknak megfelelően PCX, GIF, BMP, HP-GL vagy TIF formátumban. A képernyőn megjelenő ábrán tudunk feliratokat is elhelyezni vagy a Windows-alapú programokhoz hasonlóan, a megjelenő ceruzaszimbólum segítségével rajzolhatunk is rá. A program óriási előnye, hogy a virtuális oszcilloszkóp kártyáktól eltérően, a műszer és a VXI kártya nélkül is üzemképes, tehát a korábban eltárolt fájlokat bármikor előhívhatjuk, szerkeszthetjük vagy nyomtathatjuk. Mérésí jegyzőkönyvek készítéséhez nagyon jól használható, mert a diagramok egy gombnyomással átvihetők a szövegszerkesztőbe. Egy további érdekes szolgáltatása a programnak, hogy nem csak képfomátumban tudja eltárolni a mérés eredményét, hanem adatállományként is (ilyenkor sokkal gyorsabb az átvitel a PC és a műszer között). Az így tárolt adatokból utólag is bármikor felrajzolja a PC a görbéket. A képernyőn megjelenő görbékről, a kurzorok segítségével, rendkívüli pontossággal olvashatjuk le a keresett adatokat.

A következőkben bemutatom munkahelyem, a szentesi Pollák Antal Műszaki Szakközépiskola technikus-képesítő vizsgáján kiadott egyik gyakorlati feladat mérési eredményeit. A feladat egy 10 MHz-es kristályoszcillátor megépítése és mérése volt HP8591C típusú analízatorral. A 11. ábrán látható kimenőjel már egy megszokottabb ernyőképét mutat. Jól láthatók az ábrán

a „zajszoknyák” is. A marker segítségével a technikusjelölt meghatározta a jel amplitúdóját dBm-ben, továbbá az oszcillátor névleges frekvenciáját. Ilyen alacsonyra választott SPAN és RES BW esetén rendkívül pontosan lehet frekvenciát mérni az analízatorral. E pontosság még fokozható, ha megvásároljuk az OCXO opciót is. A 12. ábrán a 10. ábrával megegyező beállítások mellett történt a kristályoszcillátor fáziszajának mérése. Megfigyelhető, hogy a jól beállított kristályoszcillátor mindössze -4 dBm/Hz értékkel zajosabb a TCXO-nál. (Speciális fáziszajmérő már nagyobb különbséget mutatna ebben a tartományban.)

A következőkben néhány tipikus rádióamatőr-alkalmazásban mutatjuk be a spektrumanalízatorok sokoldalú felhasználhatóságát. Az 1997-es évkönyvünk 201. oldalán [25] ismertettünk egy nagy stabilitású oszcillátort, 432 és 1296 MHz-es transzverterek lokálágai számára (13. ábra). Az áramkör alapját egy olcsó, tokozott kristályoszcillátor képezi. Azóta kül- és belföldön egyaránt sok-sok példányban utánépítették, a felhasználók megelégedésére. Jómagam is 6 éve egy ilyen oszcillátort használok 1296 MHz-re. Az antennafejben elhelyezett transzverternél a frekvenciastabilitással és a pontossággal soha nem volt problémám, de nagyon izgatta a fantáziámat az oszcillátor fáziszaja, az előbbieken leírt kedvezőtlen hatások miatt. Most, a megfelelő műszerekkel végzett mérések után, sikerült eloszlatni a kételyeket. A 14. ábrán a tokozott kristályoszcillátor kimeneti jelspektru-

ma látható. Megfigyelhető, hogy a páratlan felharmonikusok sokkal intenzívebbek, mint a párosak. Különösen kedvező, hogy a 3. harmonikus (96 MHz), az adott IQD gyártmányú oszcillátornál mindössze 6 dB-lel gyengébb az alapjelnél. A kapcsolás digitális áramkörök számára készült, de sehol sem látható a kimeneti spektrumban zavaró jel vagy túske. Kimenőjele teljesen hasonló a szinuszos oszcillátoroknál megszokottakhoz. A 15. ábrán a vizsgált oszcillátor, míg a 16. ábrán egy drága, 96 MHz-es, 5 ppm pontos ságú KVG kristállyal épített oszcillátor fáziszaja látható. (Ezt az oszcillátort számtalan transzverterben alkalmazták, pl. az SSB ELECTRONIC transzvertereiben is.) Mivel közel 20 dB-lel a HP8591C analízator zajküszöbértéke felett mértünk, az ofszet pedig nagyobb a RES BW tízszeresénél, az eredmény eléggé pontosnak mondható. Megállapítható, hogy a drága kristállyal épített oszcillátor mindössze 4 dBm/Hz értékkel adott kisebb fáziszajt. Felsőszorozás után, 1152 MHz-en, már egy HP ESA-L1500A típusú analízatorral hasonlítjuk össze a két jelet. A 17. ábrán a vizsgált, míg a 18. ábrán a 96 MHz-es kristályból származó jel fáziszaját láthatjuk, mindkettőt 50 kHz-es ofszetfrekvenciánál. A drága kristállyal felépített sokszorozó, a mérések tanúsága szerint, alig valamivel kedvezőbb fáziszajt eredményezett, mint az olcsó, tokozott kristályoszcillátor. Összegzésképpen elmondhatjuk, hogy 1 GHz feletti frekvencián, 50 kHz-re a hordozótól, a -110 dBm/Hz körüli fáziszaj elfogadható értékű. Figyelembe véve a



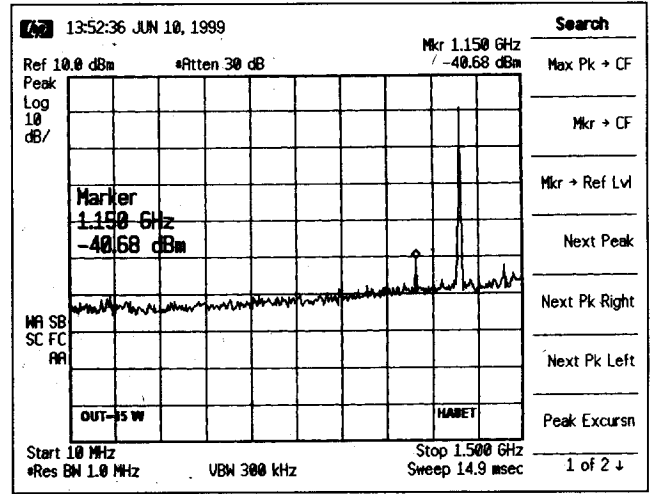
18. ábra. A 96 MHz-es oszcillátor fáziszaja 1152 MHz-re sokszorozva

144 MHz-es alaprádiók bemeneti intercept pontját és oszcillátorok fáziszaját, nincs értelme a lokálágba ennél kisebb zajú és sokkal drágább eszközöket felhasználni. Természetesen egészen más tervezési alapelvek érvényesülnek nagy dinamikájú vevőbemenetek építéskor.

Érdekességként a 19. ábrán közreadjuk a több amatőr társunk által is megépített HA8ET-015 jelzésű 1296 MHz-es transzverter kimenőjelének a HP L1500A típusú analizátorral mért ernyőképét. A mérésnél egy laboratóriumi szignálgenerátor szolgáltatott a 144 MHz-es, 0 dBm-es jelet a keverőnek. A transzverter egy 20 W-os hibrid modulát táplált, 15 W-ig kivezélve. Az 1152 MHz-es jelen kívül más jel nem található a kimeneti spektrumban (az is -40dB elnyomású). Ennek a sok hangolt körből álló, bonyolult kapcsolásnak a pontos behangolásához na-

gyon nagy segítséget nyújtott a HP spektrumanalizátor.

Az újabb analizátorokon található még egy, egygombos mérést megvalósító, nagyon hasznos szolgáltatás, az N dB Points. Ezt a tracking (követő) generátorral kiegészített méréseknel kiválóan fel lehet használni a 3 dB-es pontok távolságának megmérésére (a sáv szélesség meghatározására). Aki hagyományos vobbulátorral pontonként vett már fel ilyen görbéket, csak az tudja igazán értékelni e szolgáltatás hasznosságát. Mi most egy szokatlan mérési módszerhez használjuk az analizátorokat ezt a szolgáltatását. A 20. ábrán a 11. ábrához hasonló ernyőképet állítottunk be, de most az L1500A típuson. A SPAN 100 kHz és viszonylag keskeny a RES BW is, tehát a 100 Hz-es videó sáv szélesség ellenére előtűnnek a zajszoknyák. N dB = 60-as értéket beállítva, a jel csúcsa alatt

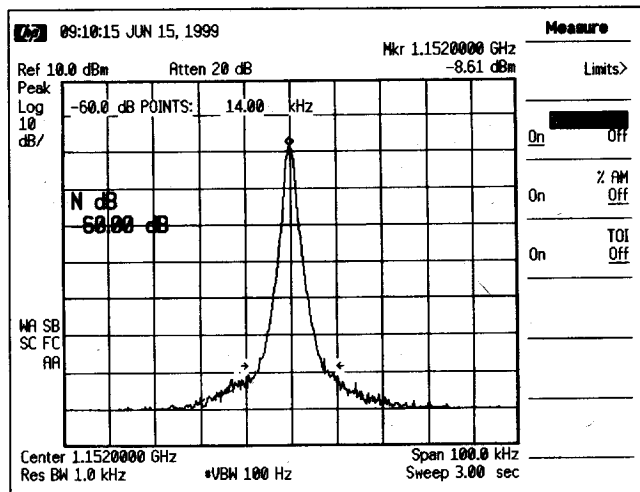


19. ábra. A HA8ET-015 jelű 1296 MHz-es transzverter kimeneti spektruma 15 W-nál

60 dB-lel megkapjuk a görbe szélességét, ami tulajdonképpen a fáziszaj következménye. Esetünkben a két kis nyíl (az ábra alsó részén) mutatja, a marker pedig kiírja, a 14 kHz-es távolságot. Minél kisebb e távolság, annál zajtalanabb az oszcillátor. Tehát ezzel a módszerrel is össze tudjuk hasonlítani az egyes oszcillátorok jeleit. Pontos műszer hiányában nagy segítséget jelent egy TCXO, mint alacsony zajú referencia jelforrás. Így manuális kijelöléssel egy egyszerű HAMEG spektrumanalizátoron is össze tudjuk hasonlítani a TCXO jelét a vizsgált oszcillátor jelével (igaz, az alfanumerikus kiírás lehetősége nélkül).

Végezetül ezúton szeretnék köszönetet mondani a HEWLETT PACKARD Magyarország Kft.-nek, amiért közvetlen szakkeresési támogatásával, a szentesi Pollák Antal Műszaki Szakközépiskola analóg laboratóriuma számára biztosított egy ESA-L1500A típusú spektrumanalizátort VXI kártyával és a szükséges mérési adatfeldolgozó programokkal. Ezáltal a technikusjelöltek számára megnyílt a lehetősége annak, hogy megismerkedhessenek a korszerű mérés-technikának ezzel a területével is; rutinszerűen elvégezhessek, majd dokumentálják a fent leírt mérések egy jelentős részét. Köszönjük annak lehetőségét is, hogy egy HP8591C típusú, nagyobb pontosságú analizátorral is ellenőrizhettük a mérési eredményeket.

Külön köszönöm Domokos Sándor úrnak, a HP Magyarország Kft. kereskedelmi képviselőjének és munkatársainak a számos konzultációt és az oktatómunkánkban kiválóan használható HP szakirodalmak beszerzésében nyújtott segítséget!



20. ábra. Zajszélesség meghatározása „N dB pont” módszerrel, HP ESA-L1500A típusú spektrumanalizátorral

(Folytatás a 255. oldalon)



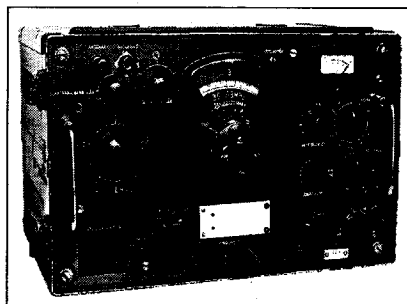
# Katonai rádiók amatőrkezőben (1. rész)

Mednyánszky László HA7VC

Nem történeti áttekintést szeretnék nyújtani a katonai rádiókészülékek fejlődéséről, mert – egy jelentős korszakot átölelve – azt már megtette egy nálam sokkal szakavatottabb szerző – egykori tanárom – a Rádiótechnika 1995-ös évkönyvében. Az ok, ami miatt tollat ragadtam, az az, hogy több rádióamatőr barátunk fordult szerkesztőségünkhöz régi típusú katonai rádióberendezésekkel kapcsolatos kérdéseivel. Ezekből kiderül, hogy zömmel az egykori csehszlovák gyártmányú R-4 vevőkészülék, a szovjet vagy magyar R-104 rádióállomás, illetve az URH-család tagjai: az R-105, R-108, R-109 és az R-114, esetleg a korszerűbb R-107 vagy a HAM-bazárban is árusított digitális skálás R-107M rádió adó-vevők vannak amatőr tulajdonban. Fentiekén kívül a Mechanikai Laboratórium R-1250 és R-1251 típusú vevőkészülékei szintén közkedveltek amatőr berkekben.

Hogy napjainkban, amikor némi túlzással állíthatjuk, hogy egyetlen csipben integrálva komplett, többvatos adó-vevőket gyártanak, amelyek átfogják a teljes ismert frekvenciasávot, mi szükség van az öreg elektroncsöves készülékekre? Erre nem könnyű válaszolni. Hasábjainkon is jelentek már meg eszmefuttatások az „elektroncső vagy tranzisztor” polémia kapcsán. Mindkét aktív elem rendelkezik olyan előnyös tulajdonságokkal, amelyek valamilyen alkalmazásban meghatározók lehetnek és eldönthetik ezt a kardinális kérdést. Úgy gondolom, a rádióamatőrök nem is a tulajdonságok vagy műszaki adatok közt böngészgetve döntenek az öreg készülékek beszerzése mellett. Van akinek régi katonaélményei elevenednek fel, ha csak ránéz ezekre. Aki nem találkozott velük korábban, az is érezhet nosztalgiát, mert minden készülék egy-egy technikatörténeti érdekesség. Van aki abban leli örömét, hogy „életet lehel” a matuzsálemi korú berendezésekbe. Szóval ok akad bőven, készülékekben és bütykölő kedvben sincs hiány, de az eredeti szakirodalmakhoz – az ún. „híradó szabályzatokhoz” – ma már nagyon nehéz hozzájutni.

Jelen cikkben az R-4 vevővel, míg a következő évkönyvben az R-104 adó-



1. ábra. Az R-4 vevőkészülék

vevővel szeretném megismertetni a tisztelt olvasót. Mindkét berendezést a '60-as évek elején rendszeresítették az akkori Magyar Néphadsereg szárazföldi híradócsapatainál.

## Az R-4 vevőkészülék

Az 1. ábrán látható egyszerűtranszponált rövidhullámú elektroncsöves vevőkészülék legfontosabb műszaki adatait az 1. táblázatban tanulmányozhatjuk. Akinek rendelkezésére áll a készülék, annak minden egyértelmű az előlapon elhelyezett kezelőszervek feladatát illetően, bár nemcsak magyar, hanem orosz vagy cseh nyelvű feliratok is előfordulnak. Kis rádióamatőr gyakorlattal azonban a klasszikus funkciók felismerhetők.

A készülék az előlap négy sarkában elhelyezett – eredetileg vörös körrel jelzett – csavarok oldásával dobozolható ki. Ezek úgynevezett „elvezíthetetlen” csavarok, szétszereléskor nyugodtan a teljes meglazulásig kicsavarhatók, nem fognak kiesni. Egy-egy rugó tartja az előlap síkjából kiemelve a csavarokat.

A vevőt a jobb fogantyú melletti üzemmódkapcsolóval kapcsolhatjuk be. A kapcsoló készenlét helyzetében az elektroncsövek csak fűtőfeszültséget kapnak, a készülék süket marad. A régi jelöléseknek megfelelően az A1, A2A, A3 működési módok az A1A, A2A, A3E modulációs módokra utalnak.

E kapcsoló fölötti forgatógombbal kiválasztva ellenőrizhetjük a műszerrel a csövek fűtő- valamint anódfeszültsé-

1. táblázat. Az R-4 vevő technikai adatai

Kis- és nagyfrekvenciás jellemzők		
Üzemi frekvencia	1,5...12,8 MHz	
Vételi frekvenciakörzetek	Skála kalibráció	
1.	1,50...2,35 MHz	10 kHz
2.	2,25...3,60 MHz	10 kHz
3.	3,43...5,50 MHz	10 kHz
4.	5,25...8,40 MHz	20 kHz
5.	8,00...12,80 MHz	20 kHz

Modulációs módok	A1A A2A A3E
Érzékenység (jel/zaj = 10 dB-nél)	<0,5 μV (A1A) <2 μV (A2A) <2 μV (A3E)
Középfrekvenciás sávzélesség	100...4000 Hz
Sávzélességállítás	folyamatos
Tűkőfrekvenciás csillapítás	80 dB
Középfrekvenciás csillapítás a vevőbemeneten	80 dB
Hangfrekvenciás sávzélesség	300...2400 Hz
Hangfrekvenciás kimenőteljesítmény:	-
- 4000 Ω-os fejhallgatón	10 mW
- 600 Ω-os vonalon	10 mW
- 5 Ω-os hangszórón	20 mW

Áramfelvétel			
Hálózati üzem		Telepes üzem	
Fűtőáram	2 A	Készenlét	2 A
Anódáram	45 mA	Üzem	5,5 A

Egyéb adatok	
Tömeg	16 kg
Méreték	355 × 290 × 230 mm
Környezeti hőmérsékletelhárók	-35...+45 °C



geit vagy a vett jel relatív térerősségét (S) indikálhatjuk.

A műszerkapcsolótól balra lévő gombbal a sávzélesség folyamatosan szabályozható az 1. táblázatban szereplő határokon belül. Ez alatt találjuk a táviró-, vagy bitoszillátor kezelőszervét.

Az érzékenysgszabályzó gombot jobbra forgatva kézi beállítást érünk el, balra kikapcsolva, az automatikus érzékenysgszabályozás lép működésbe.

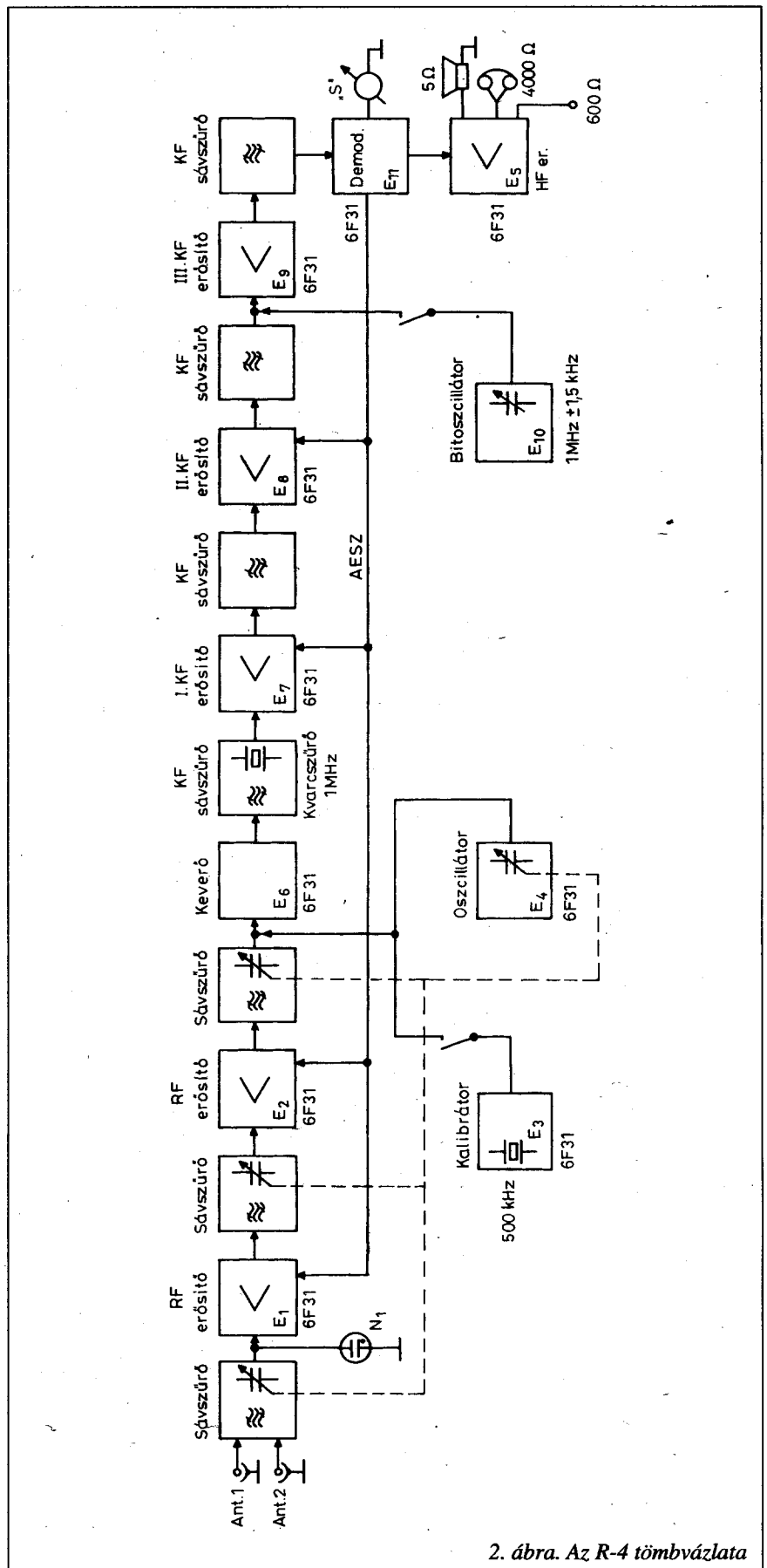
Az előlap közepén van a mechanikus skála, alatta a durva frekvenciabeállító forgatógomb. A gombon két rögzítőkart találunk, amelyek segítségével két – egymástól független – frekvenciát állíthatunk (programozhatunk) be. A kar 0-helyzete a nyitott, Z-helyzete a rögzített állapotra utal. 0-helyzetben megkeressük a rögzíteni kívánt frekvenciát, majd átkapcsoljuk a Z-helyzetbe. Ezután elforgathatjuk a frekvenciabeállítót, vagy akár a finomhangolót is. Ha gyorsan vissza kívánunk hangolni a rögzített frekvenciára, akkor bátran forgathatjuk a durva hangolót, az egy erőteljes kattanással beugrik az előző beállításnak megfelelő frekvenciára. A forgatógomb alatti fehér celluloidlapra felírhatjuk a programozott frekvenciaértékeket.

A skálaablak felett jobbra lévő hasított tengelycsonk a skála mechanikai helyesbítésére szolgál. A skálán – 500 kHz-enként lévő – vörös pontok jelölik a hitelesítő helyeket.

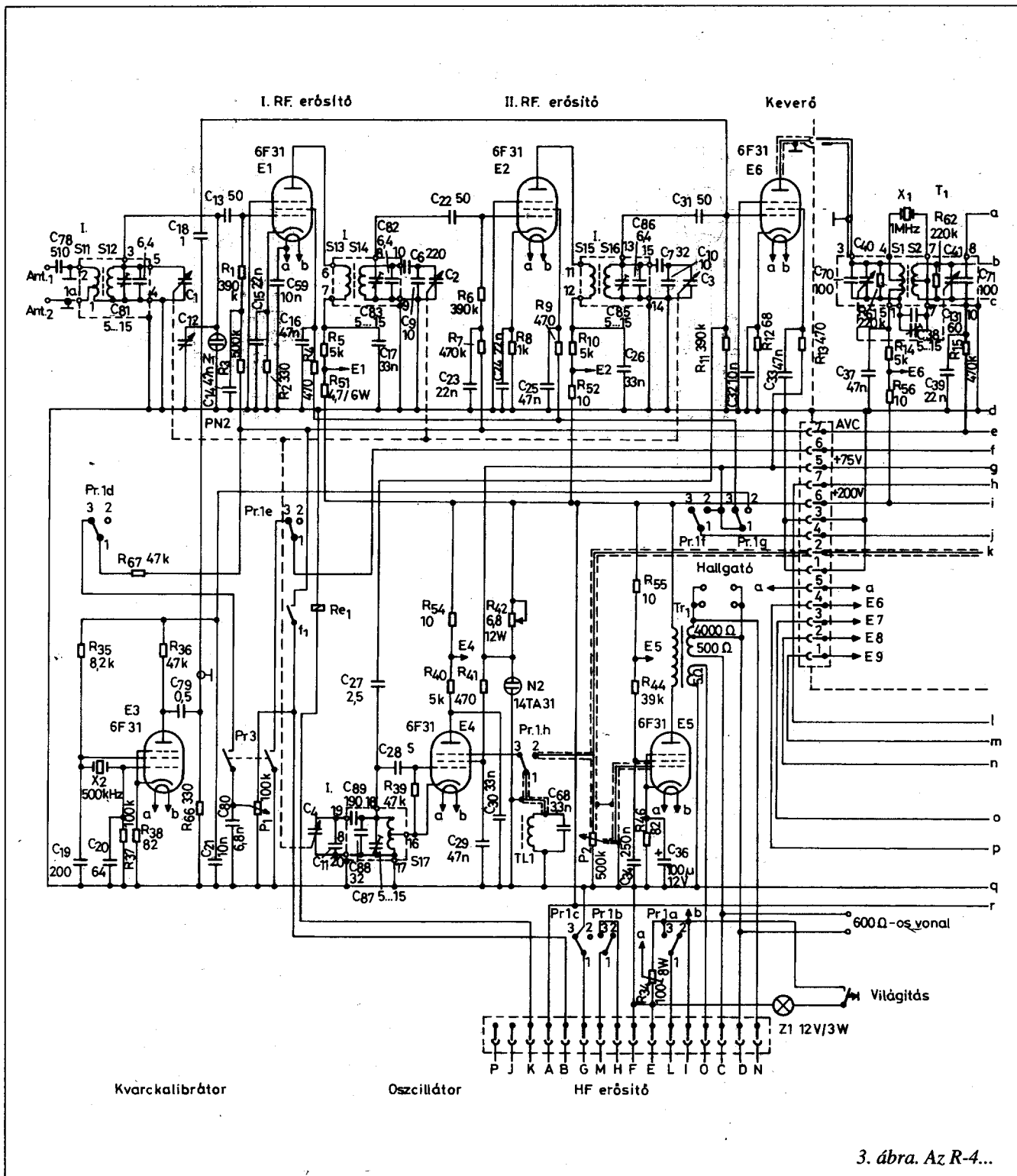
Két antennacsatlakozót találunk az előlapon. Az „Antenna-1” nagyimpedanciás csatlakozó, az ún. „egyszáldrót” vagy „hosszúdrót” antennákat ide csatlakoztatjuk. Az „Antenna-2” – az eredeti leírás szerint – 70 Ω-os aljzat. Úgy gondolom, hogy nem követünk el nagy hibát, ha a továbbiakban az egyszerűség kedvéért ezt az aljzatot 75 Ω-osnak tételezzük fel.

Az antennacsatlakozók alatt lévő antennahangoló gombbal tökéletesíthetjük antennánk illesztését a vevőbemenethez. Az utánhangoló gombnak akkor van szerepe, ha rögzített frekvenciára hangolunk és egy kis frekvencia-korrekciónak szükséges az érthetőséghez.

A vételi frekvenciakörzet beállítása a körzetkapcsolóval történik. Egy elkapcsolásra 1,2-szeres fordulatot végez a mechanika, miközben átállítja a skála előtti takarólemezeket is. Ezzel a megoldással a sáv váltás igen leegyszerűsödött, nem kell nagy erő a reteszelt dobváltó átforgatásához. A körzetkap-



2. ábra. Az R-4 tömbvázlata



3. ábra. Az R-4...

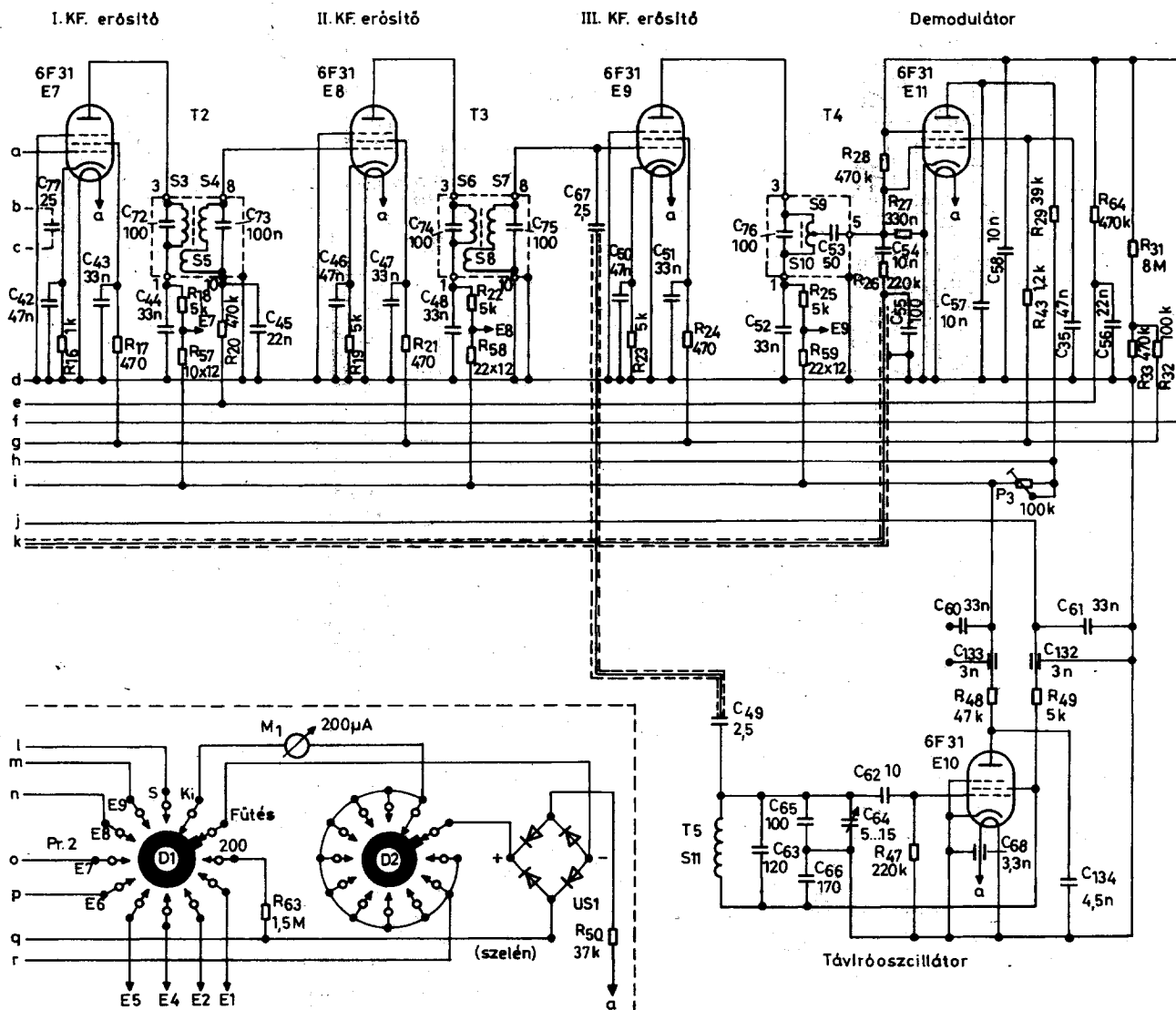
csoló tetszőlegesen – akár jobbra, akár balra – elforgatható.

### A vevő működése

A működés tömbvázlat szerinti, majd alább a kapcsolási rajz szerinti leírásánál az eredeti rajzok jelöléseit

alkalmaztam, bár ezek nagy része – csakúgy mint maga a kapcsolási rajz – a szabványtól lényegesen eltér. Ez a módszer azonban megkönnyíti az egyes alkatrészek azonosítását a készüléken belül a rájuk bélyegzett pozíciószámok alapján. A készülék felépítése, működési elve megfelel a klasszikus

elektroncsöves szuperheterodin rendszerű vevőkészülékekének. Érdekessége, hogy a 11 db elektroncső mind azonos – 6F31 (6BA6, EF93) – típusú. Ettől eltérést csak a segédárcsfeszültség stabilizálására hivatott 14TA31 stabilizátorcső valamint a tápegységben lévő 6Z31 (6X4) képvisel. A



**Pr.1 kapcsoló állásai**

A kapcsoló jelzése	a	b	c	d	e	f	g	h
Kikapcsolva	1-2	1-2	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
Készületi üzem (fűtés)	1-3	1-3	1-2	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
A1 üzemmódban	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-2	1-3	1-3
A2	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-2
A3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
Kalibráció üzemmódban	1-3	1-3	1-3	1-2	1-2	1-3	1-2	1-3

*...kapcsolási rajza*

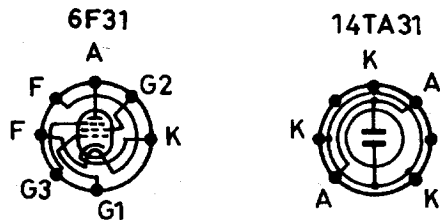
vevő tömbvázlatát a 2. ábrán tanulmányozhatjuk.

Az antennáról jövő rádiófrekvenciás jel bemeneti sávszűrőn keresztül kétfokozatú erősítőre kerül. A két fokozat között és a második erősítő kimenetén is LC elemekből felépített hangolható sávszűrő gondoskodik az igen jó

tűkorszelektivitásról. Az N<sub>1</sub> ködfénylámpa szerepe a túlfeszültségvédelem. Az antennáról érkező túl nagy jelek káros hatásától védi meg az első elektromos bemenetét. Fenti elemeken áthaladva a jel az E<sub>6</sub> keverőcső rácsára kerül. Szintén ide vezetjük a helyi oszcillátor – E<sub>4</sub> – jelét is. A keverőcső

kimenetén 1 MHz-es középfrekvencia jelenik meg, amelyet változtatható csatolási tényezőjű sávszűrővel választunk ki.

A keverőt háromfokozatú középfrekvenciás erősítő követi. Az E<sub>11</sub> képezi a demodulátort, amely az emberi fül számára feldolgozható frekvencia-



sávba keveri az előző fokozatokban felerősített középfrekvenciás jeleket és egyúttal előállítja az automatikus erősítésszabályozáshoz szükséges negatív egyenfeszültséget, valamint az S-mérő feszültségét is.

A hangfrekvenciás erősítőfokozatban egyetlen elektroncsövet – E<sub>3</sub> – találunk. Ez felerősíti és a kimeneti transzformátorhoz csatlakoztatott fejhallgatón, vagy hangszórón keresztül hallhatóvá teszi a demodulátorból érkező jeleket.

A skála hitelesítését 500 kHz-es kvarcpontosságú jellel végezzük. Ezt az E<sub>3</sub> állítja elő. A modulálatlan távirójelek vételét az E<sub>10</sub>-zel működő bitoszillátor teszi lehetővé, amely a KF értékén, azaz 1 MHz-en működik, de ettől a közepes értéktől ±1,5 kHz-cel elhangolható.

### A vevő elvi rajza

A készülék kapcsolási rajzát a 3. ábrán tanulmányozhatjuk. Az eredeti rajzon nem szerepelnek az alkatrészek értékei, azokat külön táblázatból kellett visszakeresni. A könnyebb kezelhetőség érdekében jelen leírásban a pozíciószámok környezetében megadjuk az értékeket. A kapcsolási rajzon eredetileg S betűvel jelölték az induktivitásokat, ezeket nem változtattam meg. A vevőkészülék dobváltójában levő bemenőfokozati és oszcillátor rezgőkörök kapacitásainak értékeit a 2. táblázatban adom meg. A működés leírásakor a dobváltó rajzon szereplő helyzetét vettem alapul.

### A rádiófrekvenciás erősítőfokozatok

Az antennáról érkező rádiófrekvenciás jel – antennatípustól függően – az Ant. 1 csatlakozón és a C<sub>78</sub> kondenzátoron át az S<sub>11</sub> csatolótekerics nagyimpedanciás pontjára, vagy a koaxiális Ant. 2-n keresztül az S<sub>11</sub> 75 Ω-os leágazására kerül. Az antennatekerics induktív csatolásban van az S<sub>12</sub>, C<sub>81</sub>, C<sub>1</sub> elemekből felépített rezgőkörrel, amely a C<sub>1</sub> négyzetes forgókondenzátorral az üzemi frekvenciára hangolható.

A készüléket úgy tervezték, hogy gyakorlatilag bármilyen antennával működethető legyen. Így olyanokkal is, amelyek impedanciában egyáltalán nem illeszkednek a vevőkészülék bemenetéhez. Ezek az antennák az illesz-

telenség függvényében terhelik a bemenő rezgőkört, amely frekvenciaelhangelődést és ezért együttfutási problémákat okoz. Ennek mérséklésére az előlapra kiveztették a C<sub>12</sub> kondenzátort, amellyel a bemenő rezgőkör frekvenciája – szűk tartományon belül – utána hangolható, így az együttfutás is többé-kevésbé biztosítható.

Az N<sub>1</sub> glimmlámpa extrém nagy jelek hatására begyújt, rövidegre zárja a bemenő rezgőkört, így védi meg az elektroncső rácsát a túlfeszültség okozta meghibásodástól. A bemenő rezgőkör által kiválasztott rádiófrekvenciás jel a C<sub>13</sub>-on át a nagyfrekvenciás előerősítőcső vezérlőrácsára jut. Az R<sub>2</sub> katódellenálláson átfolyik az anód- és a segédrácsáram is, ezért néhány voltos feszültség esik rajta. A cső katódja nagyfrekvenciásan a C<sub>15</sub>-tel van hidegítve. A vezérlőrács az automatikus erősítésszabályozáshoz szükséges negatív előfeszültséget az R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub> ellenálláson keresztül az AVC áramkörből kapja. A feszültség szűrését a C<sub>14</sub> látja el. Az E<sub>1</sub> segédrácsa az R<sub>4</sub>-en és a Pr<sub>1</sub> üzemmodkapcsoló g érintkezőjén át kapja meg az N<sub>2</sub> által stabilizált 75 V-os tápfeszültséget, amelyet a C<sub>16</sub> nagyfrekvenciásan hidegít.

Az E<sub>1</sub> munkaellenállását az S<sub>13</sub> induktivitás képezi. A 186 V anódfeszültséget az R<sub>5</sub>, R<sub>51</sub> ellenálláson át kapja meg az elektroncső. A két ellenállás közül kilépő E<sub>1</sub> feliratú nyíl a Pr<sub>2</sub> mérőműszer átkapocsolóját megfelelő pontjára csatlakozik. Ebben az állásban az E<sub>1</sub> elektroncső anódfeszültségének meglétéről győződhetünk meg. A C<sub>17</sub> az anódfeszültséget mentesíti a nagyfrekvenciás összetevőktől.

Az S<sub>13</sub> tekerics induktív csatolásban van az S<sub>14</sub>, C<sub>83</sub>, C<sub>82</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>9</sub>, C<sub>2</sub> alkatrészekből felépített rezgőkörrel, amely a C<sub>2</sub> révén a bemeneti szűrővel együtt hangolódik. A rezgőkör által kiválasztott jel a C<sub>22</sub> csatoló kondenzátoron át jut az E<sub>2</sub> vezérlőrácsára. A cső az R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> révén szintén az AVC áramkörre csatlakozik. A negatív feszültséget a C<sub>23</sub> szűri. A katódköri R<sub>8</sub> ellenállás az anód- és segédrácsáram hatására negatív vezérlőrács előfeszültséget állít elő, amelyet a C<sub>24</sub> nagyfrekvenciásan hidegít. A segédrács a C<sub>25</sub> által megsűrűve az R<sub>9</sub>-en át kapja meg a stabilizált egyenfeszültséget. A cső anódköri terhelését az S<sub>15</sub> csatolótekerics biztosítja. Az anódfeszültség az R<sub>10</sub>, R<sub>52</sub> elemeken át érkezik, az E<sub>2</sub> feliratú nyíl szintén a mérőműszer áramköréhez kap-

csolódik. A C<sub>26</sub> az R<sub>10</sub>-zel RC szűrőt képezve csatolásmentesíti a fokozatot.

A rádiófrekvenciás erősítők vezérlőrácsaira kézi vagy automatikus erősítésszabályozáskor negatív előfeszültséget juttatunk. Minél negatívabb ez a feszültség, az elektroncső annál jobban lezár, erősítése annál kisebb lesz. Az Re<sub>1</sub> jelfogó f<sub>1</sub> érintkezőjén keresztül elég nagy, kb. –30 V-os negatív feszültséget adhatunk a két fokozat elektroncsövének vezérlőrácsára, ekkor a csövek lezárnak és egyáltalán nem folyik anódáram. Ezt a műveletet süketítésnek nevezzük, ez a vevőkészülék nagyteljesítményű adókészülék melletti üzemet teszi lehetővé.

Hitelesítéskor a Pr<sub>1</sub> kapcsoló g/1-3 érintkezője mindkét cső segédrácsáról leválasztja az egyenfeszültséget, így a bemenőjelek nem jutnak tovább a csöveken a keverőbe és nem zavarják a hitelesítőoszillátor kis amplitúdójú jelét.

Az S<sub>15</sub> tekerics induktív csatolásban van az S<sub>16</sub>, C<sub>85</sub>, C<sub>86</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>10</sub> és C<sub>3</sub> elemek alkotta rezgőkörrel, amely – a C<sub>3</sub> forgó révén – együtt hangolódik a korábban tárgyalt fokozatok köreivel. A kellően felerősített és szelektált jel a második rádiófrekvenciás erősítőfokozat kimeneti terheléséről a C<sub>31</sub> kondenzátoron át jut az E<sub>6</sub>-tal felépített keverőfokozat vezérlőrácsára. Szintén a vezérlőrácsra kerül a helyi rezgéseltőben előállított feszültség mégpedig a C<sub>27</sub> csatoló kondenzátoron keresztül.

### Az oszcillátor

A helyi oszcillátor az E<sub>4</sub> elektroncsővel működik. A hárompont kapcsolású Hartley-áramkör jellegzetessége, hogy a visszacsatolás az elektroncső katódjából történik és anódja – a C<sub>30</sub> kondenzátorral – rádiófrekvenciás szempontból földpotenciálra van kötve. A rezgéseltő frekvenciáját az S<sub>17</sub> rezgőköri tekerics és a C<sub>4</sub>, C<sub>11</sub>, C<sub>87</sub>...C<sub>89</sub> kondenzátorok biztosítják. Látható, hogy a bemenőfokozatok rezgőköreinek C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> és C<sub>3</sub> forgókondenzátorai egy tengelyen vannak az oszcillátor C<sub>4</sub> forgójával. Ezzel a megoldással biztosítható a fokozatok együtthangolása. A rezgőkörök rezonanciafrekvenciája azonban nem azonos, mivel az oszcillátor a középfrekvencia értékével – 1 MHz-cel – magasabb frekvencián üzemel, mint a bemenőkörök ( $f_{osz} = f_{bc} + f_{KF}$ ). A minél jobb együttfutás érdekében az oszcillátor rezgőkörében a C<sub>89</sub> soros

Sáv	Antennakör	I. RF erősítő	II. RF erősítő	Oscillátor	
					C [pF]
I.	S <sub>11</sub> , S <sub>12</sub> C <sub>81</sub> 5...15	S <sub>13</sub> , S <sub>14</sub> C <sub>82</sub> 6,4 C <sub>83</sub> 5...15	S <sub>15</sub> , S <sub>16</sub> C <sub>85</sub> 5...15 C <sub>86</sub> 6,4	S <sub>17</sub> C <sub>87</sub> 5...15 C <sub>88</sub> 32 C <sub>89</sub> 190	
II.	S <sub>21</sub> , S <sub>22</sub> C <sub>91</sub> 5...15 C <sub>92</sub> 12,5	S <sub>23</sub> , S <sub>24</sub> C <sub>93</sub> 5...15 C <sub>94</sub> 6,4	S <sub>25</sub> , S <sub>26</sub> C <sub>95</sub> 5...15 C <sub>96</sub> 6,4	S <sub>27</sub> C <sub>97</sub> 5...15 C <sub>98</sub> 25 C <sub>99</sub> 260	
III.	S <sub>31</sub> , S <sub>32</sub> C <sub>101</sub> 5...15 C <sub>102</sub> 16	S <sub>33</sub> , S <sub>34</sub> C <sub>103</sub> 5...15 C <sub>104</sub> 6,4	S <sub>35</sub> , S <sub>36</sub> C <sub>105</sub> 5...15 C <sub>106</sub> 8	S <sub>37</sub> C <sub>107</sub> 5...15 C <sub>108</sub> 25 C <sub>109</sub> 285	
IV.	S <sub>41</sub> , S <sub>42</sub> C <sub>111</sub> 5...15 C <sub>110</sub> 25	S <sub>43</sub> , S <sub>44</sub> C <sub>113</sub> 5...15 C <sub>114</sub> 30	S <sub>45</sub> , S <sub>46</sub> C <sub>115</sub> 5...15 C <sub>116</sub> 20	S <sub>47</sub> C <sub>117</sub> 5...15 C <sub>118</sub> 35 C <sub>119</sub> 320	
V.	S <sub>51</sub> , S <sub>52</sub> C <sub>121</sub> 5...15 C <sub>120</sub> 25	S <sub>53</sub> , S <sub>54</sub> C <sub>123</sub> 5...15 C <sub>124</sub> 22	S <sub>55</sub> , S <sub>56</sub> C <sub>125</sub> 5...15 C <sub>126</sub> 26	S <sub>57</sub> C <sub>127</sub> 5...15 C <sub>128</sub> 25 C <sub>129</sub> 390	

– padding – és C<sub>87</sub> párhuzamos kondenzátorral sávnnyújtást valósítunk meg. A rezgőkör és az elektroncső vezérlőrácsa között a C<sub>28</sub> kondenzátor valósítja meg a csatolást. A jobb frekvenciastabilitás érdekében a segédrács az N<sub>2</sub>-vel stabilizált egyenfeszültséget kapja, amely az R<sub>41</sub> áramkorlátozó ellenálláson át, a C<sub>29</sub>-cel megsűrűve jut el a csőhöz. Az R<sub>40</sub> az anódköri munkaellenállás, az R<sub>54</sub> az E<sub>4</sub> mérőpontra ad feszültséget.

### A keverőfokozat

Az E<sub>6</sub> elektroncsőben a két jel különbségi keverése folytán 1 MHz-es középfrekvenciás jelet keletkeztik, amelyet a cső anódkörében lévő, árnyékoló burában elhelyezett T<sub>1</sub> sávszűrővel választunk ki. Az R<sub>11</sub> rácsvezető ellenállás, az R<sub>12</sub>, C<sub>32</sub> katódköri valamint az R<sub>13</sub>, C<sub>33</sub> segédrács-komplexumok hatása megegyezik a már korábban tárgyalt hasonló funkciójú alkatrészekével. A keverőfokozat negatív vezérlőrács előfeszültségét az R<sub>12</sub> katódel-  
lenállás állítja be, a cső nem kap külön előfeszültséget. A fokozat az R<sub>14</sub> és R<sub>56</sub> ellenállásokon át kapja meg az anódfeszültséget. Az E<sub>6</sub> mérőpont feszültségét a két ellenállás közül vesszük le, a C<sub>37</sub> kondenzátor pedig rádiófrekvenciás rövidzárt képez. A keverőcső anódköri terhelését az S<sub>1</sub> tekercs és a

Jel	Üzemi feszültség/áramerősség		Megjegyzés
	Hálózat	Telep	
A (B)	–	+11,7 V; 5,3 A	telepvezeték
C (D)	+186 V; 60 mA	+186 V; 60 mA	
E (F)	–30 V; 0,3 mA	–30 V; 0,3 mA	
G (K,N)	+30 V, –186 V, 12,4 V vagy test	–11,7 V vagy test	összekábelezés után testpont
H	220 V; 270 mA	–	
I	–	+11,7 mA	telepes táplálásnál közös az L-lel
J			telepvezeték a fűtőkörhöz
L	12,4	+11,7	telepes táplálásnál közös az I-vel
M (O)	220	–	hálózati táplálásnál közös a H-val
P	220		

vele párhuzamosan kapcsolt C<sub>70</sub>, C<sub>40</sub> kondenzátorokból kialakított rezgőkör képezi, amely induktív csatolásban van az S<sub>2</sub>, C<sub>41</sub>, C<sub>71</sub>, és C<sub>77</sub> elemekből felépített rezgőkörrel. Az R<sub>61</sub> és R<sub>62</sub> ellenállások – csillapító hatásukkal – lerontják a rezgőkörök Q jóságát tényezőjét, és megnövelik a sávszűrő átviteli sáv szélességét. A C<sub>40</sub> forgókondenzátor a sávzélesség folyamatos változtatását szolgálja.

Az S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> tekercsek leágazásaihoz csatlakozik az X<sub>1</sub> 1 MHz-es kvarckristály, amely a soros rezonanciáján keresztül keskenysávú szűrőt alkot. A távirójelek vételekor kiszűri a hasznos jeleket és jelentősen csillapítja a zavarókat. A C<sub>38</sub> és C<sub>131</sub> kapacitások a szűrő átviteli görbéjét teszik szimmetrikussá. Az előlapra kivezetett C<sub>40</sub>, C<sub>41</sub> közös tengelyen hangolható forgó, a kvarckristály rezonanciafrekvenciájához képest kis elhangolódást hoz létre, így lerontja a kvarcszűrő hatását és lehetővé teszi a nagyobb sávzélességet igénylő távbeszélő jelek vételét.

### A középfrekvenciás erősítőfokozatok

A T<sub>1</sub> sávszűrő és az E<sub>7</sub> első középfrekvenciás erősítő vezérlőrácsa között galvanikus kapcsolat van. Az elektróda az R<sub>15</sub> ellenálláson és az S<sub>2</sub> tekercsen keresztül kap automatikus negatív elő-

feszültséget, amit a C<sub>39</sub> kondenzátor szűr és egyben földeli a rezgőkör hideg pontját is. A cső anódköri terhelését az S<sub>3</sub> tekercsből és a C<sub>72</sub> kondenzátorból álló rezgőkör képezi. A C<sub>44</sub> zárja a rádiófrekvenciás áramkört a test felé. A rezgőkörrel sorbakötött R<sub>18</sub> és R<sub>57</sub> ellenállások biztosítják az anódfeszültséget az elektroncső számára, középpontjukról feszültséget juttatunk az E<sub>7</sub> mérőpontra.

A kapcsolási rajzon az R<sub>57</sub> ellenállás mellett a 10×12 érték szerepel, ami azt jelenti, hogy az R<sub>57</sub> két párhuzamosan kapcsolt – 10 és 12 Ω-os – ellenállásból áll. Hasonló jelöléseket találunk a rajz egyéb áramkörökben is.

A második középfrekvenciás erősítőfokozat az elsőhöz hasonlóan működik. A T<sub>2</sub> második sávszűrő S<sub>4</sub> tekercséről közvetlen jut a jel az E<sub>8</sub> elektroncső vezérlőrácsára. A rezgőköri kapacitást a C<sub>73</sub> képviseli. A cső az R<sub>20</sub> ellenálláson és a rezgőkörön keresztül kap automatikus negatív előfeszültséget. A C<sub>45</sub> szűrőkondenzátor földeli a váltakozófeszültséget. Az R<sub>19</sub> katódköri ellenállás, a C<sub>46</sub> szűrőkondenzátor. A segédrács az R<sub>21</sub>-en keresztül kap pozitív feszültséget, amit a C<sub>47</sub> kondenzátor szűr. A cső anódköri terhelését a T<sub>3</sub> sávszűrő S<sub>6</sub> tekercsből és C<sub>74</sub> kondenzátorából álló primer rezgőkör képezi. A rezgőkörrel sorbakötött R<sub>22</sub> és R<sub>58</sub> ellenállások középpontjáról

vesszük az  $E_8$  mérőpont feszültségét. Az anódkört váltakozó áramú szempontból a  $C_{48}$  kondenzátor zárja testre.

A  $T_3$  szekunder körét az  $S_7$  tekercs, a vele sorbakötött  $S_8$  póttekercs és a  $C_{75}$  kondenzátor képezi. A rezgőkör egyik vége testre, a másik az  $E_9$  harmadik középfrekvenciás erősítő vezérlőrácsára csatlakozik. Ez a cső nem kap szabályzó (AVC) feszültséget, így csak az  $R_{23}$  katódköri feszültségejtő ellenálláson létrejövő és a  $C_{50}$  kondenzátorral szűrt állandó negatív előfeszültség jut a vezérlőrácsára. Ugyancsak a vezérlőrácsra kerül a  $C_{67}$  kondenzátoron keresztül az  $E_{10}$  elektroncsővel felépített táviróoszillátor fokozatban előállított – a középfrekvencia értékétől kb.  $\pm 1,5$  kHz-cel elhangolható – állandó amplitudójú rezgés, ami a modulálatlan távirójelek (A1A) hallhatóvá tételéhez szükséges. Az elektroncső segéd-  
rácsa az  $R_{24}$  ellenálláson keresztül kap pozitív feszültséget, amelyet a  $C_{51}$  kondenzátor szűr. A  $T_4$  jelzésű –  $S_9$  tekercsből és  $C_{76}$  kondenzátorból álló – zárókör képezi az anódköri terhelést. Az elektroncső anódja a zárókörön és az  $R_{59}$  és  $R_{25}$  sorosan kötött ellenállásokon keresztül kap pozitív anódfeszültséget. Az ellenállások középpontjáról van kivezetve az  $E_9$  mérőpont.

### A táviróoszillátor

Az  $E_{10}$ -zel felépített rezgékeltető kapacitív csatolású, hárompont kapcsolású Colpits táviróoszillátorként működik. A rezgőkör az  $S_{11}$  tekercsből, a  $C_{63}$ ,  $C_{65}$ ,  $C_{66}$  kondenzátorokból és a  $C_{64}$  kiskapacitású forgókondenzátorból áll. A rezgőkör és az elektroncső vezérlőrácsa között a  $C_{62}$  valósítja meg a csatolást, az  $R_{47}$  a rácslévezető ellenállás. A segéd-  
rács a  $Pr_1$  működési mód kapcsoló érintkezőjének A1 állásában kap pozitív egyenfeszültséget, az  $R_{49}$  ellenálláson keresztül. A  $C_{61}$  és a  $C_{132}$  átvezető-kondenzátor szűrőkondenzátorok. A fékezőrács és a katód földpotenciálón van. Az anódfeszültség az  $R_{48}$  ellenálláson át jut a csőre, amit a  $C_{60}$ , valamint  $C_{133}$  átvezető-kondenzátor és a  $C_{134}$  szűrnek. Az oszcillátor jele a  $C_{49}$ ,  $C_{67}$  kondenzátoron keresztül, árnyékolt vezetéken jut az  $E_9$  cső rácskörébe.

### A demodulátor

Az  $E_{11}$  elektroncső – hármas szerepben – a demodulálást, a késleltetett

automatikus erősítésszabályozást és az S-mérést teszi lehetővé. A felerősített középfrekvenciás jel a  $C_{53}$  csatoló-kondenzátoron át a demodulátorcső vezérlőrácsra jut. A cső vezérlőrácsa és katódja, mint dióda egyenirányítja a középfrekvenciás rezgéseket. A demodulált jelek az  $R_{27}$  ellenálláson, mint munkaellenálláson jelennek meg. A hangfrekvenciás váltakozófeszültség a  $C_{54}$  kondenzátoron és az  $R_{26}$ ,  $C_{55}$  RC szűrőn keresztül árnyékolt vezetéken jut a  $P_2$  hangerőszabályzó potenciométerre.

Az  $E_{11}$  elektroncső fékezőrácsa az  $R_{32}$  soros ellenálláson valamint az  $R_{31}$ ,  $R_{33}$  osztón keresztül kis pozitív egyenfeszültségre van kapcsolva. Az automatikus erősítésszabályozás akkor kezd el működni, amikor az egyenirányított bemenő jel – amely az  $R_{28}$  ellenálláson keresztül kapcsolódik a cső fékezőrácsára – negatív értéke eléri a pozitív előfeszítés értékét. Azért, hogy a szabályzás ne legyen túl gyors, a  $C_{58}$ ,  $R_{64}$ ,  $C_{56}$  szűrőkön áthaladó, csak nagy időállandóval bíró, elég lassan változó jelek avatkoznak be a szabályozás folyamatába. Az AVC feszültséget az  $R_{64}$ -ről kapják a vevőkészülék fokozatai. Az egymással – az AVC áramkörön keresztül – összekapcsolt fokozatokat a rácskörökben lévő ellenállások és csatolásmentesítő kondenzátorok védik meg a begerjedéstől.

Az automatikus erősítésszabályozás a  $Pr_1$  kapcsoló e kontaktusán keresztül kiiktatható. A kézi erősítésszabályozás a  $Pr_3$  zárása után a  $P_1$  potenciométerrel történik.

Az  $E_{11}$  elektroncső anódja az  $R_{29}$  ellenálláson és a  $P_3$  potenciométeren keresztül kap anódfeszültséget. Relatív térerősség méréskor a műszerkapcsoló S állásán és az  $M_1$  mérőműszereken keresztül az  $US_1$  szelvényirányítótól szintén pozitív feszültséget kap a cső. A fékezőrácsra jutó jel nagyságától függően az anódáram hol kisebb, hol nagyobb lesz. Ennek arányában mutatja a műszer a rajta átfolyó áramot. A  $P_3$  potenciométer segítségével lehet az alapértéket beállítani, ha a gyári beállítás megváltozna. Az  $E_{11}$  cső segéd-  
rácsa az  $R_{43}$  ellenálláson keresztül kap pozitív feszültséget, amelyet a  $C_{35}$  kondenzátorral szűrünk meg.

### A hangfrekvenciás erősítő

A vevőkészülék hangfrekvenciás erősítőfokozata az  $E_5$  elektroncsővel működik. A demodulált hangfrekven-

ciás jelen kívül a  $P_2$  hangerőszabályzó potenciométerre kapcsolódik – A2A működési módban – a  $Pr_1$  kapcsoló h/1-2 érintkezőin keresztül a  $TL_1$  és  $C_{69}$  elemekből álló hangfrekvenciás szelektív szűrő is, amely elősegíti a modulált távirójelek vételét. A katódköri  $R_{46}$  ellenálláson jön létre a negatív vezérlőrács előfeszültség, amelyet a  $C_{36}$  elektrolitikus kondenzátor szűr. A segéd-  
rács az  $R_{55}$ , és  $R_{44}$  ellenállásokon keresztül kapja meg a  $C_{34}$  által megszürt pozitív feszültséget. Az  $R_{55}$  és  $R_{44}$  közös pontjáról vezették ki az  $E_5$  ellenőrző feszültséget.

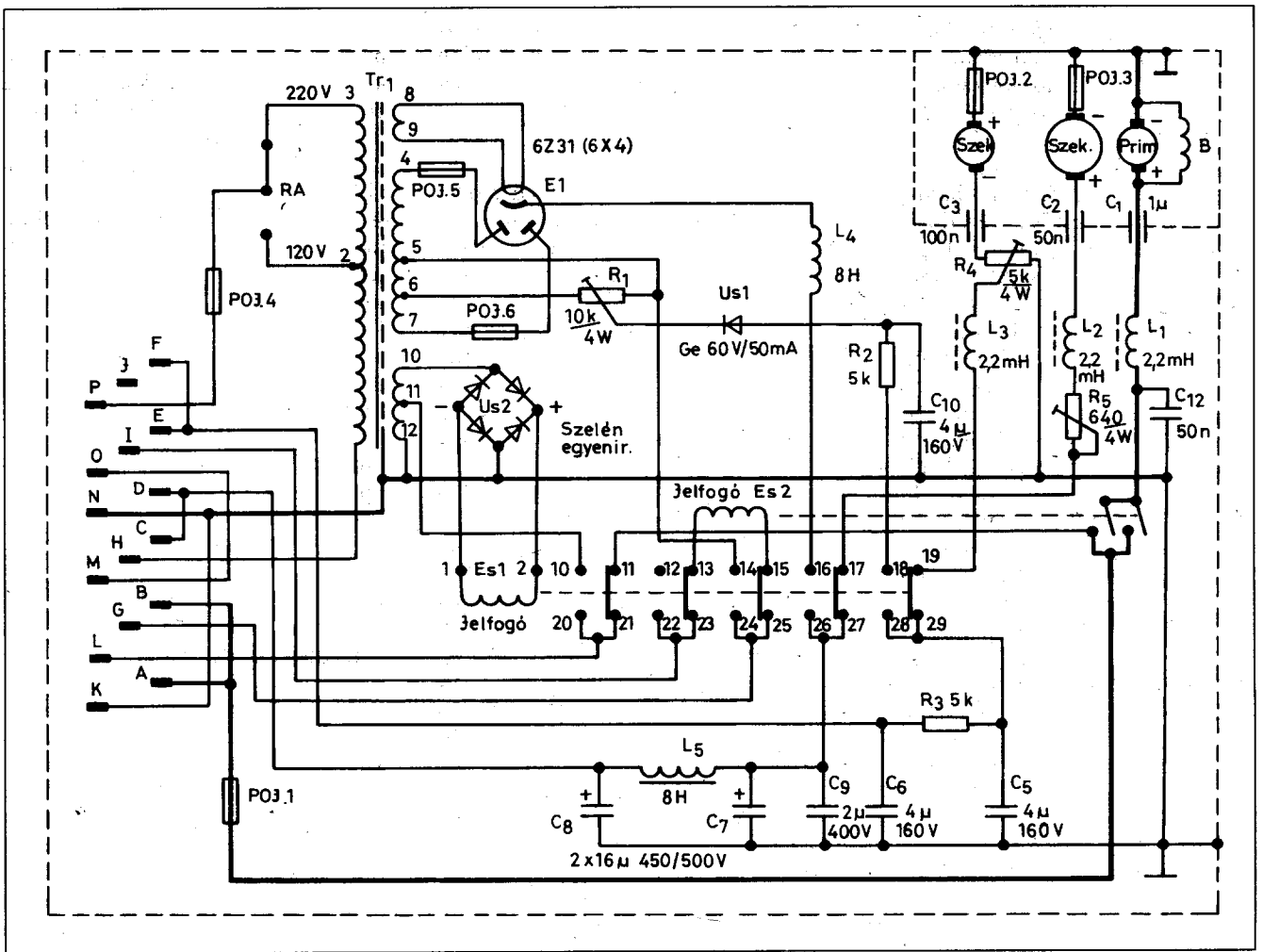
Az anódköri munkaellenállást a  $Tr_1$  kimenőtranszformátor képezi. A szekunderkörben a fejhallgatók részére 4000  $\Omega$ -os kimenetet, a vonal kivezetéséhez 600  $\Omega$ -os, míg a hangszóró részére 5  $\Omega$ -os impedanciájú illesztést találunk.

### A hitelesítő fokozat

Az  $E_3$  elektroncsővel működő Pierce oszcillátor megfelelő felharmonikus tartalmú jelet biztosít ahhoz, hogy a vevőkészülék hitelesítését a teljes frekvenciatartományban el lehessen végezni. Az  $X_2$  500 kHz-es kvarckristály az elektroncső segéd-  
rácsa és vezérlőrácsa között foglal helyet. A  $C_{19}$ , az  $X_2$  kapacitása, és a  $C_{20}$  által képviselt feszültségosztó úgy van beállítva, hogy a fokozat stabilan berezegen. Az oszcillátor munkapontját az  $R_{38}$  katódköri ellenállással állítjuk be, az  $R_{37}$  a rácslévezető ellenállás. Az elektroncső segéd-  
rácsa az  $R_{35}$ -ön át kapja meg a tápfeszültséget, az  $R_{36}$  az anódköri munkaellenállás. A kalibrátor jeleit a  $C_{79}$  kondenzátoron keresztül az  $R_{66}$  terhelőellenállásról, a  $C_{18}$  kondenzátoron át csatoljuk az  $E_6$  keverőcső vezérlőrácsára. A fokozat csak a  $Pr_1$  üzemmódkapcsoló hitelesítés állásában, a g/1-2 kontaktusokon keresztül kap pozitív feszültséget. A  $Pr_1$  kapcsoló ebben az állásában egyúttal az első és a második rádiófrekvenciás erősítőfokozat elektroncsöveinek segéd-  
rácsfeszültségét is bontja. A skála piros ponttal jelölt helyein – 500 kHz-enként – a kristály felharmonikusaival lehet hitelesítést végezni.

### Az elektroncsövek fűtése

Az elektroncsövek fűtését két csoportban oldották meg. Az  $E_{7...E_{11}}$  csövek képezik az egyik csoportot, az



4. ábra. A ZS4 tápegység kapcsolási rajza

$E_1 \dots E_6$  képezi a másik csoportot. Mindkét csoport fűtése 12,6 V-ról történik. Mivel a csövek száma különböző a két csoportban, az  $R_{34}$  bilincses huzalellenállással kell a fűtőkörök szimmetriáját biztosítani. A  $Z_1$  skálaező külön kapcsolható a 12,6 V-os fűtőfeszültségre.

#### Az R-4 tápegysége

A vevőkészülék ZS4 típusú tápegysége egy vízmentesen záródó acéldobozba van beszerelve. Kettős feladatot lát el: egyrészt váltakozófeszültségű hálózati tápegységként, másrészt 12 V-os akkumulátorról forgó átalakító tápegységként üzemel és biztosítja a vevőkészülék számára szükséges valamennyi feszültséget.

A tápegység kapcsolási rajzát a 4. ábrán tanulmányozhatjuk.

Amikor a  $Tr_1$  hálózati transzformátor primer tekercsét a hálózatra kap-

csoljuk, akkor meghúz az  $Es_1$  jelfogó és a 20/10, 24/14, 26/16, 28/18 számú érintkezőkön át a hálózati tápegység látja el tápfeszültséggel a vevőkészülék áramkörét.

Az elektroncsövek fűtőfeszültségét a hálózati transzformátor közvetlenül biztosítja. Hálózati kimaradás esetén az  $Es_1$  jelfogó azonnal eléged és a 23/13 valamint a 25/15 érintkezői zárják  $Es_2$  áramkörét, amely indítja a forgó átalakítót, amennyiben a 12 V-os akkumulátor csatlakoztatva van.

Ekkor a vevőkészülék tápfeszültségét a forgó átalakító biztosítja, a fűtőfeszültség közvetlenül az akkuról érkezik. A tápegység és a vevőkészülék között egy tizenhatos kábel teremt kapcsolatot.

A javítások megkönnyítésére a 3. táblázatban megadom a 16 pólusú tápegységcsatlakozón mérhető feszültségeket és az áramkörökben szükséges áramerősségeket.

# 1 Segítsen % Ön is!



**Magyar  
Rádióamatőr  
Szövetség**

**19023229-2-41**

*Mi is Őket támogatjuk:*

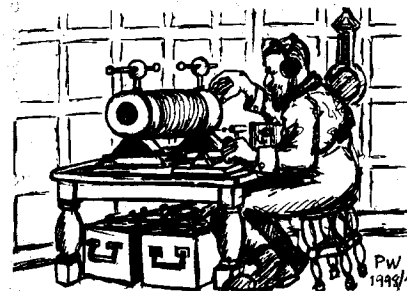
**RÁDIÓTECHNIKA**

**Elektronika**



# Beszéd- és morze- érthetőség, valamint azok zavarai

Arató András HA5BDU  
E-mail: hg5bdu@hg5bdu.kfki.hu  
AX25: HG5BDU @ HA5OB



*Ebben a cikkben arról szeretnék írni, hogy milyen hasonlóságokat és különbségeket fedeztem fel magamnak a morze és a beszéd érthetőségének mechanizmusában, illetve bizonyos sérülések hogyan hatnak a megértés folyamatában, annak mérésében. Leírok majd olyan megállapításokat, melyek szerintem a megfogalmazás által bizonyítottak is lesznek, illetve felállítok olyan hipotéziseket, melyeket nem fogok tudni bizonyítani. Nem szeretnék olyan kérdésekkel foglalkozni, hogy a morzenyelvre, mint kommunikációs eszközre szükség van-e. Azzal meg még kevésbé, hogy az amatőr rádiózás vizsgarendszerében van-e létjogosultsága a morzevételi tesztnek. Azí, hogy teszlik-e nekem a morze, már most, az elején kijelentem: igen. Hogy miért, annak egy kicsit szokatlan magyarázatát is fogom adni.*

## A morze, mint sajátos nyelv

A morze felfogható úgy is, mint egy nagyon különleges fonetikával rendelkező nyelv. A beszéddel szemben, melyben a hang magasságának, energiájának vagy azok hiányának és a hangzás hosszának együttesen van szerepe, a morze egy teljesen marginális eset. Ha eltekintünk a morzénál a hangolási különbségektől, az adóberendezés billentyűzéséből fakadó különleges hangzásoktól és a fading jelenségétől, akkor a morzejelek „fonetikáját” csak a ritmus jellemzi. Nem számít a hang magassága és energiája.

Miért jó, hogy a morze fonetikájáról beszélünk? Azért, mert ha olyan szélsőséges esetet kapunk, mint azt az előbb definiáltuk, nagyban egyszerűsödhetnek a mérési rendszerek. Két olyan zavaró összetevő, mint az energia és a frekvencia, kiküszöbölhetőek. Azért is jó hangtanilag vizsgálni a mor-

zenyelvet, mert annak megértési folyamatait nagyon jól összevethetjük a beszédnyelv megértésének menetével. Beszélni kisgyermekként tanulunk meg. A morzenyelvet annak fonetikájával együtt már tudatosan tudjuk vizsgálni a tanulásunk alatt. Ezt tettem én és ennek élményeit szeretném megosztani a tisztelt olvasóval. Idegen nyelvet persze tanulhatunk felnőtt fejjel és hasonló vizsgálódást végezhetünk magunkon közben, de olyan alapvető fonetikai tanulási folyamatokat egy idegen nyelv általában nem követel meg, mint a morze.

## A morze fonetikája nem redundáns

A legfontosabb különbség a morzenyelv és a beszédnyelv fonetikája között, hogy a morze nem redundáns. Ha egy 60 betű/perc sebességű adásból kimarad 100 ms-nyi idő, akkor egy L betű jeleiből (---) akkora darab vész el, ami a betű felismerését lehetetlenné teszi. Ha olyan lassan beszélünk, ami a 60 betű/percnek felel meg (kb. a normálnál tízszer lassúban), akkor egy hasonló 100 ms-os kimaradást még fonetikai szinten is korrigálni tudunk az emberi beszéd értésében. Ennek az az oka, hogy az emberi beszéd több összetevőjű, és a szomszédos fonetikai egységek, a fonémák hatnak egymásra, tehát hordoznak információt a szomszédos fonémákból is. Ezért is könnyebb a beszédet fonetikai szinten megérteni.

Valóban könnyebb? Persze csak akkor, ha képesek vagyunk az idő-, frekvencia- és energia-összetevőket egyszerre felfogni. Vannak olyan emberek, akik erre nem képesek. Meg kell tanulni ezeket az összetevőket egyszerre felfogni. Még ha külön-külön képesek is vagyunk a ritmusbeli, energiabeli

és frekvenciabeli különbségeket érzékelni, ezeknek az egyidejű felfogását is meg kell tanulnunk!

## A nyelv értésének két fő szintje

Eddig a morze fonetikájának különbségéről volt szó. Lássuk, hogy mi a hasonlóság a beszéd és a morze értésének folyamatában. Ha egy kisgyermek nem is ért meg egy számára ismeretlen szót, felfogja annak fonetikai elemeit. Ha már megtanulja az élet helyzetéből az egyes fonetikai sorozatok értelmét, akkor azt tárolja a „szótárában”. Ez a két szint a *fonetikai* és a *lexikális* [1]. A morzenyelvben ugyanez a két szint megtalálható. Ha már egy betűsorozatot gyakran hallunk adott helyzetekben (pl. RST, QTH, TNX stb.), akkor annak teljes szóképe rögződik a memóriánkban, bővül vele a lexikonunk.

## A rövid- és a hosszúmemória szerepe a nyelv értésében

A fonetikai szinten történő megértésben az egyes morzejeleket a hosszú idejű memóriánkból azonosítjuk, de magukat a jeleket rövidmemóriánkban tároljuk addig, amíg nem állnak össze szavakká, kifejezéssé. A szavakat és kifejezéseket a hosszú idejű memóriánkból keressük ki. Ebben a morze és a beszéd megértése teljesen azonos. A felismert fonetikai elemeket a rövidmemóriánk tárolja, míg a lexikális elemeket a hosszú. A beszéd fonetikai szintű redundanciája segíti a rövidmemóriánk zavarait kiegyenlíteni. A morze esetében nehezebb dolgunk van a fonetikai szintű redundancia hiánya miatt.

Vizsgáljuk meg a rövid idejű memória szerepét a fonetikai szintű értésben! A morzejeleket nem azonos idő



alatt dekódoljuk. Van, amelyiket hamarabb, van amelyiket később ismerjük fel. Van, hogy ugyanazt a jelet egyszer gyorsabban, máskor lassabban fogjuk fel. (A beszéd hangtani elemeivel a beszéd tanulása folyamán valószínűleg hasonlóan vagyunk, de erre melyikünk emlékszik felnőtt fejjel?)

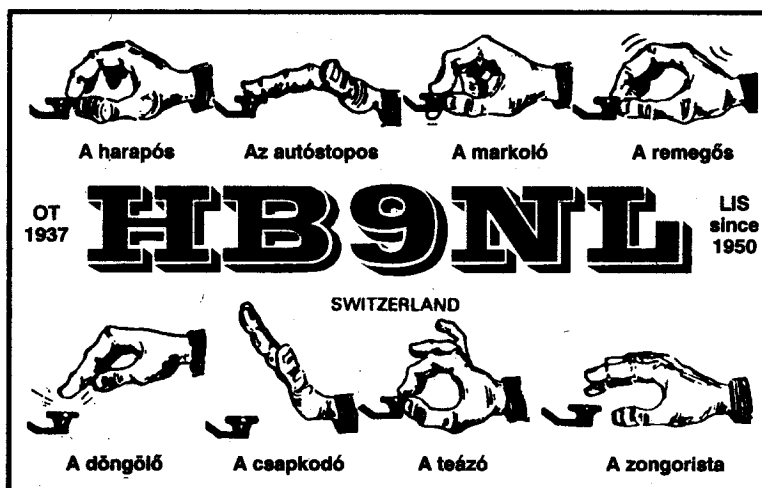
A morzeadás adott változatlan tempóban érkezik, nekünk meg ezalatt az egyik betű előbb, a másik később azonosul. A rövidmemóriánk segítségével ezeket a felismerési egyenetlenségeket lehet kiátlagolni. Ha fejben tartjuk a fel nem ismert jelet, akkor azt az időt, amit annak azonosításával töltünk, behozhatjuk azoknál a jeleknél, melyeket az átlagos szintünkönél hamarabb ismerünk fel. Ehhez persze egyidőben kell a rövid idejű tárolást és a jelek azonosítását megvalósítani. Vannak olyanok, akiknek ez könnyebben, vannak, akiknek ez nehezebben megy.

Megvizsgálták a morzejelek felismerési sebességét a tanulási idő függvényében [2]. A vízszintes tengelyre a tanulási időt vették fel hetekben, míg a függőlegesre a felismerési sebességet. Azt tapasztalták, hogy a felismerési sebesség növekszik a tanulás előrehaladtával, de csak egy ideig. Utána egy lapos szakasz jön. Ez idő alatt rögzítődnek a fonetikai sorok a lexikális szinten a hosszú idejű memóriában. Több lapos szakasz is előfordulhat, mely a szavaknak, illetve a hosszabb kifejezéseknek felel meg. Lexikális szinten gyorsabb a hosszabb jelsorozatok felismerési sebessége. Vannak viszont olyanok, akiknél ez a szókészleti szint jelent problémát. A beszédértési és írási zavarok okait a fonetikai és a lexikális szintű, illetve a hosszú- és a rövidmemóriák zavaraiiban kell keresnünk [3].

### A morzeértési sebesség mérése

A morzedekódolási sebesség mérésére léteznek pontos mérési módszerek. A sebességet szó/perc vagy betű/perc egységben mérik. Egy szó 5 betűből áll. Sok rádióamatőr-vizsgáztatási esetben és persze a morzevételi versenyekben az 5 betűs szavakat véletlenszerűen állítják elő. Ebben az esetben kizárják a karaktersorozatok szókészleti szinten történő felismerési lehetőségét.

Az Egyesült Államok vizsgáztatási rendszere más. Szabványos összekötési szövegeket generálnak és utána tesztlapokat kell kitölteni. Ilyen jellegű



kérdésekre kell válaszolni: mi volt az ellenállomás hívójele, mi a foglalkozása, hány éves, mióta van engedélye stb. Ha nem sikerül a megfelelő számú kérdésre helyesen válaszolni, akkor megnézik a vizsgázó feljegyzéseit. Ha legalább 1 percig jó karaktersorozatot vett az illető, akkor a vizsgáját sikeresnek tekintik. Ez a módszer lehetőséget ad arra, hogy ha valaki a rövidmemóriáját nem képes olyan jól használni és nem tudja a megfelelő tempóban venni a morzejeleket, hagyatkozhasson a hosszúmemóriájára, illetve a lexikális szintű morzenyelvi értésére. Persze fonetikai szintű értési mechanizmusával is eleget tehet a vizsgázó a követelményeknek. Ez a módszer figyelembe veszi az emberek különbözőségét, apró vagy nagyobb nehézségeit, fogyatékosságait. Magyarországon is szokták mind a két módszert alkalmazni, csak ritkábban.

A különböző sérült emberek morzeértésében különböző nehézségek jelentkezhetnek. A már korábban idézett cikk is [2] siketen történő morzenyelvi értést vizsgál. Összevetették a hang alapján való felismerést a vibráció, illetve fel-le mozgás alapján történő morzetanulási folyamatokkal. A lapos szakaszokat tartalmazó tanulási görbék mindhárom esetben megtalálhatók voltak.

Európában is felkarolják a sérült emberek bekapcsolását a rádióamatőrmozgalomba. Említést érdemel a holland *Tobbe-Klaase Bos PA3ADR I.P.H.A.* (Information Programme for Handicapped Radio Amateurs) [4] nevű programja, valamint az 1954-ben alapított angliai *R.A.I.B.C.* (Radio Amateur Invalid and Blind Club) [5]. A KFKI-ban működő első magyar in-

ternetes kapuállomás létrejöttének fontos eleme volt a sérült rádióamatőrök támogatása [6].

Vak emberek morze-vizsgáztatásának egyik módszere, hogy hallás után kell szóban megmondani a morzejel betűmegfelelőjét. Az egyik nyelvi fonetikáról a másik nyelvi fonetikára kell váltani a hallás-értés-beszédképzés útvonalon. Ez a módszer azért nehéz gyors morzeadási sebesség mellett, mert a kimondott hang hallási szinten is zavarja a morzejelek értését, az agy halló- és beszédértő központjait duplán terheli. A másik módszer, hogy a számítógéppel generált morzejeleket a gép billentyűzetén kell azonosítani. Azok a vak emberek, akik már gyermekkorukban sem láttak, az iskolában megtanulnak tíz ujjal gépelni, így gyorsan tudják a morzejeleket venni és jegyezni. A billentyű lenyomásával történő azonosítás sok más esetben is előnyös. Jóval egyszerűbb ujjmozgásra van szükség a gépeléshez, mint a hagyományos, papírra történő írásos rögzítéshez. Mindkét utóbbi esetre az a jellemző, hogy az agy hallóközpontja mellett egy másik, a látóközpont dolgozik párhuzamosan. Hagyományos írás esetén viszont egy bonyolultabb izomkoordináció is bekapcsolódik a mérési folyamatba. Sokaknak pont ez okoz problémát.

A morzeértési sebesség mérése kapcsán is megvonhatjuk a párhuzamot az idegen nyelvek közötti fordítás és a morzenyelvről való fordítás között. Aki beszél idegen nyelven, tudja, hogy sokkal könnyebb az adott situációt kötni az idegen nyelv lexikai, fonetikai sorozataihoz, mint előbb az anyanyelvünkön megfogalmazni a situációt, majd lefordítani az idegen nyelvre. A morzéval is hasonló a helyzet. Ha csak

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ/7

## A 2000. év küszöbén

*Az évszázad végének, az új évezred kezdetének közeledtével a rádióamatőrök is készülődnek az ünneplésre. Erre két alkalom is kínálkozik. Először a 2000-es évek beköszöntét üdvözölhetjük, majd rá egy évre számot vehetünk a mozgalmunk múltjával és a 3. évezredbe lépve formálhatjuk a jövőt. Készakarva nem írtam le azt a szót, hogy MEGJÓSOLHATJUK, mert nemcsak hogy az elmúlt néhány évre, hanem a hónapokra is visszatekintve oly gyorsan fejlődött a hírközlés, az elektronikai ipar, a technológia, az információtechnológia, hogy akár csak rövid távra is szinte lehetetlen jövendőlni. Tervezni persze lehet és kell is, jobb híján a meglévő eszközökre alapozva, de amikorra elérkezik a megvalósítás időszaka, már lehet, hogy az újabbakat, korszerűbbeket célszerű figyelembe venni.*

Honnan indult a rádiózás, hol tart ma és milyen irányba halad?

A Rádiótechnika folyóiratunkban és az évkönyveiben sokat foglalkoztunk ezekkel a témákkal, de mindig újabb és újabb adatok, tények kerülnek napvilágra, a rohamosan fejlődő technika pedig folyamatosan újdonságokat szolgált.

a korlátozott szókincsű, rövidítések-ből álló nyelvet használjuk a rádiós összeköttetések alkalmával, akkor jóval nagyobb beszélgetési sebességet tudunk elérni a partnerünkkel. Nemcsak azért, mert a szavak értékekor a lexikai szintünkre támaszkodhatunk, ami ellentétben a morze fonetikai szintjével már redundanciát is tartalmaz, hanem azért is, mert az adott körülményhez igazodnak a billentyűt mozgó ujjunk izommozgásai. Ha ki is kellene mondanunk, hogy mit hallottunk, sokkal lassabban menne, hasonlóan két nyelv közötti szinkrontolmácsoláshoz.

## Szép hangtani jelsorozatok

Minden gyermek szívesen tanul verseket, mondókákat. Azokban egy-

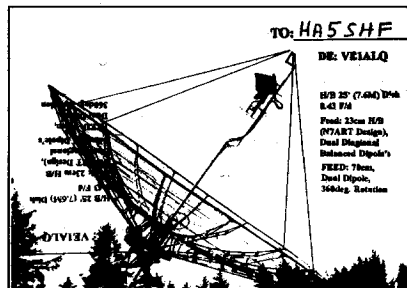
– Bizonyára kevesen tudják, hogy honnan származtatják az amatőr adóállomások elnevezését, a „ham station”-t. A történet 1908-ra nyúlik vissza: a Harvard Rádióklub három tagja – Albert S. Hyman, Bob Almy és Poogie Murray – az elsők között épített adóállomást, amit ők „Hyman-Almy-Murray”-nak neveztek el. Hamarosan belátták, hogy hívójelként, a morzézásban, ez túl hosszú és fárasztó, ezért a nevük két-két kezdőbetűjéből állóra rövidítették: Hyalmu. Igen ám, de 1910-ben zavart okozott, hogy egy mexikói hajó bukkant fel Hyalmo jelzéssel. Ekkor határozták el a fiúk, hogy a HAM rövidítést fogják a továbbiakban használni. Abban az időben az amatőr adóállomások létesítését, hívójelképzését, frekvenciáit még nem szabályozták törvények és rendeletek, erre csak 1911-től került sor. Albert Hyman ke-

mény vitákat folytatott a törvényalkotókkal, – foggal-körömmel próbálta védeni a HAM állomás és a többi QRP amatőr állomás érdekeit a nagyokkal szemben és a HAM így vált szimbólummá.

– A morzeábécé fejlődését az 1. táblázatból követhetjük. Napjainkban a morzejeles hírközlést szinte már csak a rádióamatőrök művelik, az egyéb területekről a morzézást a modern technikai lehetőségek jóformán teljesen kiszorították.

– A japán rádióamatőr szövetség javaslatára az ottani posta- és távközlési minisztérium 1998. május 20-tól engedélyezte az ún. Phone-Patch rendszert. Ez azt jelenti, hogy egy távoli állomás igénybevételével, saját rig nélkül, telefonvonalon lehet egy-egy fónia-QSO-t, „adást” és vételt lebonyolítani!

– A legutóbbi „BME nap”-on az izraeli 4Z5JO elmondta, hogy náluk is kevés a rádióamatőr-mozgalomban a fiatal. Nagy az internet elszívó hatása. Ezen úgy próbálnak segíteni, hogy az URH-sávokban a rádióamatőr területre ingyenes internet-hozzáférést biztosítsanak (telefon, 2 m, 70 cm) és az SWL-ek az internet-kapúállomásokon keresztül beszéd- vagy digitális (pl. SSTV) adásmóddal QSO-zhatnak! A 8 átjátszón keresztül főként műszaki jel-



máshoz hasonló hangtani sorozatok szerepelnek apró eltérésekkel. A morzenyelvben is vannak ilyen szép jelsorozatok. Talán a legismertebb a teljesen szimmetrikus 73 (---. . . ---). Ezt nagyon könnyű megjegyezni. Vannak olyan sorozatok, melyek valószínűleg éppen az ismétlődések miatt alakultak ki. A következőben az ismétlődés kis eltéréssel esete fedezhető fel: FER (---. . . ---). A FOR (---. ---. ---) nem olyan szép sorozat, mint a FER. Mivel mással lenne indokolható a FER rövidítés kialakulása?

A természetben a fák gallyai, az érrendszerünk erei, az idegrendszerünk idegszállai kis szimmetriával, apró eltérésekkel, ismétlődésekkel alkotnak nagy rendszert (ld. fraktálok). Feltehetjük, hogy a kis változással ismétlődő és

szimmetrikus hangtani jelsorozatok könnyebben, kisebb energiával vagyunk képesek megjegyezni, mint más, nem ilyen szép sorozatokat.

## Irodalom:

- [1] Gósy Mária: „A beszédészlelés folyamatai (modellkísérletek, modellalkalmazás)”. Doktori értekezés, 1991.
- [2] HONG Z. TAN, at all. MIT: „Reception of Morse code through motional, vibrotactile and auditory stimulation”. Perception & Psychophysics, 1997. 59(7), pp. 1004-1017.
- [3] Mark Selikowitz: Diszlexia és egyéb tanulási nehézségek. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest 1997.
- [4] I.P.H.A.: 1990-2 Information Programme for Handicapped Radio Amateurs. I.A.R.U. Region 1.
- [5] R.A.I.B.C.: <http://www.gurney.co.uk/raibc/>
- [6] András Arató, Teréz Vaspöri, KFKI: „Radio Computer Communications Network for DISABLED People”. Computers for Handicapped Persons. ICCHP 1994 Vienna.

	Morze 1837	Vail (US) 1844	Nemzetközi 1851	Navy (US) 1912 végén	Bain (GB) 1914	Phillips (US) 1918 végén	Morze ma
A	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
B	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
C	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
D	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
E	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
F	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
G	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
H	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
I	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
J	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
K	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
L	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
M	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
N	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
O	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
P	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Q	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
R	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
S	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
T	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
U	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
V	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
W	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
X	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Y	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Z	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
1	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
2	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
3	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
4	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
5	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
6	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
7	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
8	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
9	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
0	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••

legű információkat cserélhetnek. Izraelben 5 adóengedély-fokozat van: I. – A (4X1), 4Z1 prefixű állomások 1,5 kW<sub>cs-cs</sub> teljesítménnyel minden sávban (AB), minden adásmóddal (All mode) kísérletezhetnek; II. – 4Z4, 4Z5, 4Z6 – 250 W (AB, All mode); III. – 4Z9 – 2, 15 és 40 m CW-n 15 W, 10 m SSB-n 25 W; IV. – 4Z7 – URH-n beszéd + digital, 350 W; V. – SWL.

– A bhutáni kormányzat ez év nyarán úgy döntött, hogy megindulhat a televíziós műsorszórás az országában. (A tévéállomást a kormány működteti.) Lehet, hogy az amatőr rádiózást is rövidesen engedélyezik?

– Az iráni PTT igazgatósága adóállomást létesített EP3PTT hívójellel, elsősorban a hivatalnokai számára. Né-

hány – már évtizedekkel ezelőtt is EP2-engedélyes – old-timer működteti, főleg 20 m-en. Hetenként két délután *Mr. Jamshid Mansuri* (EP2CN) és *Mr. Massod Adle* (EP2ES) felügyeletével azok a személyek is operátorkodhatnak, akik már vizsgát tettek. (Ez év közepéig 26-an voltak.) *Khalil Ladjevardi* K6FCC (ex-EP2KL) honlapot létesített az interneten a mozgalmuknak: <http://www.qsl.net/k6fcc/AmateurRadioInIran.htm>.

– Az IARU 1998 végén bocsátotta ki a „legfrissebb” jegyzékét arról, hogy a 3 körzetében hány klub- és egyéni állomás, hány operátor, szövetségi tag stb. létezik az egyes országokban. Eszerint az 1-es körzetben 436000 állomás volt a múlt évben (3 év alatt 11,8%-os a növekedés), a 2-esben 847000 (csaknem 5%-os növekedés), a 3-asban 1349000 (mintegy 6%-os a csökkenés). Összességében 2632000 amatőr adóállomás volt tehát a világon, 2000-re több, mint 1995-ben, ami stagnálást jelent. Nem lehet azonban maradéktalanul hinni a statisztika ilyen-olyan rovatainak, mert a számoknak csak alig 36%-a származik 1998-ból, – léteznek 5–6 éves adatok is. Meg aztán mindig található olyan adatszolgáltatók is, akik valamely megmondóslásból kozmetikázzák a számokat.

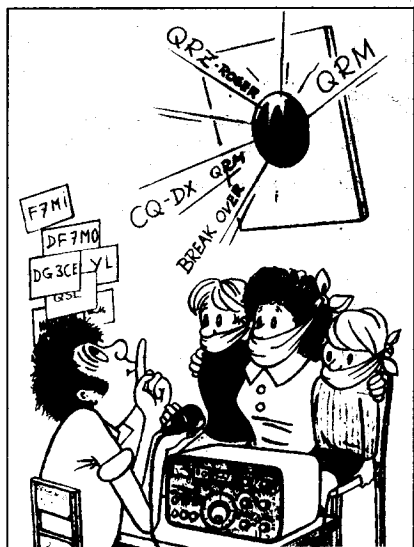
*Íme, még néhány érdekesség a jelenből, ami talán már a jövőbe mutat*

– Európában évek óta alkalmazzák a meteor-nyomvonalak útján 2 m-en

kísérletezők a nagy sebességű, 1500...3000 betű/perces, azaz 300...600 szó/perces üzenetovábbítást. Amerika későn kapcsolt és mármár úgy látszott, hogy lemarad. Ám KOOU/1 és W8WN képes volt újítani; összeköttetésük során rekordot állítottak fel 16500 betű/perc (3300 wpm) sebességgel, ami azt jelenti, hogy 1 s alatt 275 karaktert, azaz 55 ötbetűs szót tudtak adni, venni! Ilyen sebesség mellett egy 0,1 másodperces beütés (ping) 27 karakter, tehát 5 szó átvitelére képes és ez már egy fél összeköttetést jelenthet (pl.: G4ASR IK7UXY R26 R26 R26 G4ASR)! Ugyanakkor például EA4EOZ és PE1IOGF kis teljesítménnyel, mindkét oldalon 5 W-os adóval folytatott sikeres MS-kísérleteket; 1400 km-t hidaltak át!

– Angliában a Central Lanc Rádióklub két barlangász szervezettel összefogva föld alatti kísérletekbe kezdett: a felszínen, valamint a 900 m-es mélységben telepített egy-egy állomás egyaránt 87 kHz-en, SSB-vel dolgozott. Jeleikkel egy, külön erre a célra kifejlesztett interfészt tápláltak, ami egy RH adó-vevőhöz kapcsolódott. Ez utóbbi egy 400 W-os lineárerősítővel, fél-VOX üzemmódban működött. Az érdekes munkába, két másik barlang mélyéből, mások is bekapcsolódtak, hogy megvalósíthassák a barlang-barlang rádiós összeköttetéseket.

– Olaszországban a közelmúltban már 56 állomás volt üzemkész a Föld-Hold-Föld módszerű 2 m-es kapcsolatok lebonyolítására. 26-an 70 cm-en, 12-en pedig 23 cm-en is QRV-k voltak.



*Milyen szerencsés a feleség! Ő soha-se mehet nyugdíjba!*


– Egyre többen nyergelnek át mind magasabb és magasabb frekvenciákra: LX1DB, VE4MA és sokan mások is már a 24 GHz-es EME-tesztekkel kacérkodnak. KB4CNI a világ legnagyobb (4047 m<sup>2</sup>-es) mozgatható parabolájával szemezett a Greenbank Radio Astronomy Observatory-ban. Vajon mire készült?

– K1FO az 1998. októberi EME-verseny keretében érte el az 5000. összeköttetését 70 cm-en. 1999 januárjában ez volt a mérlege: 546 különböző hívójelű QSO-partner 49 USA-tagállamból, 75 DXCC körzetből.

– Sokoldalú információcsere zajlik a V/U/SHF sávokban munkálkodó amatőrök között és ez fokozottan érvényes a holdvisszaverődéssel kísérletezőkre. Allen Katz K2UYH igen tartalmas, nagy oldalszámú kiadványt szerkeszt 432 MHz and above EME News címmel. A havonta megjelenő híranyag az interneten megtekinthető, de e-mail útján is megkaphatják az érdeklődők. AF9Y honlapja <http://www.webcom.com/~af9y/> címen kereshető fel; az „EME – Weak Signal Page” egyik havi példányában 14 menü kínálkozott. Természetesen létezik EME-net is; szombaton 10 UT-tól 14345 kHz-en, vasárnap pedig a Varo Net után. Világszerte számos URH-konferenciát tartanak a nemzeti szövetségek, persze a legtöbb rendezvényen EME-szekció is szerepel. A legnagyobb esemény azonban 2000-ben lesz; az EME-világkonferencia Rio de Janeiróban.

– Se szeri, se száma a közelmúltban már pályára állított, vagy a rövidesen útnak indítandó amatőr célú űreszközöknek. Ilyen volt pl. az RS-18; a Szputnyik emlékére készített rövid élettartamú, immár második jeladó. A PANSAT piciny műhold az első olyan amatőr berendezés, amely szóró spektrumú kommunikációt tesz lehetővé (<http://www.sp.nps.navy.mil/pansat>).

– Az év első amatőr-rendeltetésű szatellitjét, a SUNSAT-ot január 27-én bocsátották útnak a Vandenberg légitámaszpontból, egy ARGOS műhold potyautasaként. A dél-afrikai Stellenbosch University post-graduate hallgatói építették. Az újszerű mikroszatellita egy szimplex 2 m FM-átjást, egy 23/13 cm transzpondert, pakett-BBS-t, 2 m-re 1200 baudos AFSK-FM pakett-átjást, 2 m/70 cm 9600 baudos FSK digitális tároló/továbbító átjást, egy 3-sávú színes-CCD kamerát



OM9JP

Special radio station  
operating at the occasion  
of the Pope JOHN PAUL II's  
visit to KOŠICE, Slovak Republic

To Radio: \_\_\_\_\_

CALL:	DAY	MONTH	YEAR	UTC	MHz	RST	2-WAY
via SARA P. O. Box 1 86200 Bratislava			1998				
QDD HLESS YD J 1 VY 7 3 !							

### Emlék-QSL a pápa szlovákiai látogatója alkalmából

15 m/pixel felbontással, egy másik („csillag”) CCD-kamerát (tájékoztató) hordoz a fedélzetén. Két telemetria-adója is van: 436,250, ill. 436,300 MHz-en. A műhold iskolai oktatási célokat is szolgál. Bővebb információ a <http://sunsat.ec.sun.ac.za> weboldalon található. Április 21-én lőték fel az UOSAT-12 (OSCAR-36) műholdat a 65 hajlásszögű, 650 km magasságú pályára. A tömege 350 kg. Elsősorban nagy felbontású multispektrális és pankromatikus vizsgálatokat végez a Föld felszínét pásztázva. A V/UHF „store-forward” adatforgalma 1 Mbyte/s sebességgel.

Szárnyra kelt a hírt, hogy az idén végre már az égről fog ránk mosolyogni a Phase 3D szuperszatellita, de a nyár közepéig még konkrétum nem volt. Ellenben, ha minden a tervek szerint alakult, akkor szeptember 15. óta már működik a STENSAT, az első pikosatellita. A Stanford University amatőr-elhivatottságú csoportja készítette az OPAL (Orbiting Picosat Automatic Launcher) Picosat Project keretében. Mindössze 4×3×1 hüvelyk térfogatú, alig 0,5 kg tömegű. Működését tekintve hasonló az O-27-hez. Egy FM-átjást van a fedélzetén 145,840 MHz-es felmenő- és 436,625 MHz-es lejövoóggal; ez utóbbi 500 mW outputú adóval működik. A periodikus üzemi pakett-telemetria adója 1200 baudos; a 6-digites DTMF pingekre rövid üzenettel válaszol. Részletes információk természetesen az interneten is megtalálhatók: <<http://www.erols.com/hheidt/>>.

– A VOXSAT-1-ről is érdemes informálódni: <[http://member.xoom.com/Amsat\\_LU/voxeng.htm](http://member.xoom.com/Amsat_LU/voxeng.htm)>. Az AMSAT argentinai csoportjának produktuma és egy orosz műhold társaságában utaztatják majd, – ha minden jól megy, ez év végétől. A VOXSAT is hasonló az O-27-re: V/UHF FM-repeater 2 W-tal, jeladók hang-, fax- és

SSB-móddal, 4 W kimenőt teljesítménnyel.

– 1998. november 28-án volt 15 éves a SAREX (Space Amateur Radio EXperiment) program. 1983-ban a Columbia űrsikló fedélzetén, az STS-9 misszió keretében Owen Garriott W5LFL volt az első, aki amatőrökkel (százakkal!) forgalmazott az űrből, de további ezrek hallották. Az első QSO-partnere a montanai Lance Collister, WA1JXN volt. 1999 elejéig 23 NASA-misszióról és a MIR-űrállomásról működtek amatőr-berendezések. Egyéb-ként a MIR 1986. II. 19-től 1999. IV. 5-ig 75000 fordulatot tett meg a Föld körül. Ekkor a tömege (7 modulal) 124,8 t volt!

– Természetesen lázas készülődés folyik, hogy az ISS nemzetközi űrállomást minél komplettebb amatőr célú készülékekkel szereljék fel. Ezek az iskolai oktatást is támogatni fogják. A költségük mintegy 700000 \$! A rádióamatőrök űrkutatásban való részvételét a profik nagyra becülik. Ennek egyik jele például, hogy az AMSAT-UK 1988. VII. 31.–VIII. 2-i kollokviumán Don Thomas KCSFVF asztronauta is előadást tartott a SAREX-projecktről.

### Internetezés

Az információs sztárda egyre nagyobb szerepet tölt be a rádióamatőrök körében is. Ezzel nem azt akarom kiemelni, hogy a kapuállomások közbeiktatásával összeköttetések létesítésére is alkalmas. Kétségkívül érdekes technikai megoldások eredménye ez, de a magukat igazinak tartó, régi vágású, konzervatív rádióamatőrök ezt a módszert elvetik, és csak a természetes úton, a rádióhullámok szabad terjedésével megvalósított kapcsolatokat ismerik el.

Az internet pótolhatja mindazt az információ-tömeget, amit egy összeköttetés során képtelenség volna közölni, ill. beszerezni. Gondoljunk csak a részletes készülék-leírásokra, alkatrészek és eszközök katalógus-adataira, letölthető számítógépes programokra, a DXpedíciók up-to-date állománaplóira (amikből kiderül, hogy volt-e velük valóban összeköttetés), versenyjegyzőkönyvekre, a QSL-menedzserek sokaságának címére stb. Az internet sokszor könyvtárakat helyettesít: előadásanyagokat, folyóiratokat, cikkeket, könyveket tár az olvasó elé. Bárki weboldalt nyithat rajta, amin bemutatkoz-

hat és a közérdekű mondanivalóit publikálhatja. Napra-, órákészes hullámterjedési vagy időjárás tájékoztatók, a DX-clusterekből percekészes információk épp úgy olvashatók, mint a világ minden tájáról származó DX-bulletinok.

Elérhető az ITU-nak, az IARU-nak és más, nemzeti vagy nemzetközi hivatalos szervezeteknek a rádióamatőrök tevékenységére vonatkozó ajánlásai, rendeletei (pl. a vendég-adóengedélyek megszerzésének feltételei) stb. Vagy, hogy a képi információt is említjük: a tájékoztatásokhoz kapcsolódó rajzokat, diagramokat, grafikákat, fotókat, – méghozzá színesben!

Az internetes technikai lehetőségek rövidesen bővülnek. A Teledesic Company egy olyan terv megvalósításán dolgozik, amely 288 – alacsony pályájú – műholdból álló, széles csatornájú kommunikációs hálózatot alkot. „Az internet az égen” elnevezéssel. A cél: az adatok elérhetőségének gyorsítása. A háttérben a Microsoft, egy szaúd-arábiai herceg és a Boeing vállalat teljes mérnöki gárdája áll.

E rövid kis kitérő után kanyarodjunk vissza arra, hogy milyen úton-módon készülődnek a rádióamatőrök a 2000. évre! Folyóiratunkban, az RT-ben már írtunk arról, hogy nem csak külföldön, hanem idehaza is számíthatunk különleges hívójelű adóállomásokra, sőt, nemzetközi versenyre is, ezért itt most egyebekről, újdonságokról szeretnék tájékoztatást adni.

### WRTC 2000

A Slovenia Contest Club megbízást kapott az IARU-tól, hogy a soron következő rádiósport csapat-világbajnokságot (World Radio Sport Team Championship) rendezze meg. Nos, erre az IARU RH-vb keretében, 2000. július 5–11. között kerül majd sor Szlovénia-szerte, Bled központtal.

Úgy tudtuk lapzártakor, hogy 53 – a világ minden tájáról érkező, kitűnő operátorokból összeállított – kéttagú csapat fog majd egymással versenyezni, de számos más eseménynek, kellemes időtöltésnek is részese lehet mindenki.

A szervezők sok érdeklődőt, látogatót is várnak. A szervezőbizottság elnöke *Tine Braunik* S50A, e-mail: SCC@bit.si; a levelezési cím: Slovenia Contest Club, Saveljska 50, 1000 Ljubljana, Slovenia.

### Warsawa 2000 Award

A diplomát annak emlékére alapították, hogy 2000-ben 700 éves lesz a lengyel főváros. A szép, Varsót sok színnel ábrázoló oklevelet mind azok elnyerhetik, akik 700 pontot gyűjtenek a rádiókapcsolatok során, a következők szerint: minden varsói állomás 300 pontot, minden SP5-ös, – a varsói WA-s régióba tartozó – 200 pontot ér. A 700 pont legfeljebb 3 állomástól gyűjthető az 1997. jan. 1-jétől számított 6 éven belül. A QSL-ekről készült, – a kapcsolatok adatait tartalmazó – jegyzéket két adóamatőrrel kell igazoltatni és a kérvény, valamint 7 \$-nak megfelelő IRC kíséretében *Piotr Brydak* SP5PB címére kell postázni: Okolnik 9a m16, 00-368 Warszawa, Poland.

### Egyebek

– Sok mindenre figyelnek még oda 2000-ben a rádióamatőrök. Például: az eredetileg 1999-re tervezett Rádiós Világkonferenciát (World Radio Conference) az ITU 2000-re halasztotta; május 8.-június 2. között tartják Isztambulban. Ez azt jelenti, hogy a WRC-2001-et is később rendezik, – ez utóbbin tárgyalták volna az „Article S.25” jelű Rádiószabályzatot, amely az amatőrökre vonatkozik. Egyébként az ITU 2000-ben ünnepli a megalapításának 75. évfordulóját és ettől kezdve a Rádióamatőrök Világnapja ismét április 18-án lesz.

– A 11.5 évenként esedékes napfolttevékenység-maximum (a 23. ciklusé) 2000-ben várható. A számítások szerinti 165-ös átlagos napfoltszám jócskán elmarad az 1958-ban észlelt 201-től, de valamivel jobb lesz, mint a 22. (előző) ciklusban, 1989 júliusában regisztrált 159-es maximum. A 2. táblázatban bemutatott – részben mért, részben „megjósolt” – adatok 1995-től 2006 végéig adnak tájékoztatást arról, hogy a napfoltszámokból következtethetően milyen hullámterjedésre számíthatunk.

– Amatőr társainkat is foglalkoztatja az Y2K, vagyis a 2000-es évek komputer-problémája, még ha csak a sajátos felhasználási területet is, a rádiózást tekintjük: állomásnapló vezetése, versenylog készítése, QSL-lapok nyomtatása/nyilvántartása, e-mail levelezés, internetezés, különféle szoftverek kezelése stb. *Ian Galpin* G1SMD két és fél oldalas cikkében a problé-

máknak azzal a részével foglalkozik, ami csupán a dátumok és az időpontok manapság világszerte még többnyire eltérő jelölésére vonatkozik. Az értekezésből számunkra kedvező tényre derül fény: az ISO 8601 jelű szabvány az egységesítésre törekedve úgy rendelkezik, hogy év, hónap, nap sorrendben kell írni a dátumokat, mint pl.: 2001-07-25, az időpontokat óra, perc, másodperc formában, pl.: 22:44:59. Az új előírások számunkra sem idegenek. Már sok szervezet adoptálta mindkettőt; a formulákat a csillagászok egyébként már 200 éve alkalmazzák.

– Az új év talán első nagyszabású DXpedícióját egy nemzetközi operátorgárda (OH2BH + ...) indítja, mégpedig XZ0A hívójellel Myanmar Merguiszigetvilágába, amely az Andamán-tengerben található. Minden sávban előfordulnak majd, 160-tól 6 m-ig, CW/SSB/RTTY/SSTV adásmóddal.

### **Különleges hívójelű állomások**

A rádióamatőrök, főként a szervezetek, klubok gyakran használnak a szokásostól eltérő prefixú vagy suffixú hívójeleket. Ezeket a hatóságaik egy adott időszakra engedélyezik, s így az adóállomások egy-egy eseménynek tiszteleghetnek, vagy valamely évfordulóra, rendezvényre, vagy versenyek, expedíciók esetén magukra hívhatják fel a világ figyelmét. Természetesen az ilyen alkalmak jó hírverést jelenthetnek a rádióamatőr-mozgalomnak is. Íme, néhány érdekes példa:

– *Marconi* 1899. március 27-én létesítette az első rádiókapcsolatot Doverből, a La Manche csatornán keresztül, Franciaországgal. Száz év múltával az idén, március 27–29. között az akkori helyszínről, a South Foreland-i világlátótoronyból működött **GB100SFL**.

– *II. János Pál pápa* látogatásai mindig jó alkalmat szolgáltatnak egy-egy különleges rádióamatőr-aktivitásra. Ilyen volt például a montanai St. Louisból a **W0K** jelentkezése. (Az összeköttetések nyugatlapjait *Mike Dieckmann* tisztelendő, KA0JAR kezeli.) A zárandoklatok idején az alkalmi adóállomások hívójelei többnyire JP vagy JPP betűkkel végződnek, így viszonylag könnyen azonosíthatók.

A pápaszentelés 21. évfordulójára emlékeztetve diplomát is alapítottak „John Paul II – Pope the Pilgrim” (a Zárandok) elnevezéssel. Bármely adó-vagy SWL-amatőr megszerzheti, ha

2. táblázat

Év	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.	Okt.	Nov.	Dec.
95	24,2	23,0	22,1	20,6	19,2	18,2	17,0	15,4	13,4	12,1	11,4	10,9
96	10,5	10,2	9,8	8,6	8,2	8,7	8,6	8,5	8,6	9,0	10,0	10,6
97	10,7	11,3	12,8	15,1	17,1	18,9	21,7	25,1	29,0	33,0	37,1	41,8
98	47,4	51,2	57,4	63,5	68,8	75,5	83,3	91,0	98,4	105,0	111,2	117,4
99	121,9	125,4	129,9	134,3	139,4	144,6	148,4	151,6	155,7	159,2	161,3	161,9
00	162,4	164,7	165,0	163,7	162,7	161,3	160,2	159,5	157,9	155,6	153,1	152,6
01	153,4	152,8	152,0	152,7	152,9	151,6	150,4	149,1	146,5	144,0	142,4	140,3
02	137,3	132,8	128,3	124,6	120,9	117,8	113,7	109,3	106,3	103,0	98,6	93,2
03	88,3	85,2	82,6	79,1	75,8	72,9	70,3	67,0	62,7	59,6	58,0	57,0
04	56,4	55,2	53,6	51,6	48,8	45,2	41,4	39,0	38,3	37,1	34,8	32,2
05	29,8	27,6	25,8	24,6	23,9	23,2	22,6	21,7	20,4	19,4	18,8	18,2
06	17,4	16,6	15,6	14,4	13,3	12,5	12,0	11,4	10,7	10,1	10,0	10,2

1978. okt. 16. óta legalább 20 olyan (DXCC) ország alkalmi állomásával tud kapcsolatot QSL-lel bizonyítani, ahová II. János Pál ellátogatott. Napjainkig több mint 115 ilyen körzet létezik. A kapcsolatok között SP is szerepeljen! Minden ország csak egyszer számít akár RH-n, akár URH-n, bármely adásmóddal. A kérvényeket 10 DEM vagy 7 USD, vagy 7 IRC befizetésével *Włodzimierz Nawrot*, DL3KDC címére kell küldeni: Erzbergerallee 86, D-52066 Aachen, Germany. A befolyt összeget beteg lengyel gyermekek gyógykezelésére fordítják.

- **R200AP** június 5-7. között *Alexander Puskin*, a nagy orosz költő születésének 200. évfordulójára hívta fel a figyelmet.

- Nanjing mezőgazdasági egyetemének adóállomása **BT99WED**-ként forgalmazott jún. 1-jétől 30-ig a Környezetvédelmi Világnap apropójából.

- **OA4QV** *Cesar* júliusban Peru függetlenségének 178. évfordulóját hirdette az **OA178QV** hívójellel.

- *Nelson Mandela*, a 20 évre bebörtönzött függetlenségi harcos, majd szabadulása utáni miniszterelnök 80. születésnapja alkalmából volt hallható **ZS80NRM**.

- **L27FW** május 16-tól egy hétig annak az emléknek adózott, hogy 75 évvel ezelőtt született meg az akkor világcsúcsot jelentő rádióösszeköttetés *Carlos Braggio r-cb8* (Buenos Aires) és *Ivan O'meara z-2AC* (Új-Zéland) között.

- **AC2P/200** a Long Island DX Association állomása volt a Montauk Point világítótornyának múzeumából, a 200 éves építményből. Hagyományte-

remtőnek szánták tavalyelőtt a „Light-house/Lightship” víkendet. Kitűnően sikerült, - 1998-ban már 6 világrész 38 országából 151 adóállomás demonstrálta a hobbitkat a magunk és a sok ezer látogató szórakoztatására. Az idén is, valamint ezentúl minden évben aug. 3-ik teljes hétvégén zajtott, ill. zajlik a nem versenyszerű esemény. A világítótornyokból, továbbá a tűzoltóhajókról forgalmazók a hívójelük után .../LGT vagy .../LIGHT azonosítót, vagy a torony ill. a hajó megnevezését adják.

- „1999 Museum Ship Special Event” volt július 17-18-án: 37 múzeumhajóról jelentkeztek rádióamatőrök. A USS Salem Radio Club (K1USN) támogatta az aktivitást és oklevelet adományoz mindazoknak, akik leg-

alább 5 ilyen állomással forgalmaztak. A QSL- és a diplomaüggyintéző WIQWT.

- Május 1.-július 31. között dolgozott Lublinból és Klementowicéből **SN0APT** annak emlékére, hogy Swidnicában 1248-ban megnyílt az első lengyel gyógyszerár (apтека - APT). Az állomást a lublini SP8YCB, az Ariadna rádióklub üzemeltette.

**Innen-onnan**

- **Zimbabwe: Molly Henderson** Z21JE már több mint 50 éve (!) az ottani rádióamatőr szövetség titkárnője. Az 1998. évi közgyűlésen plakettal és 6 db vésett serleggel jutalmazták. A munkáját folytatja; egyúttal az IARU Region 1 felé összekötő is.

- A hölgyoperátorok mindig is értettek a szervezéshez. 60 évvel ezelőtt *Ethel Smith* W7FWB kezdeményezésével 12-en alapították meg az azóta már több tízezer tagot számláló YLRL-t, - a „Young Ladies Radio League”-et. Ethel volt az első elnökük, 2 havonta jelentették meg a Harmonics elnevezésű newslettert és 1940-től az YLRL-től eredeztethető a „33” jelzés, ami szeretetet és barátságot fémjelez egy YL és egy másik között.

Az YLRL 1989-ben Hawaii-n tartotta az 50. összejövetelét és ott 3 európai résztvevő javasolta, hogy kívánatos volna nemzetközi YL-találkozót tartani Európában és más vidékeken is. Az óhajttettek követték: 1991-ben Stockholmban, 1993-ban Ószakában, 1996-ban Berlinben, 2 évvel később pedig a Spitzbergákon volt igen tartalmas, programokkal teli világtalálkozó. Az agilis hölgyek 2000-ben Új-Zélandon értekezének. Hja, az otthoni háztartási pénzt biztosan ők kezelik!

- És, ha már a „33” kódszámról esett szó, lássuk a „73” történetét! Nos, még a dróttávírózás kezdetén, 1857-ben keletkezett és „Szeretettel - neked” volt a jelentése, de rövid időn belül a távírószak egymás közti baráti üdvözlésére változott. Azután 1859-ben a Western Union megalkotta a „92 Code” szabványt, egy olyan numerikus rendszert, amely az 1-től 92-ig terjedő számokból állt. A 73 ebben a „Fogadd a tiszteletemet” jelentette. 1908-tól máig is a „Best regards”, azaz „Szívvelyes üdvözlés” a meghatározása.

A „88” értelmezése kissé szexis, mivel ölelést és csókot hivatott kifejezni. Mindez nagyon szép! De mi van

**SOUTH AFRICAN BIBLE SOCIETY**  
 Celebrating 175 years of grace in abundance  
 - nearly 67 million Bibles distributed!

**ZS67BS**

Confirming 2-way QSO- / SWL report			
Callign		DD MM YY	
HA5-02q		19 : 4 : 1996	
UTC	MHz	RST	Mode
13 25	21	-	SSB

Operator: ZS4Y Rev Leon M Foot, P.O. Box 1561, Welkom, 9460, Republic of South Africa

The South African Bible Society was started on the 23rd of August 1820 in Cape Town. Since then the Bible has been translated and distributed at an ever increasing rate: in the first 100 years 2,7 million Bibles were distributed; 19 million the next 50 years and total of 45 million in the last 25 years. In this celebration year the Society distributed Bibles in 93 languages (134 translation) of which 22 languages (41 translations) went to Bible Societies in foreign countries. Braille and audio Bibles are also produced for the visually impaired.

“...we do hear them speak in our tongues the wonderful works of God.” Acts 2:11.



akkor, ha valaki mindig 88-cal búcsúzik egy összeköttetés végén, mivel állandóan úgy érzi, hogy keblére kell ölelnie és össze-vissza kell csókolnia az egész világot? Ugyanakkor pl. egy old-timer nem válaszol 88-cal! Nyilván ő nem ismeri azt a valakit és már nem is kíván ismerkedni, HI!

– Vajon volt-e korábbi eszperantó nyelvű QSO, mint a G2CD-OK2MI közötti 1933-ban?

– Az amatőrök széles táborában számos feltaláló volt és van mindig is. Kevesen tudják bizonyára, hogy a nyomatott huzalozás (nyák) atyja *Harry W. Rubinstein*, ex-9EEV (1905-1990). 1995. jún. 23-án, 79 éves korában hunyt el *Marvin Camras* W9CSX, aki több mint 50 évig az Illinois Institute of Technology-ban dolgozott és tanított. A mágnesszalagos hangrögzítéssel kapcsolatos találmányai tették híressé.

Mint tanuló 1930-ban építette a mágneses huzalú magnóját, innen már kis lépés volt a szalagossal végzett sok-sok kutatás. Először 1944-ben kapott szabadalmat és azt mintegy 500 követte. A szabadalmaztatott találmányaiból több miht 100-at gyártásba is vittek. Amatőr adóengedélye is 1930-as keltezésű volt; hívójelével haláláig lehetett a sávokban találkozni.

– Krimi! Az Asahi Shinbun napilap adta hírül június 16-án: *Zorro Miyazawa* JH1AJT-t és *Hirohiko Daikoku* JG3QCW-t a japán hatóság letartóztat-

ta. Az indok: 1995-ben hamis okmányokkal JG3QCW szerzett adóengedélyt Zorronak, aki azóta többek között 7O1A, E31A, XW30/XW30A, A51/JH1AJT, XU1A stb. expedícióival világhíresség lett. A dolog pikantériája, hogy ez évben a New Orleans International DX Conventions „Az év DXeré”-nek választotta.

– *Mark Richard* (Littleton, MA) örül az új hívójelének: **K1MGY**-nak. Ezt a hívójelét a Titanic hajó rádióállomása használta.

– „1998 tavaszán építettem meg egy HB9OP-féle antennát, melynek leírása az RT egyik korábbi évkönyvében szerepelt, továbbá egy Alpha-Delta 3-sávú twin sloopert, amit HA5DQ publikált. A jó SWR-beállítás alapkövetelmény!

A tapasztalataim, ill. az összeköttetésem tükrözik az antennák létjogosultságát 14-től 28 MHz-ig. (FT-102-m van kb. 70...75 wattal)” – írta **HA8MT Feri** barátunk Füzesgyarmatról. – „Legtöbbet 24,9 MHz-en kísérleteztem, itt egy éve még 30 országom volt, a nyár elejéig pedig már 246, távirón.” (Közülük a szerkesztőségünknek legjobban ezek tetszettek: *HF0POL*, *H40AA*, *YJ0ADJ*, *H40AB*, *3B7RF*, *3B9R*, *XZ1N*, *ET3BN*, *E44/HA1AG*, *EL2WW*, *S79AG*, *LU1ZC*, *C56SW*, *KH6XT*...)

– **HA3UU János** a májusi CQ-WW-WPX táviróversenyben HG3DX hívójellel 20 m-en 1942 QSO-val, 770

szorzóval, 3287900 ponttal végzett és ezzel igen előkelő helyezésre számíthat. A körülményeit így kommentálta: „Több mint 51 °C volt a faház emeleti adószobájában. Vasárnap este 7-kor megsült a számítógép, így az utolsó 450 QSO-t gyorsbillentyűvel csináltam.”

– A Nativist Amateur Radio Club július 2. hetében aktivitási napokat tartott a **NU5DE** hívójelű klubállomásáról. A QSL-címük: Box 200812, Austin, TX78720-0812, USA.

– **F5SIH Eric** és **F5PFP Mehdi** az Amsterdam-szigetről, az **FT5ZH** klubállomásról forgalmaznak, ha az idejük engedi. Egy kicsiny kutató- és katonai bázison dolgoznak, ahol közös konyhai étkezés van. A sávokban a legnagyobb pile-up-ot is kénytelenek otthagyni 14 UT körül, ha nem akarnak éhen maradni, ugyanis saját célú főzőcskére vagy más módú egyéni táplálkozásra nincs lehetőségük, HI!

– Kaliforniában a Hale középiskola (Woodland Hills) az első, amely a tantervébe iktatta a rádióamatőr tudományok oktatását. Az első szemesztert **Bob Lavin** K6BOB tartotta. Az iskola-tanácstól 3000 \$-t kaptak, többek között egy készenléti szolgálati központ megépítésére is. Tavaly már öt osztályban tanították ezt a tárgyat. Természetesen rádióklubot is alapítottak és az a céljuk, hogy minden diákjuk megszerzeze a lis-t. Úgy legyen! A példa követendő!

## Nagy Évkönyv-akció!

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

### A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE

1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999 kötetek közül

**2 db most összesen 700 Ft-ért kapható.**

**'90... '99-ig, 10 db csak 3300 Ft**

Személyesen a  
szerkesztőségben,  
Budapest XIII.  
Dagály u. 11.  
I. em. 130.  
9-14 óráig  
Tel./fax: 239-4932

✉ 1374 Bp., Pf. 603.

#### ELEKTROTECH KERESKEDELMI Kft.

6725 Szeged, Petőfi S. sgt. 83/A. Tel.: (62) 441-626 fax: (62) 440-250

Távolkeleti importból átjátszó kábelek, elektronikai csatlakozók, szigetelőszalagok, egyéb elektronikai alkatrészek a legjobb nagykereskedelmi áron kaphatók. Viszonteladók részére!

Kérje díjmentes nagykereskedelmi árlistánkat!



# Etalonfrekvencia- és pontosidőadó rádióállomások

Horváth Lajos rádióbemondó

A kezdő DX-er, s az egyszerű hullámvadász is hamar felfigyelhet arra, hogy a rövidhullámokon az olyan kerek frekvenciáknál, mint pl. 5000 kHz, 10 000 kHz, 15 000 kHz egy különleges, folyamatos „csipogó” hangot kibocsátó állomás működik. Az adás jellegéből a megfigyelő maga is rájöhet arra, hogy ezek az adók a pontos idővel összefüggő jeleket sugároznak, általában másodpercenként egy, a morzejelek pontjához hasonlatos, míg a 30 másodpercnél, s egészperceknél egy hosszú jelet. Magam is sok-sok évtizeddel ezelőtt figyeltem fel ezekre az állomásokra, s ha az International Telecommunication Union (ITU) frekvencia-kiosztási listájára pillantottam, akkor azt is megtudhattam, hogy ezeket az adókat szabványfrekvencia- és pontosidő-jeladóknak (Standard Frequency and Time Signals) hívják, s az említett kerek frekvenciáknál 5-5 kHz-es sávot használhatnak. Kezdetben magam is kísérletet tettem arra, hogy ezeket az adókat – ha már vannak és rájuk találtam – rendeltetésszerűen felhasználjam. A karórát próbáltam beállítani a pittyegő állomások jelzései alapján, de emlékeim szerint komoly sikerélményre soha nem tettem szert, az analóg óra nem mindig engedelmessé vált, s a másodpercmutató hol előbb, hol később indult. Gyakorlatilag csak annyit ért, mintha a műsorrádió időjelzése után igazítottam volna az órát.

A '70-es években azonban egyszerű élményben volt részem, s ennek részesei voltak a pontosidő-adók is. Közismert, s egyáltalán nem ritka dolog, hogy a rádióamatőrök az alaphobbijuk mellett sok más dolog iránt is érdeklődnek, s közülük számosan tekintenek az égbolt felé; oda, hol a rádióhullámok is láthatatlanul járnak útjukat. Abban az időben erősen vonzott a csillagászat is, s Kepler-távcsöveget gyakran szegeztem az éjszakai égboltra. Még ezzel az egyszerű eszközzel is jól megfigyelhető volt a Naprendszer óriása, a Jupiter, s mellette a négy fényes pontocska, azaz a Jupiter legnagyobb holdjai, amelyeket Galilei pillantott meg elsőnek 1610 januárjában. (Pártfogójának tiszteletére ezeket a fé-

nyes égitesteket Medici-csillagoknak nevezte el.) A csillagászati évkönyvek minden esztendőben, táblázatokban közlik a Jupiter-holdak jelenségeit, azt a pillanatot, mikor az Io, az Europa, a Ganymedes és a Kallisto a keringésük közben eltűnnek, majd ismét előbukkannak a hatalmas bolygó takarásából. E jelenség megfigyelése közben már csupán az volt a feladatom, hogy a vevőkészülékemet ráállítsam az egyik pontosidő-állomásra, s ellenőrizsem a holdak mozgását. Sokszor magam sem tudtam, hogy a holdak keringése vezérli a pontosidő-adót, vagy fordítva: a pittyegő adó szinkronizálja a holdak forgását.

Természetesen ma már tudom, hogy ezek az állomások nem az amatőr csillagászok játékszerei, hanem nagyon fontos és nemzetközileg is nélkülözhetetlen tudományos és mérési feladatokat látnak el. Az állomások legnagyobb részét egy-egy ország nemzeti csillagászati obszervatóriumai működtetik, mivel ezekben rendelkezésre áll a csillagászati pontos idő. S ugyanakkor másik nagyfontosságú feladatukat is könnyen teljesíteni tudják: a szabvány frekvenciát sugározzák.

A rövidhullámokon a legkülönbélebb műsoradók sokaságával találkozhatunk, amelyek a világ számtalan nyelvén, a nagyközönség számára sugároznak tájékoztató és szórakoztató műsorokat, s AM-módban dolgozva, egyszerű vevőkészülékekkel is könnyedén elérhetők. Az adók egy másik, igen nagy csoportja, az úgynevezett utility-állomások, rendkívül fontos információkat közölnek, de nem a nagyközönségnek, hanem például az úton lévő repülő és hajók, valamint egyéb szolgálatok számára. Ezek vétele egyszerű vevőkészülékekkel nem lehetséges, mert többségük az egyoldalsávú adásmódot, az SSB-t használja.

Sok szakember úgy véli, hogy a szabványfrekvencia- és pontosidő-adók az említett kétfajta rádióállomás tulajdonságaival egyformán rendelkeznek: a nagyközönség számára is viszonylag egyszerű vevőkkel könnyen elérhetők, AM-módban is hallgathatók, másfelől speciális szolgáltatást nyújtanak számtalan szolgálat számára.

## Kik használják és hogyan?

A szabványfrekvencia- és pontosidő-adók rendkívül gazdag és széleskörű információt sugároznak, először is azt a bizonyos pontos időt, amelynek jellegzetes pittyegése minden rádiózó előtt ismert. Ezt az információt felhasználják a műsoradók, a kereskedelmi rádiók, a rádiónavigációs rendszerek, a légiközlekedés irányítórendszerei, a tengerhajózás, a számítógép-hálózatok, a villamos erőművek, hogy csak néhányat említsünk a legfontosabbak közül.

A szabvány (etalon-) frekvencia előállítása és folyamatos ellenőrzése különleges laboratóriumokban, rendkívül érzékeny, különleges műszerek, a legmodernebb technika segítségével történik, s ennek következtében általában milliszekundum pontosságúak.

Jónéhány fejlett ország üzemeltet ilyen, szabvány frekvenciát és pontos időt sugárzó rádióállomást. Ezen a területen is vezető szerepet játszik az Amerikai Egyesült Államok. Jelenleg ők működtetik a legmodernebb, s a legtöbb szolgáltatást nyújtó állomásokat. Ezt a feladatot a National Institute of Standards and Technology (NIST), az USA nemzeti mérésügyi hivatala látja el, mégpedig hangsúlyozottan olyan módon, hogy a nagyközönség is könnyen hozzáférjen a szolgáltatásaikhoz.

## Hihetetlen pontosság

Az időjel pontossága, amelyet a NIST szakemberei hoznak létre, 10 mikroszekundumon belüli. Ez azt jelenti, hogy az éppen sugárzott időjel és az abszolút idő között csupán 0,000 01 másodperc lehet a különbség, ami már rendkívüli pontosságnak számít. Ezt a nagyfokú pontosságot egy atomóra segítségével állítják elő, s ellenőrzik.

Természetesen figyelembe kell venni, hogy az adóállomások sugárzása közben a hullámterjedés feltételei és egyéb körülmények ezt a pontosságot némileg csökkentik, s a vevőkészülékünkben hallható időjel és az abszolút idő közötti különbség 1 milliszekundum, azaz 0,001 másodperc.



Magyarországi képviselőlet:

**OPTITECH Kft.**

1163 Budapest, Hősök fasora 24.

Tel./Fax: (06-1) 403-0963

Mobil: 06/60 316-896

E-mail: optitech@mail.matav.hu

"A rádiózás világa"

AUCHAN, CONRAD, MEDIA MARKT, MURÁNYI DUNA PLAZA, PORST, UNIVERZÁL ÜZLETEIBEN

A NIST két állomást üzemeltet (természetesen több frekvencián). Mindkét állomás azonosítójele jól ismert a DX-erek és a rádióamatőrök előtt: a WWV Colorado államból, Fort Collinsból dolgozik, míg a WWVH a Hawaiihoz tartozó Kauai-szigetről sugározza jeleit. A WWV már 1923-ban megkezdte adásait.

A WWV és a WWVH is 2500, 5000, 10 000 és 15 000 kHz-en sugároz, a WWV ezen kívül még 20 000 kHz-en is, míg a WWVH egyik adója 60 kHz-en dolgozik, 40 kW-tal, WWVB azonosítójellel, s ez csupán a pontos időjeleket és a szabvány frekvenciát sugározza, automata üzemmódban.

A WWV és a WWVH adók rendkívül széleskörű szolgáltatást nyújtanak. Adatokat és előrejelzéseket adnak az ionoszféra állapotáról, a földmágnesség állapotáról, tájékoztatnak a napkitörésekről, megfigyelések alapján tájékoztatást adnak a tengeri viharokról, újabb fontos információkat adnak a Global Positioning System (GPS) műholdjaival és működésükkel kapcsolatban. Különleges közleményük a folyamatos időjelzéseken kívül a bejelentett idő. A WWV-n női hang, a WWVH-n férfihang közli angol nyelven a pontos időt.

(Itt jegyzem meg, hogy néhány ország állomása egyéb különleges szolgáltatásokat is nyújt, elsősorban a nagyközönség kiszolgálása érdekében: így telefon, számítógépes és műholdas szolgáltatás is szerepel programjukon.)

A WWV és WWVH állomások a nagyközönség számára nem látogathatók, berendezéseik nem tekinthetők meg. Ennek ellenére van lehetőség a két állomás „felkeresésére”, az interneten keresztül. A <http://www.blrdoc.gov/timefreq/wwv/wwv.html> címen felkeresve egy virtuális látogatás tehető a National Institute of Standards and Technology féltve őrzött berendezései között, így még többek között az atomóra is megtekinthető.

A tudományos világ és az ipar egyes területei számára mind a frekvencia-, mind pedig az időtalon rendkívül fontos, ezért a fejlett országok többsége működtet ilyen állomásokat. Például Kanadában a National Research Council (NRC) és az Institute for National Measurements Standards közösen nyújtja ezt a szolgáltatást. A kanadai állomás hívójele CHU, s Ottawa közelében van az adóállomás telephe-

Frekvencia [kHz]	Hívójel	Lokáció	Ország	Adásmód, idő (UTC)
2500	TFH	Párizs	Franciaország	CW 24.H.
	HLA	Taejeon	Korea	COMB (kombinált)
	JJY	Tokió	Japán	COMB 24.H
	RCH	Tashkent	Üzbegisztán	CW 24.H
	WWV	Fort Collins	USA	COMB 24.H
	WWVH	Kauai	Hawaii	COMB 24.H
	BPM	Xian	Kína	CW 07.30–01.00
	VNG	Llandilo	Ausztrália	COMB 24.H
3330	CHU	Ottawa	Kanada	COMB 24.H
4228	CBV	Playa Ancha	Chile	CW 1.10, 12.10, 18.45, 20.30
4232	VPS8	Cape D.Agui.	Hongkong	00.00-tól páratlan órákban
4244	PPR	Rio Radio	Brazília	CW 01.30, 14.30, 21.30
4286	VWC	Calcutta	India	CW 16.30
4590	YSG	Shanghai	Kína	CW 03.00, 09.00
4800	XDP	Chapultepec	Mexikó	CW
4996	RWM	Moszkva	Oroszország	CW
5000	BPM	Xian	Kína	COMB
	HD210A	Guayaquil	Ecuador	CW 12.00–13.00
	HLA	Taejeon	Korea	CW 01.00–08.00
	IAM	Róma	Olaszország	COMB 07.30–08.30 és 10.30–11.30
	JJY	Tokió	Japán	CW 24.H
	LOL	Buenos Aires	Argentína	CW 11.00, 14.00
	WWV	Fort Collins	USA	COMB 24.H
	WWVH	Kauai	Hawaii	COMB 24.H
	YVTO	Caracas	Venezuela	CW 24.H
	ATA	Új-Delhi	India	COMB 12.30, 03.30
	BSF	Chung-Li	Taiwan	CW 24.H
	RCH	Tashkent	Üzbegisztán	CW 24.H
	VNG	Llandilo	Ausztrália	COMB 24.H
	RID	Irkutszk	Oroszország	CW 24.H
7335	CHU	Ottawa	Kanada	COMB 24.H
8000	JJY	Sanwa	Japán	COMB 24.H
8502	XSG3	Shanghai	Kína	CW 03.00 és 09.00
8539	VPS35	Cape D.Agui.	Hongkong	CW, minden páratlan óra
8542	PKX	Jakarta	Indonézia	CW 01.00, 11.00
8634	PPR	Rio Radio	Brazília	CW 01.30, 14.30, 21.30
8638	VNG	Llandilo	Ausztrália	CW 24.H
9996	RWM	Moszkva	Oroszország	CW 24.H
10000	ATA	Új-Delhi	India	COMB 24.H
	BPM	Xian	Kína	COMB 24.H
	JJY	Tokio	Japán	COMB 24.H
	LOL	Buenos Aires	Argentína	COMB 11.00–12.00, 14.00–15.00, 17.00–18.00, 20.00–21.00, 23.00–24.00
	WWV	Fort Collins	USA	COMB 24.H
	WWVH	Kauai	Hawaii	COMB 24.H
	RCH	Tashkent	Üzbegisztán	CW 05.00–13.30
	RTA	Novoszibirszk	Oroszország	CW 00.00–5.30, 14.00–24.00
RID	Irkutszk	Oroszország	CW 24.H	
12745,5	VWC	Calcutta	India	CW 08.30, 08.45–09.18
12954	XSG28	Shanghai	Kína	CW 02.56 és 08.56

lye. Ez az állomás a 3330, 7335 és 14 670 kHz-en dolgozik. Az általa sugárzott jel pontossága – itt is figyelembe véve a hullámterjedés és más jelenségek hatását – 1 a 10 millióhoz.

### Egyszerű felhasználásuk

A DX-erek, rádióamatőrök, de az egyszerű rádióhallgatók is viszonylag sok információt kaphatnak ezektől az adóállomásoktól. A legegyszerűbb például az, ha egy régi, analóg vevővel ilyen állomásra találunk, oda bizonyossággal tehetünk egy jelet a skálára, mint a 2500, az 5000, a 10 000 kHz stb. pontos frekvencia. Hangsúlyozni kell, hogy tulajdonképpen mindegy, melyik adó alapján állítjuk be vevőkészülékünket. Érdemes a digitális készülékek pontosságát is ellenőrizni. 1 kHz-nél pontosabba állítható még „fültre” is rádióberendezésünk.

A következő „amatőr” cél, amelynek ezek az adók kiválóan megfelelnek az, hogy mint jeladók is nagyszerűen használhatók. Az állomások földrajzi helyzete jól ismert, s ha egy bizonyos ideig, egy-két hétig jegyeztük a vétel minőségét, így viszonylag jó képet kaphatunk a hullámterjedésről, s eldönthetjük, hogy mely irányba érdemes figyelniük.

Néhány szabványfrekvencia- és pontosidő-adó legfontosabb adatait táblázatosan, itt szemléltetjük.

Frekvencia [kHz]	Hívójel	Lokáció	Ország	Adásmód, idő (UTC)
12984	VNG	Llandilo	Ausztrália	CW 24.H
13020,4	VPS60	Cape D.Agui.	Hongkong	páratlan órákban
13043	XDD	Chapultepec	Mexikó	CW 02.00, 16.00 és 18.00
13953,6	XBA	Tacubaya	Mexikó	CW 02.00, 16.00–18.00
14670	CHU	Ottawa	Kanada	COMB 24.H
14996	RWM	Moszkva	Oroszország	CW 24.H
15000	BPM	Xian	Kína	COMB 01.00–09.00
	JJY	Tokio	Japán	COMB 24.H
	LOL	Buenos Aires	Argentína	COMB 11.00–12.00, 14.00–15.00, 17.00–18.00, 20.00–21.00, 23.00–24.00
	WWV	Fort Collins	USA	COMB 24.H
	WWVH	Kauai	Hawaii	COMB 24.H
	ATA	Új-Delhi	India	CW 03.30–12.30
	BSF	Chung-Li	Taiwan	CW 24.H
	RTA	Novoszibirszk	Oroszország	CW 06.00–13.30
	RID	Irkutszk	Oroszország	CW 24.H
20000	WWV	Fort Collins	USA	COMB 24.H

#### Basic time format for WWV and WWVH

Time (min after hour)	Service
<b>WWV</b>	
8	Storm warnings for Atlantic and northeastern Pacific
9	Storm warnings for Atlantic and northeastern Pacific
10	Storm warnings for Atlantic and northeastern Pacific
14	GPS systems status announcement
15	GPS systems status announcement
16	[OMEGA navigation system status report]*
18	Geophysical alerts: solar indexes, solar conditions, current and expected conditions for the next 24 hours
<b>WWVH</b>	
43	GPS systems status announcement
44	GPS systems status announcement
45	Geophysical alerts: solar indexes, solar conditions, current and expected conditions for the next 24 hours <sup>1</sup>
47	[OMEGA navigation system status report]*
48	Storm warnings for western, southern and north Pacific
49	Storm warnings for western, southern and north Pacific
50	Storm warnings for western, southern and north Pacific
51	Storm warnings for western, southern and north Pacific
52	Occasional for unusual widespread storm condition

\*The OMEGA system ceased operation on Sept. 30, 1997, so these reports are no longer given. NIST has not updated this information in its official publications nor on its website.

#### Web addresses for some standard time and frequency stations

URL address	Station/Service	Notes
<a href="http://www.bldrdoc.gov/timefreq/www/www.html">http://www.bldrdoc.gov/timefreq/www/www.html</a>	NIST: WWV, WWVH and WWVB	Excellent site with lots of technical information
<a href="http://www.bldrdoc.gov">http://www.bldrdoc.gov</a>	NIST main site	
<a href="http://www.inms.nrc.ca/inms.chu.html">http://www.inms.nrc.ca/inms.chu.html</a>	CHU Canada	
<a href="http://www.eecis.udel.edu/~mills/ntp/dcf77.html">http://www.eecis.udel.edu/~mills/ntp/dcf77.html</a>	DFC77, Germany	Full of technical info!
<a href="http://www.eecis.udel.edu/~mills/ntp/msf.html">http://www.eecis.udel.edu/~mills/ntp/msf.html</a>	MSF, United Kingdom	same as above
<a href="http://www/auslig.gov.au/geodesy/time.htm">http://www/auslig.gov.au/geodesy/time.htm</a>	Australian time service	Good explanation of basics
<a href="http://www.crl.go.jp/cgi-bin/nph-watch">http://www.crl.go.jp/cgi-bin/nph-watch</a>	Japanese time service	Japanese standard time

Fizessen elő a

# RÁDIÓTECHNIKA és a HOBBY Elektronika

folyóiratokra!

Címünk: 1374 Budapest, Pf. 603.

Tel./fax: 239-4932, 239-4933

A szerkesztőségben regisztrált HE előfizetőknek díjmentes nyúró-film melléklet.

# Gyári CB-készülékek

Bucsay István

Évkönyveink népszerű rovatát, a gyári CB-készülékek kapcsolási rajza-  
inak, s a rendelkezésünkre álló műszaki  
(felhasználói, szerviz-) adatainak köz-  
lését folytatjuk. Itt továbbra is a leg-  
főbb célunk a használatban lévő, eset-  
leg éppen a meghibásodásuk okán  
használaton kívül rekedt gyári készülé-  
kek felélesztésének segítése.

A rajzokat segítőként partnereink,  
a *stabo-RICOFUNK* kereskedőcég  
(1365 Budapest, Pf. 724, tel. 322-  
3505), valamint a *Radio Systems* gyár-  
tó-, szerviz- és kereskedőcég (1089 Bu-  
dapest, Rezső tér 21., tel. 210-3500)  
bocsátották rendelkezésünkre.

Mint azt már többször is hangsú-  
lyoztuk, az adó-vevő-készülékekre  
szakhatósági rendeletek vonatkoznak;  
a Hírközlési Felügyelet címjegyzéke  
pl. az 1998-as évkönyvünkben is meg-  
található.

A soproni Felügyelet telefonszáma  
időközben megváltozott; az új szám:

518-500. (A „központ”, a Főfelügyelet  
levelezési címe: 1525 Budapest, Pf.  
75.) Legutóbb ugyanitt jelentettük meg  
rövid magyarázattal a CB-csatornák  
sorszámozási és frekvencia-kiosztási  
rendjét szemléltető táblázatot.

Itt emlékeztetjük kedves olvasóin-  
kat, hogy Magyarországon is igazodva  
a nemzetközi normákhoz az AM- és az  
SSB-adásmód a CB-sávokban 2001.  
december 31. után már nem használha-  
tó. Ezért a hazai hírközlési hatóság már  
a '90-es évek elejétől kezdődően szor-  
galmazza az FM-re történő átállást (RT  
ÉK 1995).

A továbbiakban kettő kézírádió  
gyári kapcsolási rajzát, s a rendelkező-  
sünkre álló legfőbb jellemzőit ismer-  
tetjük.

## Concord GA-007

4 W, 40 csatorna, AM. A névleges  
tápfeszültsége 12 V, de a szokásos mó-

don a személygépkocsik táphálózatá-  
ról is üzemeltethető („Ext. Power”  
csatlakozó).

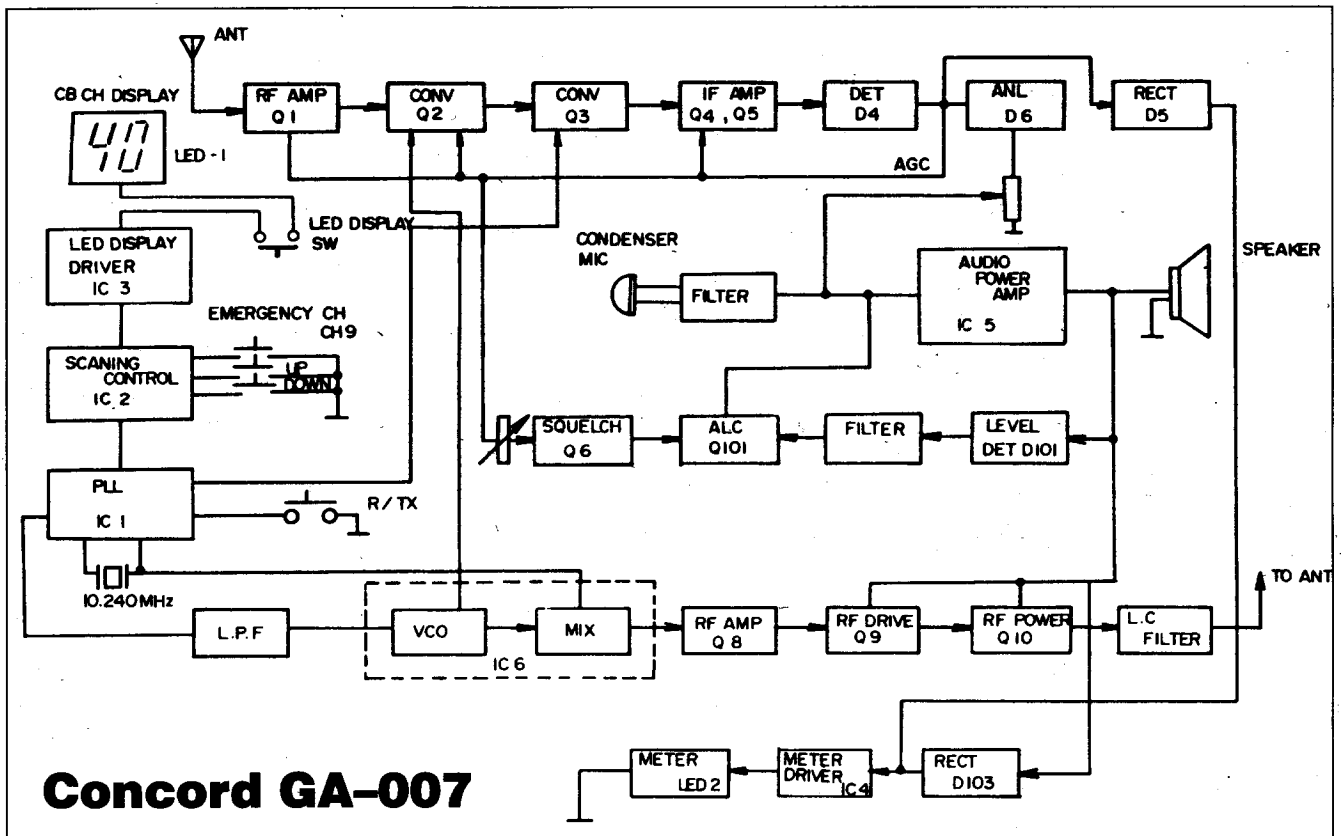
A készülék tömbvázlatát az *alábbi  
ábrán*, a kapcsolási rajzát pedig a 231.  
*oldalon* szemléltetjük.

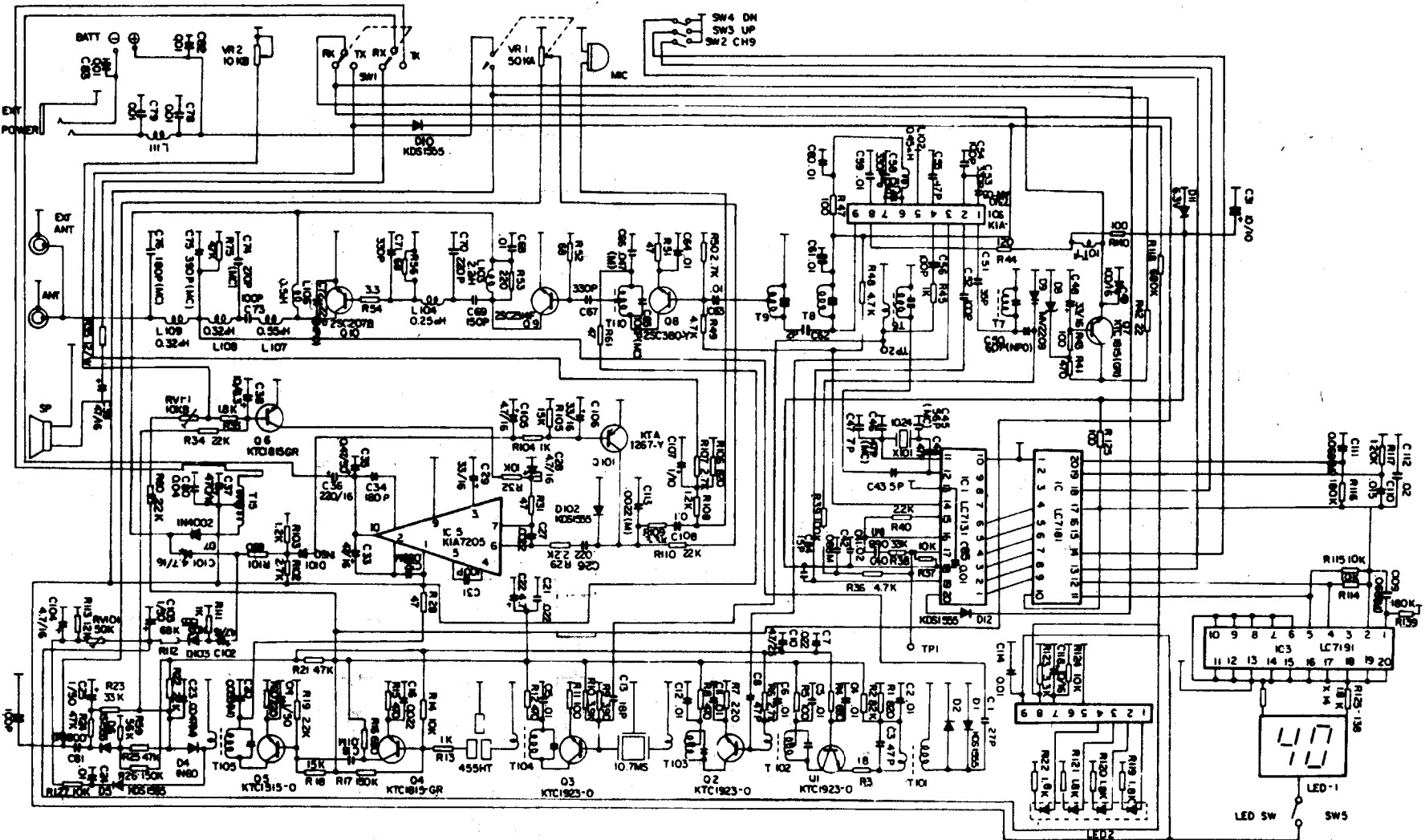
## stabo SH-8000

RF-kimeneti adóteljesítménye át-  
kapcsolhatóan 4 W vagy 0,5 W. FM-  
adásmódban 40 csatornán, AM-adá-  
smódban pedig 12 csatornán üzemel. A  
tápellátására 9 db ceruzaelem vagy -ak-  
kumulátor (AA, LR6) szolgálhat.

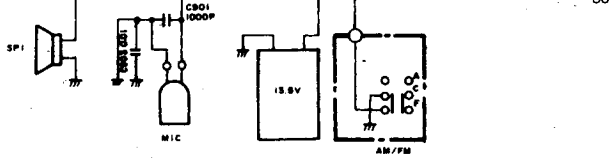
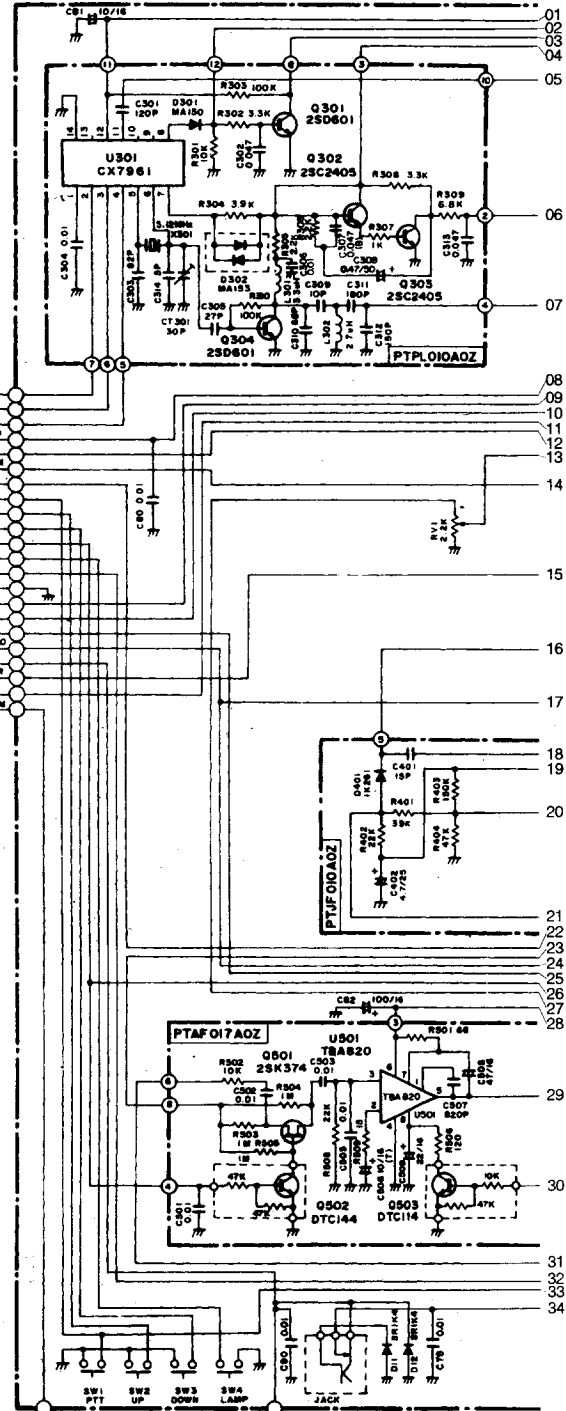
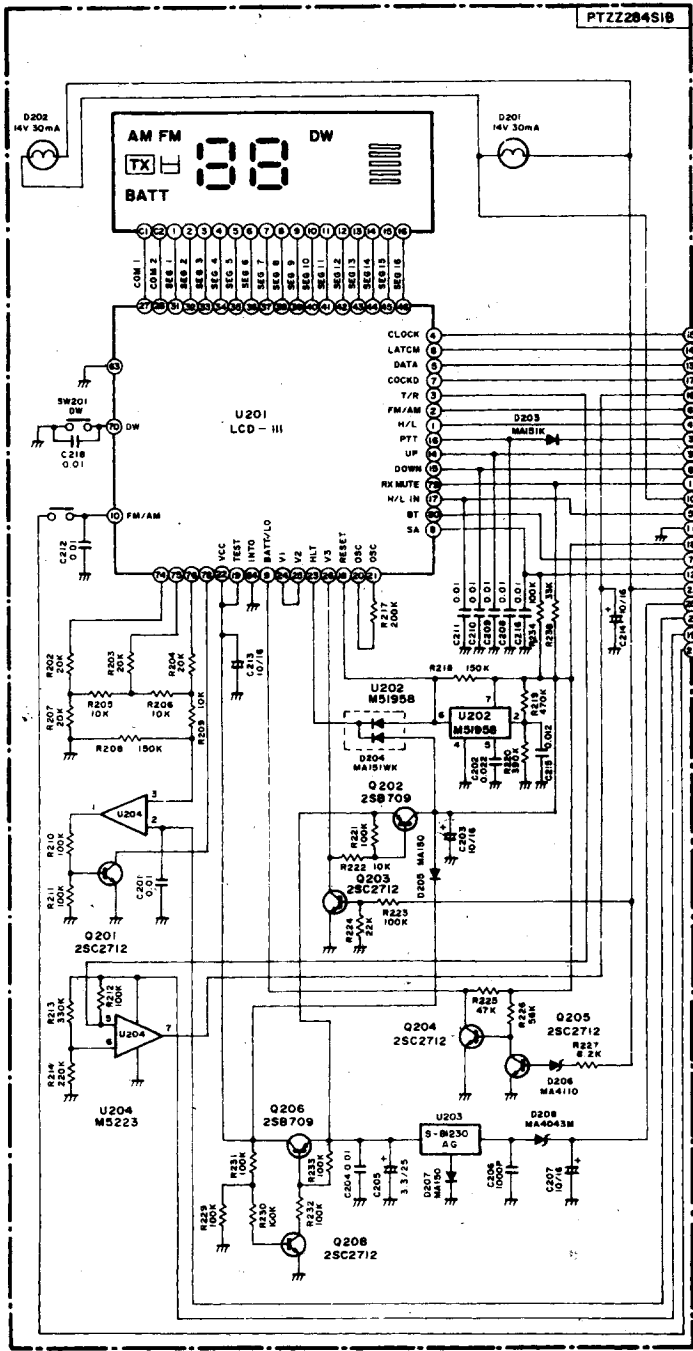
A vételi oldal érdekessége egy, az  
eredetileg beállíthatóhoz képest egy má-  
sodik csatorna figyelésének lehetőse-  
ge, időosztásos rendszerben.

A készülék kapcsolási rajzát a 232.  
és a 233. *oldalon* szemléltetjük.

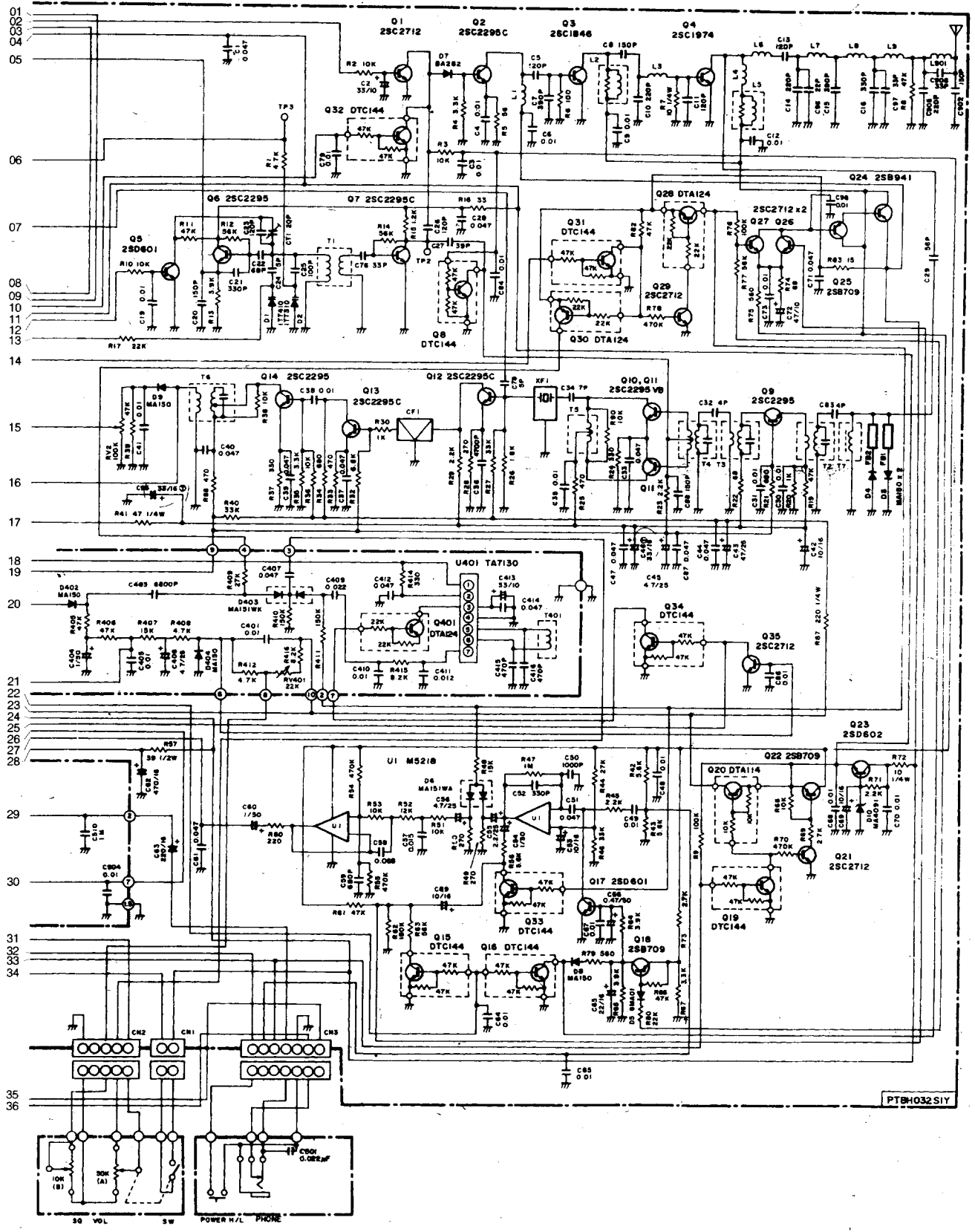




# Concord GA-007



**stabo SH-8000**





## Technikák az autótolvajok és -rablók ellen

Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök, vagyónvédelmi szakértő

A tavalyi évkönyvünk 239. oldalán bemutattuk a gépjárműbűnözés módszereit, a biztosítótársaságok állásfoglalásait. Részletesen ismertettük továbbá az alapvető védőintézkedésektől a gépjármű-megtalálást- és őrzést segítő nyomkövető és azonosító eljárásokon át a műholdas navigáción (GPS) alapuló feltalálási rendszereket.

Ma már köztudott, hogy a gépjárműveket nemcsak a tulajdonos távollétében fenyegeti az eltulajdonítás veszélye. Az autót fényes nappal sem túlságosan nehéz elcsenni a gyanútlan tulajdonos orra elől. A csomagok rakodásával, a garázsajtó vagy a kapu zárásával, nyitásával foglalatosskódó autós elővigyázatlanlansága könnyű zsákmányt kínál a lesben álló autótolvajoknak. Nem sokkal nehezebb a dolguk azoknak a bűnözőknek sem, akik a piros lámpánál várakozó gépjármű vezetőjét fegyverrel kényszerítik a jármű átadására. Az elkövetők újabban szívesen alkalmazzák azt a módszert is, hogy kis sebességgel szándékosan koccanásos balesetet okoznak, vagy a vezetőt a puha gumira figyelmeztetik, s amikor az autós kiszáll, váratlanul meglépnek a kiszemelt kocsival. Ezért minden esetben rablás elleni védelmet is biztosító védelmi rendszert kell alkalmazni a gépkocsik megvédésére.

A gépkocsilopások elszaporodása óta új üzletággá nőttek ki magukat a védelmi rendszerszolgáltatások (lásd 1. táblázat). Ezek a szolgáltatók valójában nem tömegigényt elégítenek ki. A csúcstechnológiai autóvédelmi rendszerek a szerényebb anyagi háttérrel rendelkező autósok számára egyre nehezebben elérhető távolságra kerülnek. Tény, hogy a csúcstechnológiai védel-

mi rendszerek sok pénzbe kerülnek, s ez a drágább autózás, ill. autóvédelem vonatkozásában jól nyomon követhető. Ma még a nálunk sokkal gazdagabb országokban is csak kevesek engedhetik meg maguknak azt a kényelmet és biztonságot, amit ezek a valóban „High-Tech” autóvédelmi termékek, ill. rendszerek nyújtani képesek.

Ezek után kérdés, hogy kiknek és miért írták ki a BM versenypályázatot.

Kik tudják a védelmi rendszerszolgáltatásokat megfizetni?

Mik is a tények? Jelenleg kb. 3,2 millió gépkocsi van hazánkban nyilvántartva. Ebből mintegy 300000-re tehető a lopáskár biztosítással is rendelkezők száma. Mint látható a lopáskárra is biztosított járművek még a 10%-ot sem érik el. Megjegyzendő, hogy 1989-ben a 2,3 milliós gépkocsi állományból 1,8 millió gépkocsitulaj-

1. táblázat. Az autóvédelmi rendszerek áfa nélküli tarifái (E Ft)

Cég	Elérési díj (E Ft)	Beszerelés (E Ft)	Havi szolgáltatási díj (E Ft)
SkyGuard műholdas rendszer (Auto Securit Kft.)	385	0	15
Celtrak műholdas rendszer (Mobil GPS Hungary)	265	0	10 + telefonköltség a riasztások, üzenetek száma szerint
Banktech Security műholdas rendszer	349	0	5 ... 15 (a szolgáltatási igény szerint)
GMS-2000 mobiltelefonos + kérésre GPS-es	100 ... 180	30	0 (+3 az Antenna Hungária GPS-sel)
Alsys-2000 kiépített földi hálózatú, RH-s autókövető rendszer	100	10	3,5 ... 7 (a gépkocsi értékétől függően)
Navky Nova Secret Controll	245	0	10 (éves díjfizetésnél 20% kedvezmény a cascoból, azaz 8,8 E Ft)
Cameleon univerzál-2001 rádió jeladós felderítő- és elfogórendszer	35,8 (bruttó)	5 ... 10 (bruttó), típustól függően	6,3 ... 11,6 (évente, bruttó)
Falcon gépjárműazonosító rendszer (Comproject kft.)	10 ... 25	Rádiójeladó esetén jeladónként további 25 ... 35	2

Az árak áfa nélkül értendők (1999. szeptember havi árak!). A belépési költség magában foglalja a technikai berendezések és kiegészítők árát.



donosnak volt lopás elleni cascója (78%).

Kérdésként merül fel, hány ügyfele, ill. rendszertagja van a csúcstechnológiai védelmi rendszereknek, hány autós védi ezen rendszerek valamelyikében autóját? Jelenleg a műholdas járművédelmi szolgáltatást igénybevevők becsült száma mintegy 600 kocsira terjed ki.

Ez a 3 milliós gépkocsiállományhoz viszonyítva is csak 0,02%! A legkedvezőbb, vagyis a legolcsóbb tarifákkal rendelkező jeladós rendszergazdák (pl. Cameleon 2001) optimistán 30000 ügyféllel számolnak. A 3 milliós kocsiállománnyal számolva ez is csak 1%-ot tesz ki. Tény, hogy a gépjárművédelmi rendszerszolgáltatásokban levő potenciális ügyfél-létszám jó néhány évig sem fogja elérni a 60000-es össz-ügyfélszámot.

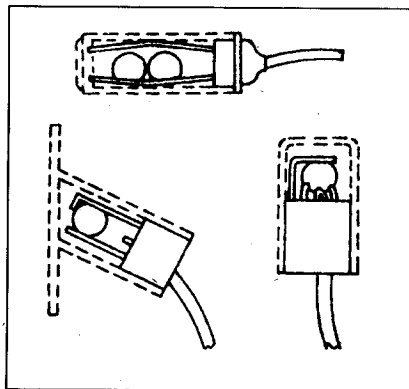
A fentiekből látható, hogy a korszerű autóvédelmi rendszerszolgáltatások csak a tehetősebbek, az újjgazdagok, az érdemtelenül jobban élők, vagyis a „fényes tekintetűek csoportjába” tartozók kiváltsága. Ezek után további kérdés-ként merül fel, hogy a szerényebb anyagi lehetőséggel rendelkező gépkocsitulajdonosok több mint 90%-a hogyan és miből védje gépjárművét? Hatékony védelem ma már amatőr módon készített eszközökkel nem érhető el. Megbízható védelem csak a különböző, lényegében gyári mechanikus és elektronikus védőeszközök és berendezések s a megtalálást és őrzést segítő rendszerek együttes használatával érhető el. Tény, hogy minél több védelmi eszköz és berendezés óvja járművünket, annál valószínűbb, hogy a tolvaj egy másik, könnyebben mozdítható autót szemel ki magának. A befektetés megtérülhet: vegyük figyelembe, hogy „a meg nem történt kár” a haszon!

Kocsinkban feltétlenül használjunk valamilyen mechanikus védőeszközt, szereltesünk be indításgátlót és riasztóberendezést!

A legkorszerűbb komplex elektronikus védő- és riasztóberendezések működése négy alapfeladatra bontható:

**1. Illetéktelen használat, ill. lopás elleni védelem** (indításgátlós, vagyis immobiliseres aktív védelem):

- a gyújtás kikapcsolása,
- a gyújtótranszformátor letestelése,
- a nagyfeszültségű áramkör megszakítása,
- az indítómotor áramtalanítása,



1. ábra

- az üzemanyagellátás megszüntetése.

**2. Jelző-riasztó feladatok:**

- kürt vagy sziréna megszólaltatása,
- fényszóró villogtatása,
- elakadásjelző bekapcsolása,
- az akkumulátortól független sziréna aktivizálása,
- a tulajdonosnál lévő hordozható jelzőberendezés megszólaltatása.

**3. Önvédelem, szabotázs elleni védelem:**

- a rejtett pótkürt helye és vezetékezése eltér a szériára jellemző megoldásoktól,
- az akkumulátorkábelek megszakításakor is üzemképes riasztó,
- az elektronika megrongálása riasztást vált ki,

**4. Kiegészítő feladatok ellátását szolgáló berendezések:**

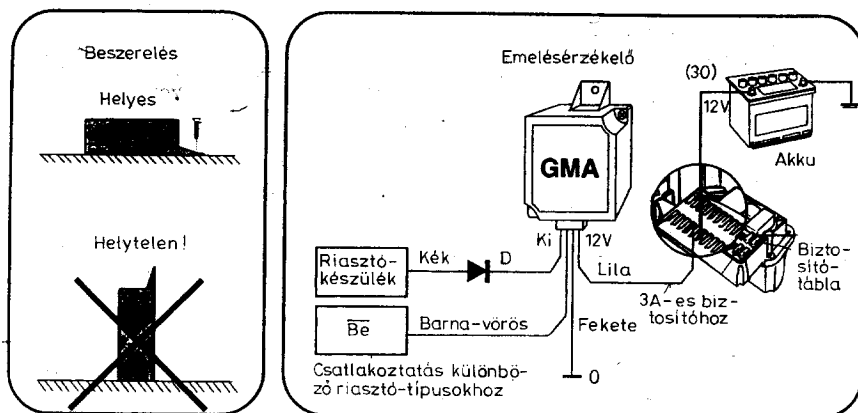
- a feltörési kísérletet regisztráló egység,
- infra- vagy rádióhullámokkal működő elektronikus egység,
- kódjeleket sugárzó rádióadó a lopott kocsi kereséséhez.

A riasztóberendezést különböző kiegészítő, perifériák érzékelőkkel egészíthetjük ki. Ilyen lehet pl. a könnyen felszerelhető, a csomagtartó- és a motorháztető felnyitását jelző golyós nyitáserzékelő (1. ábra), az ütközésérzékelő, s emelésérzékelő.

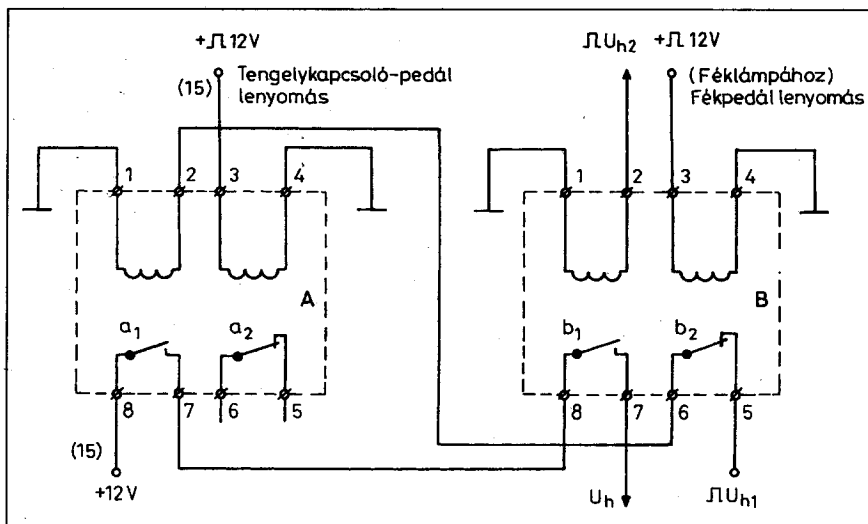
A Serpi Star GMA típusjelű emelésérzékelőt (F1.) használva, a kocsival bármilyen helyzetben (emelkedőn, féloldalasan a járdán) megállva, az már 0,7°-nál nagyobb lassú megemelés esetén riasztójelet ad ki. Működése igen bonyolult, amatőr eszközökkel nem készíthető el, az durva hasonlattal a számítógép egerének működéséhez hasonlítható. A jármű megállásakor a készülék a kocsi alaphelyzetét memorizálja. Bekötése a gépjármű elektromos hálózatába a 2. ábrán látható.

Figyelembe veendő, hogy az egyedi motorindításgátlók a leghatásosabb kiegészítő védelmet nyújtják a szállító-kocsi nélküli tolvajok és rablók ellen. Egyedi technikai megoldásokat az RT ÉK '99 226. oldalán részletesen ismertettük. Mint azt ott a 233. oldalon levő 17. ábrán bemutattuk, a „kétlépéses” hatástalanításhoz (az indításgátló kikapcsolásához) egyszerű jelfogós áramkört használtunk. Az áramkört továbbfejlesztve, a 3. ábrán láthatóan a „kétlépéses” hatástalanítást bistabil relékkel oldottuk meg. A hatástalanító jel az A és B relé meghúzott állapotában az a<sub>1</sub> és b<sub>1</sub> érintkezőn keresztül jut az indításgátlók U<sub>h</sub> bemenetére. Először az U<sub>h1</sub>, majd az U<sub>h2</sub> jelet kell a választott gyári kezelőszervek rövid idejű működtetésével a kapcsolás bemenetére adni.

Az U<sub>h2</sub>, majd U<sub>h1</sub> sorrend hatástalan, mert a b<sub>2</sub> nyugvóérintkező bontásával az A jelfogót nem tudjuk meghúztatni, így az a<sub>1</sub> érintkező nyitott marad. A jelfogók 3-as tekercsvégződése az ún. „hamis bemenetek”, melyeket a pe-



2. ábra



3. ábra

dálokról, a tengelykapcsoló-, ill. fékpedál lenyomásakor nyert pozitív impulzusokkal billentünk a másik stabil állapotba.

A kapcsolásban NAIS ST1-L2-DC12V, 8A380V típusjelű, 600 Ω-os tekercsellenállású (egyenként!), 12 V billentőfeszültségű, 8 A-t kapcsolni tudó két bistabil relét használtunk.

Ha a kocsinkban nem elektromos AC-pumpa van, akkor elektromos mágnesszelepet kell a benzinvezetékbe beiktatni. Az egyik típusváltozat lényegében egy olyan benzincsap, amelynél az elzárás, illetve a nyitás távvezérelt elektromágnessel történik. Az olyan autókban, ahol benzin visszafolyó vezeték is van, ott a felesleges, fel nem használt benzin a tankba visszafolyik. Itt az üzemanyag szelepet közvetlenül a karburátor és a buborékkamra között levő csővezetékbe kell beiktatni. Ezt azért kell így tenni, mert különben az elzárt üzemanyag szelepet esetén a hagyományos AC-pumpa kínlódik, mivel nincs hová nyomnia az üzemanyagot, s annak membránja nagy nyomás alá kerülve kiszakadhat. Ha viszont az AC-pumpa előtt levő csővezetékbe iktatjuk azt, akkor ugyancsak kínlódik az AC-pumpa, mert nem tud az elzárt elektromágneses szelepet esetén üzemanyagot szívni. Ennek elkerülésére dolgozták ki az AC-pumpa előtt levő csővezetékbe beköthető, három csatlakozó csővégű (4. ábra) elektromos mágnesszelepet.

Ez úgy működik, hogy a tápfeszültségének megszűnésekor a harmadik csővég nyit, s így az AC-pumpa levegőt szív be, s az üzemanyag áramlása megszűnik. Felhívjuk a figyelmet arra,

hogy az üzemanyag-csővezetékbe történő elektromágneses mágnesszelep szerelés tűz és üzembiztonsági okokból, igen körültekintő, gondos munkát követel meg. A benzinvezetékbe fém bilincsekkel (ABA bilincsekkel) kell csatlakoztatni. Igen fontos feladat a tökéletes rögzítésnek és a csővezeték megfelelő állapotának az ellenőrzése. Meghibásodású gépkocsitűz okozója lehet. A biztonságos üzemelés céljából a csővezetékbe benzinszűrő beiktatása is indokolt.

### Megtalálást és őrzést segítő nyomkövető és azonosító rendszerek

A szóbanforgó rendszereket részletesen bemutattuk az RT ÉK '99 254. oldalán. Itt most a legújabban kifejlesztett rendszereket mutatjuk be.

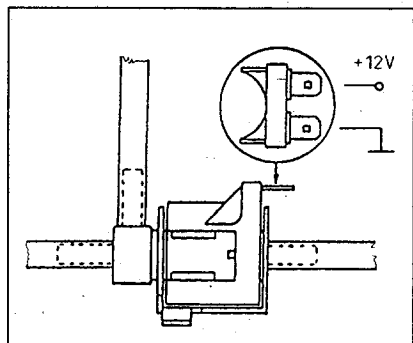
### A GMS 2000 lopás- és rablás gátlós autótvédelmi rendszer

A következőkben bemutatásra kerülő, a világon egyedülállóan új és komfortszolgáltatású lopás- és rablás gátlós elektronikus autótvédelmi rendszer, melyet az AUTO-VIZUÁL Kft. fejlesztett ki (F2), még akkor is megakadályozza a gépjármű eltulajdonítását, ha annak gyújtáskulcsa, illetve kódolt távirányítója illetéktelen kezekbe került. Ugyanis egyre jobban terjedőben van a nagy értékű gépjárművek esetében az ún. beugrásos módszer, amikor a kerti kapu, ill. a garázsajtó nyitása, vagy pl. a csomagtartóból való pakolás közben lovasítja meg (többnyi-

re gyújtás- és kódkulccsal fityegő, nem egy esetben járó motorú) kocsit a tolvaj. Az erőszakos rablások száma is növekvőben van. Sok esetben az egyedül utazó gépkocsivezető „felingerléseivel” lopnak márkásabb kocsikat. Pl. piros lámpánál szándékosan belemennek hátulról a kocsiba, a várakozó kocsit gyerekek lepisíltetik, a dukkót kővel kezdik megkarcolni stb. A járműből e módon kicsalogatott, hirtelen kipattanó vezető az esetek zömében a slussz kulcsot a kódkulccsal (távvezérlővel) együtt a kocsiban hagyja és az ajtót sem zárja be. A lesben álló tettestársnak csak be kell ugornia a kocsiba és máris száguldhathat vele, mire az autó vezetője feleszmél, kocsijának már csak a hűlt helyét találja.

A GMS 2000 (Global Mobilphone Security) „felhasználóbarát” autótvédelmi rendszer a gépkocsit ért támadás esetén hang- és fényjelzést ad és megakadályozza a gépkocsi önerőből való elvitelét. Ezen túlmenően a helyi riasztáson kívül távriasztást is küld a tulajdonos(ai) telefonjára és/vagy ha ő nem elérhető, akkor a távfelügyeletnek. Interaktivitása a berendezésnek tehát abban rejlik, hogy támadáskor az aktív védelmi funkciókban történt változásokról telefonértesítésekkel küld a rendszer felhasználójának, vagy megbízottjának a mobiltelefonjára. Ő a mobiltelefonjával vagy más TONE üzemű telefon felhasználásával beavatkozhat a gépjárművet ért támadás megakadályozásának érdekében.

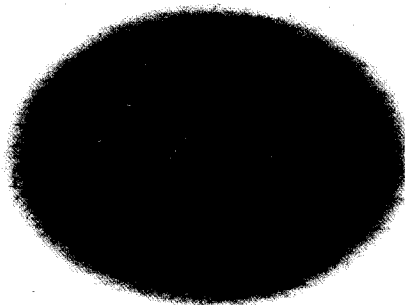
Egy komplett elektronikus rendszer a Safety-Phone (GMS 2000) autótvédelmi berendezésből (5. ábra), mobiltelefonból és különböző, az indításgátlós riasztóegységhez tartozó egyéb kiegészítő érzékelőkből (pl. emelésérzékelő, ultrahangos belsőtervédő mozgásérzékelő stb.) tevődik össze. Az 5. ábrán láthatóan a berendezés egy kompjuteres indításgátlós riasztóegy-



4. ábra

# Megoldás Minden Szinten

*Alkatrészek*



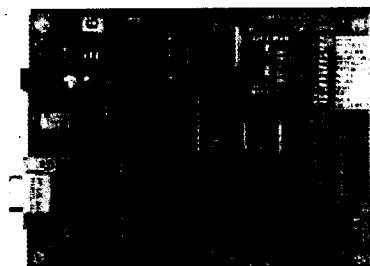
*PIC mikrokontrollerek  
Memóriák  
FPGA és CPLD áramkörök  
Hangrögzítő áramkörök  
Basic Stamp I és II  
Analog áramkörök  
Teljesítményfelvevők*

*Programozók*



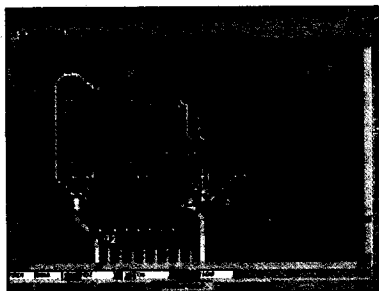
*EPROM, EEPROM  
PAL, GAL  
FPGA, PALCE  
Mikrokontrollerek  
Flash memóriák, stb.*

*Fejlesztőeszközök*



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

*Tervezőprogramok*



*Áramkörszimuláció  
Nyomatottáramkör tervezés  
Jeltisztaság analízis  
EMC szimuláció  
Induktivitás tervezés*

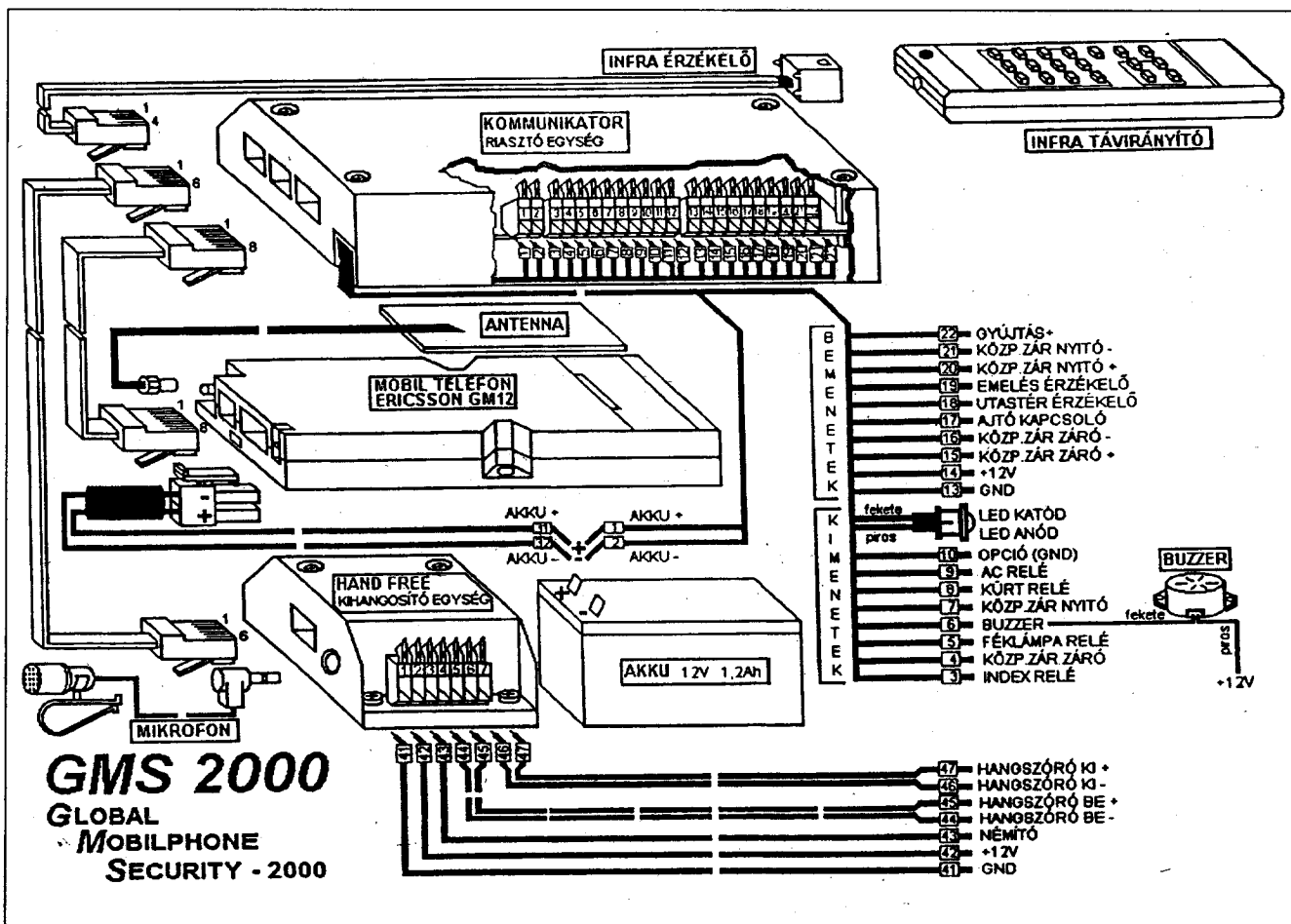
***www.chipcad.hu***

1046 Budapest, Kiss Ernő u. 3.

E-mail: [info@chipcad.hu](mailto:info@chipcad.hu)

Tel: 399-4290 Fax: 399-4299





5. ábra

ségből (KOMMUNIKÁTOR), egy beépített mobiltelefonból (ERICSSON GM 12) és egy nagyteljesítményű kihangosító egységből épül fel.

A MOBISEC és MOBIFON nevű részegységek elvi vázlatát a 6. és a 7. ábrán láthatjuk. A rendszer műholdkövető (GPS) modul csatlakoztatási lehetőséggel is bír.

A berendezést a legkorszerűbb elektronikai megoldásokat tartalmazó mikrochipek, speciálisan a járműipari felhasználásra gyártott laptelefon stb. alkotja.

Az alap kialakításban a rendszernek hihetetlen nagy előnye, hogy:

- a tulajdonos bárhol, bármikor önállóan kezébe veheti a gépjárművével kapcsolatos védelmi teendőket, s lehetőséget biztosít az általa legjobbnak tartott beavatkozásra,
- nem szolgáltatásként, hanem önálló saját tulajdononként üzemeltethető a védelmi rendszer. Itt nincs rendszertagsági (ill. klubtagsági) évi, ill. havi díj, csak készülékbeszerzési-, ill. beépítési költség, ellentétben az

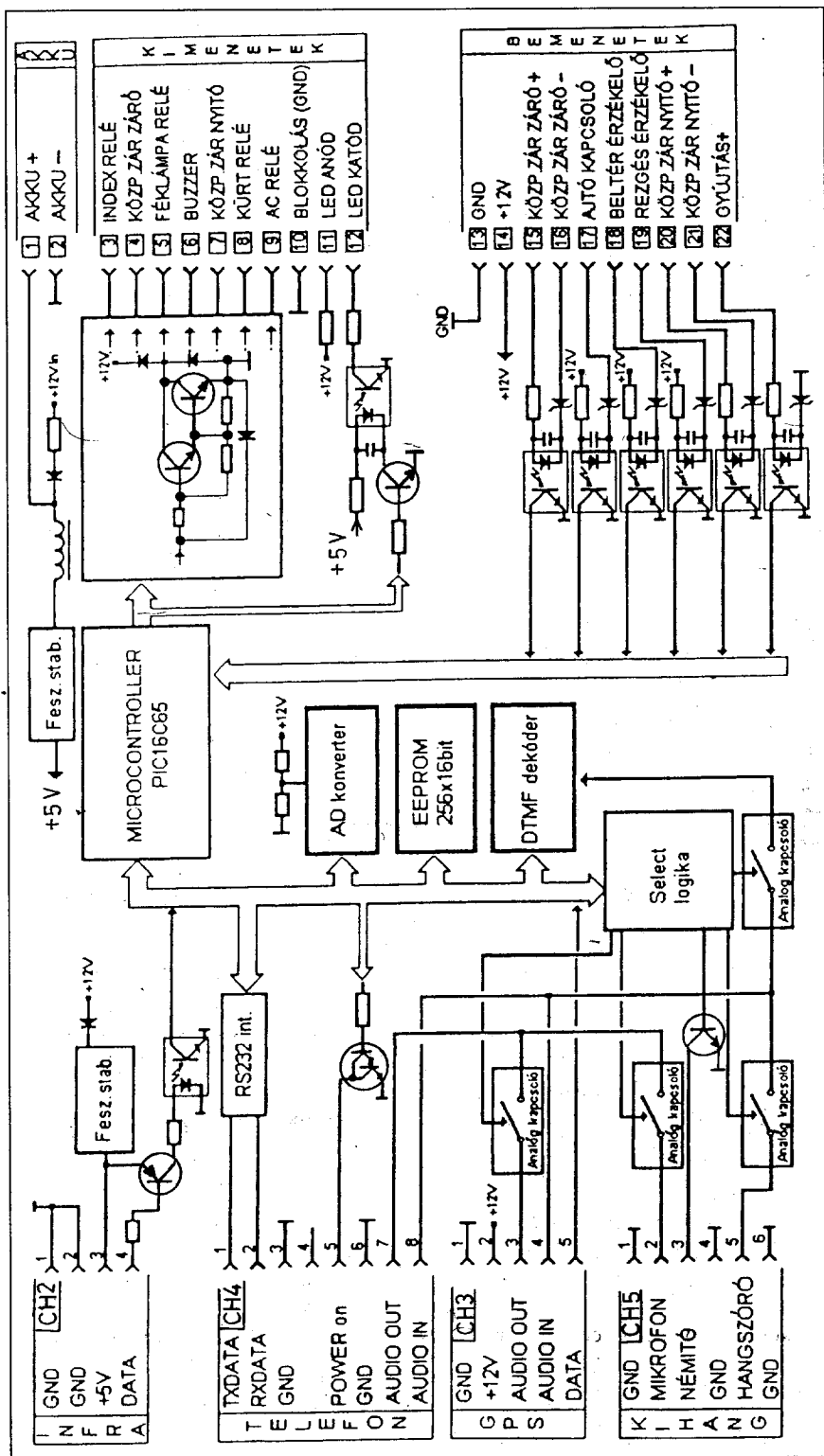
egyéb megtalálást és őrzést segítő nyomkövető és azonosító rendszerekkel szemben (pl. CAMELEON 2001, DELFIN, FALCON rendszer, SkyGuard műholdbázisú járműfelügyelet).

Igen leegyszerűsítve, a GMS 2000 autóvédelmi rendszer lényege az, hogy az indításgátlós csúcsriasztó egység mellett egy azzal összekapcsolt, SIM kártyával ellátott mobiltelefon és egy kihangosító egységet is elrejtenek a gépjárműben. A rendszer eleve két-funkciós, vagyis autóvédelmi berendezés és egyben kommunikációra használható autótelefon. A GMS 2000 gépjárművédelmi alrendszer moduláris felépítésének köszönhetően bővíthető távfelügyeleti rendszerszolgáltatással, műholdas helymeghatározó készülékkel (GPS, RDS, vakkövető szenzor), videokamerákkal és egyéb „felhasználóbarát” szolgáltatással.

A GMS 2000 rendszer szolgáltatásai többek között az alábbiak:

- a jármű ajtajának illetéktelen kinyitásokor, beüléskor, csörlőzésnél (tré-

leres elszállításakor) stb. a rendszer azonnal riaszt (hang- és fényjelzés) és SMS üzenetet küld (mobil) telefonjára, majd a hívás fogadása után telefonhangüzeneteket küld a riasztás konkrét okáról a kívánt telefonokra. Ez nem emberi hangon történik, különböző gyakoriságú, illetve magasságú hangokkal jelzi a veszélyt. Külön hangjelzése van a külső rongálásnak, a feltörésnek és a jármű megmozdításának, ill. megemelésének. Amennyiben a tulajdonos vagy megbízottja nem elérhető, a riasztás a távfelügyelet központjába fut be (opció!). Az aktivált védelem ekkor egyúttal lehetetlenné teszi a motor működését a riasztó és az indításgátló bármilyen módon történő kiiktatása után is. Ugyancsak opcióként, GPS kiegészítéssel a támadás helyét meghatározó koordináta adatokat is küld a berendezés (akár 1 méteres pontossággal) a távfelügyeletnek, - járműrablás esetén az otthagytott gépjárművezető a nála lévő mobiltelefonjáról vagy bármilyen más - akár



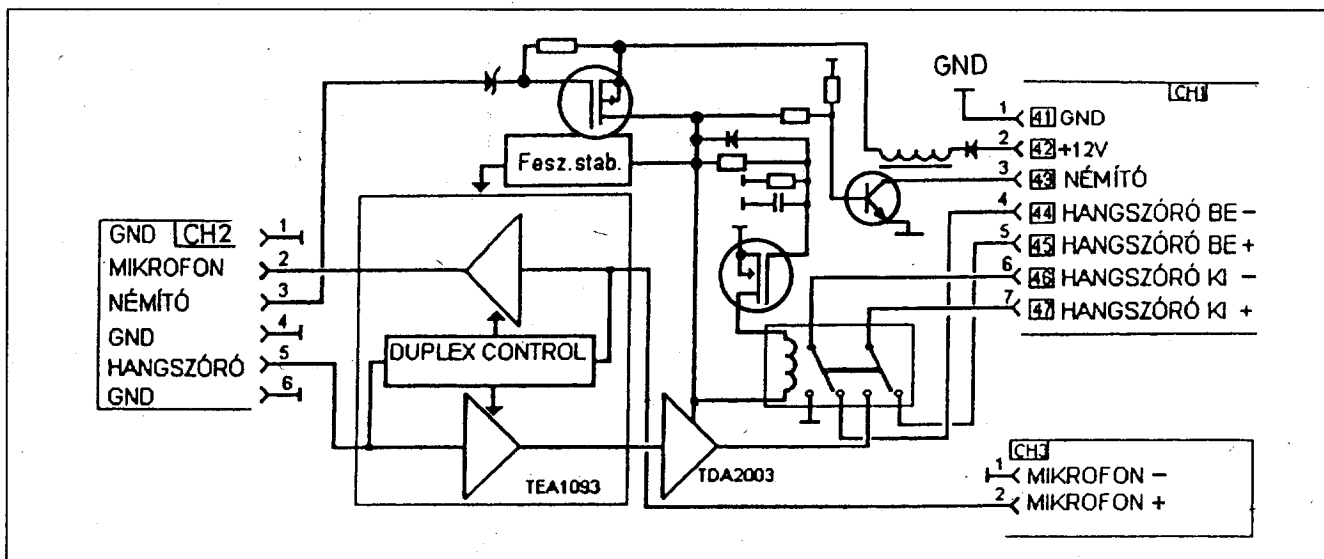
6. ábra

vezetékes – telefonról távirányításal, bármilyen távolságról leállíthatja járműve motorját egy általa küldött olyan paranccsal, mely tartalmazza a PIN kódot. Ezen autó-stop funkció aktivizálásánál a lassítás a féklám-

pák villogásával együtt műszaki hibát színlelő, szakaszosan növekvő idejű motorrángatással kezdődik és kb. 2...3 percig tart, egy esetleges baleset elkerülése érdekében. A jármű megállása után a motor leáll és a

féklámpák helyett az indexlámpák kezdenek villogni speciális ütemben és egy percre megszólal a hangjelző is, és ezt követően a motor indíthatatlanná válik,

- az eltulajdonított vagy lemásolt kulccsal a motor nem indítható be a PIN kód bejuttatása nélkül. A központi zár sem nyitható a rejtetten telepített mobiltelefonnal egybeépített riasztónak köszönhetően. A berendezés csak a saját kódszám (4...10 karakter) segítségével indítható, ill. passzíválható. Ez történhet saját mobiltelefonról, az autóban levő infra távvezérlővel, vagy bármilyen más TONE üzemi vezetékes telefonról a megfelelő kódsorozat ismeretében,
- a jármű tulajdonosa akár kihangsított párbeszéd hangostelefon kapcsolatot is kezdeményezhet (élszóval is megfenyegetheti a behatolót), illetve hang- és fényjelzéseket aktiválhat figyelmeztetésképpen a megtámadott jármű környezetében levőknek („pánik” funkció),
- inaktív állapotban a rendszer kézhasználat nélküli telefonos kihangsítottként használható, automatikus rádióérintéssel és hívásfogadással. Az elrejtett telefonról hívást kezdeményezni az infrás billentyű-tasztúráról lehetséges. A berendezés telefonjában saját hívószámú SIM kártya van, tehát az bármikor felhívható. Beszélő partnerünket a rádió hangszóróján halljuk, míg mi a berendezés mikrofonjába beszélünk,
- a távfelügyelő központ részére parkolóhely címmegadási lehetőség van üzenethagyással és hívószámjelzéssel. Ez azt jelenti, mielőtt a gépkocsitulajdonos elhagyja járművét, a mikrofonjával (vagy később mobiltelefonjával, vezetékes telefonjával) rámondhatja pontos parkolási címadatait az üzenetrögzítőre. Így a diszpécser, vagy megbízott riasztás esetén a riasztást kiváltó ok, ill. okok és az üzenet lehallgatásával a helyszín ismeretében azonnal intézkedhet, küldheti pl. a rendőrséget a meghatározott címre. Ez a funkció praktikus akkor működik, ha a tulajdonos telefonon nem érhető el. Erre az intézkedési módra egyébként az esetben van szükség, ha a jármű tulajdonosa egyedül képtelen (vagy nem vállalkozik) megvédeni járművét a bűnözőkkel szemben,
- az emelésérzékelővel kiegészített védelmi rendszer jelzi a tréleres lopá-



7. ábra

si kísérletet és a hatósági elszállítás is szabálytalan parkolás esetén.

A védelmi rendszer gyakorlatilag az egész világon használható, ahol 900 MHz-es, 1800 MHz-es vagy szatellit-rendszer működik – IRIDIUM, MAGELLÁN).

A berendezés MABISZ, KERMI és C. E. tanúsítvánnyal rendelkezik, ISO 8002 tanúsítványú gyártó, tesztelő rendszerrel készült, egyszerű szerelhetőségű, szabotázsvédett termék.

Mint belátható itt a mobiltelefonja egy új értéknövelt szolgáltatásáról van szó. A GMS 2000 rendszerhez kapcsolt érzékelők nemcsak gépjárművek, hanem ingatlanok (lakások, családiházak, üzletek stb.) őrzésére is kiválóan alkalmasak.

E védelmi rendszert Magyarországon eddig közel 200 járműbe építették be, tulajdonosaik teljes megelégedésére.

#### Alsys-2000 rádióelektronikai védelmi rendszer

Az Alsys-2000 egy komplex interaktív rádióelektronikai rendszer, mely alkalmas állandó helyű és mozgó objektumok (pl. gépjárművek) távfelügyeletére. Ennél a rádiós átjátszó rendszernél a jelzés beérkezésekor a kiscsörgött egyedi kódszóból a központi egység adatbázisa azonnal megadja a védett, pl. gépjármű helyét címét stb.

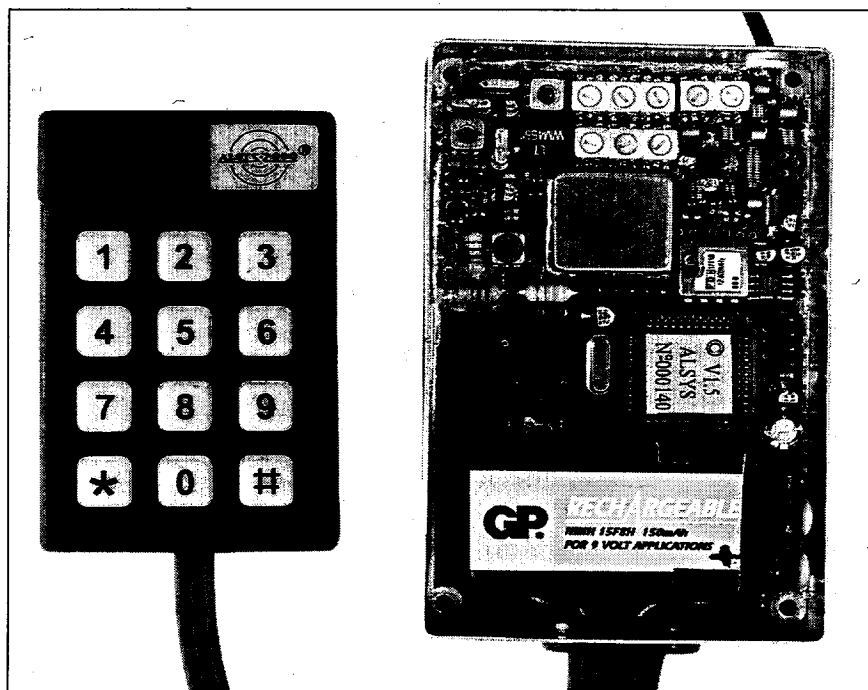
Az Alsys-2000 rendszergazda:

- olyan, a gépkocsiba rejtetten beépíthető jeladót (8. ábra) ajánl, amely érzékeli a lopási kísérletre utaló jele-

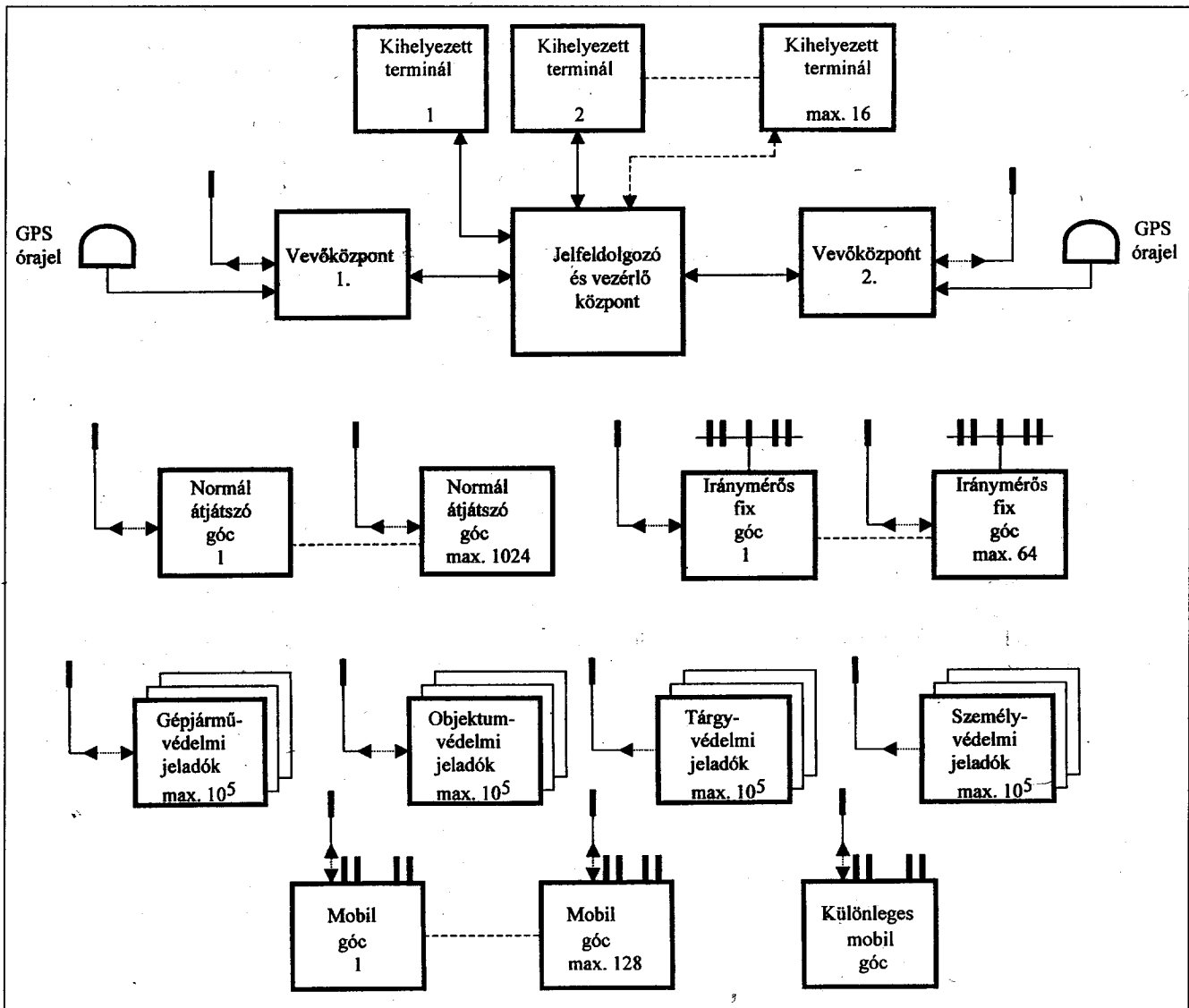
ket (pl. indítási kísérlet, elmozdítás, emelés, vontatás stb.) és automatikusan riasztójeleket sugároz. A jeladót a gépkocsiba rejtett módon, az azonosító egységet a gépkocsi tulajdonos által kiválasztott helyre építik be. Lopási kísérlet esetén a jeladó automatikusan riasztott állapotba kerül, bekapcsolja saját önálló indításgátló egységeit és kódolt rádiójeleket sugároz. Ezeket a rádiójeleket az Alsys-2000 rendszer veszi, s kiérté-

keli és irányító központjának monitorán megjeleníti a gépjármű azonosító adatait (típus, rendszám, szín, alváz- és motorszámok, a tulajdonos neve, címe, telefonszáma stb.), valamint digitális térképén megadja a lopási kísérlet megközelítően pontos helyét, s a gépkocsi elmozdítása esetén pedig a haladás megközelítően pontos útvonalát,

- lopási kísérlet észlelése esetén az Alsys-2000 rendszer irányító köz-



8. ábra



9. ábra

pontja haladéktalanul értesíti az illetékes rendőri szerveket a szükséges adatok rendelkezésre bocsátásával, azonnal a helyszínré irányítja saját (közvetlen helyzetmeghatározásra és követésre alkalmas műszerekkel felszerelt) gépkocsis biztonsági szolgálatát azzal a céllal, hogy a gépkocsilopást (az 1998 évi IV. törvény biztosította kereteken és lehetőségeken belül) megakadályozzák.

A gépkocsis biztonsági szolgálat, vagyis a mobil góc, olyan mobil rádió-iránymérő berendezés, amelyet az irányító központ a riasztó jelzést sugárzó gépjármű közelébe irányít. Mivel az irányító központ digitális térképén nemcsak az elfogandó célt, hanem az elfogó mobil góc (a gépkocsis biztonsági szolgálat) helyzetét és útvonalát is

megjelenítik, a központi operátor a teljes folyamatot képes ellenőrizni. Szerepe a szoros megközelítés során már csak annyi, hogy a mobil góc által önállóan észlelt távolsági- és irányadatokat a térképen látottak alapján megerősítse, illetve helyesbítse.

Az elfogó jármű képes az üldözött jármű féklámpáinak felvillantására, szükség esetén akár a jármű motorjának megállítására is.

Végezetül a fentiek alapján kialakított komplex rendszer (objektum-, tárgy-, személy- és gépjárművédelem) működési vázlatát a 9. ábra mutatja.

A védelmi rendszert az Alsys-2000 Vagyonvédelmi, Tervező és Szolgáltató Kft. üzemelteti jelenleg a főváros közigazgatási területén belül, a közeljövőben az országhatároakra, majd a na-

gyobb vidéki városokra is kiterjedő lefedettséggel (lásd még 1. táblázat).

#### Forrásirodalmak:

- F1 Műholdas járművédelem, védelelektro-  
nikák és kiegészítők: Auto Securit Kft.,  
1118 Bp., Villányi út 97. Tel.: 209-4685
- F2 Mobiltelefonos biztonsági rendszerek:  
Auto-Vizuál Kft. 1142 Bp., Dorozsmai út  
166., T.: 251-0730, 06-20-934-9128
- F3 Cameleon-2001 gépjárművédelem:  
Karc-Invest Klub. 1085 Bp., József krt.  
31/b, T.: 318-1860, 317-5163
- F4 Alsys-2000 Vagyonvédelmi, Tervező és  
szolgáltató Kft., 1131 Bp., Dolmány u.  
37., T.: 239-1253, 239-1609



# IC-s stabilizált tápegységkapcsolások

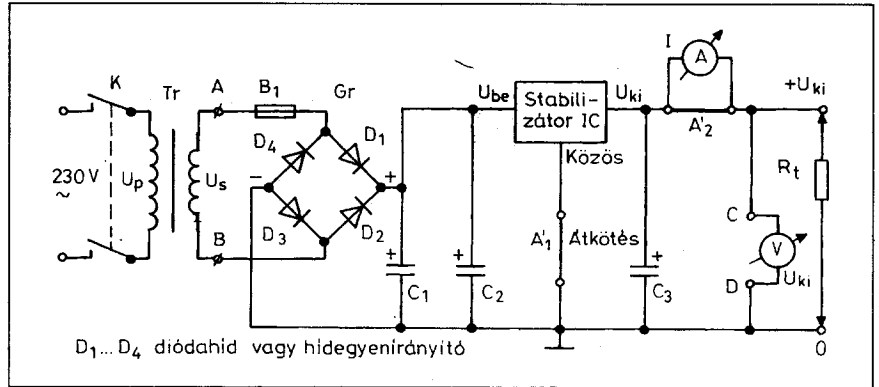
Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

Elsősorban a gyors megvalósítást kedvelőknek ajánlhatók utánépítésre a következőkben ismertetésre kerülő, „univerzális” nyák-lapra beültethető tápegységkapcsolások. Az egyes alkatrészek megfelelő megválasztásával különböző kimenőfeszültségű és terhelhetőségű stabilizált tápegységek építésére nyílik lehetőség, melyek hibátlan áramköri megépítés esetén különösebb beszabályozás nélkül is működőképesek.

## Fix kimeneti feszültségű stabilizált hálózati tápegységek

Az 1. ábra egy meghatározott kimeneti feszültségű tápegység teljesen elvi kapcsolási rajzát mutatja. (Az  $A_1$  és  $A_2$  átkötés szerepét lásd később!) A rajzon minden szükséges alkatrész megtalálható. A  $C_2$  kondenzátor itt előkónak van rajzolva, egyes rajzokon viszont hagyományos tömbkondenzátor szerepel. Igen fontos, hogy mindig a gyártó által megadott kapcsolási rajzhoz és alkatrészjegyzékhez tartsuk magunkat a stabilizátor-kapcsolás megépítése során.

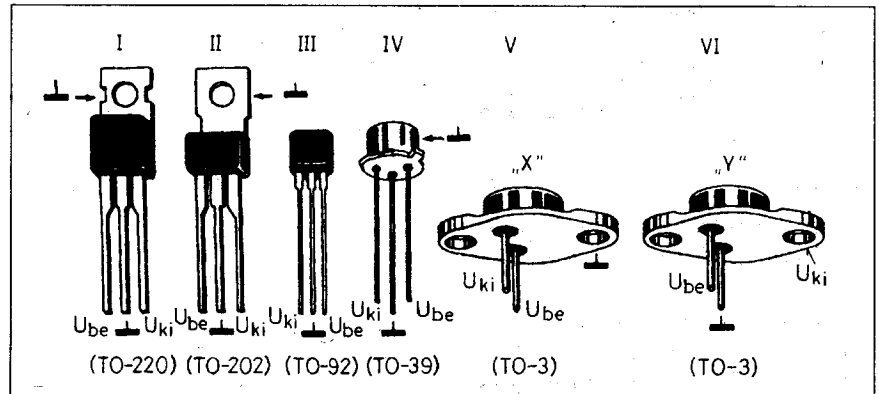
Egy stabilizált tápegység építése előtt nyilván már tudjuk, hogy azt mire, ill. mihez használjuk. Ebbe az is beletartozik, hogy a táplált áramkör, ill. áramkörök maximális áramfelvételét és a feszültség-stabilitásigényt már ismerjük. A felhasználásra kerülő stabilizátor IC típusát ennek az áramfelvé-



1. ábra. Meghatározott kimeneti feszültségű stabilizált tápegység elvi kapcsolási rajza

telnek a figyelembe vételével kell kiválasztani. Az 1. táblázatban néhány stabilizátor IC típus főbb adatait adtuk meg.

A 2. ábrán ezen IC-k tokbekötését láthatjuk. Gyakorlatilag a tápegység maximális terhelése az 1. táblázat „Maximális terhelőáram” oszlopában

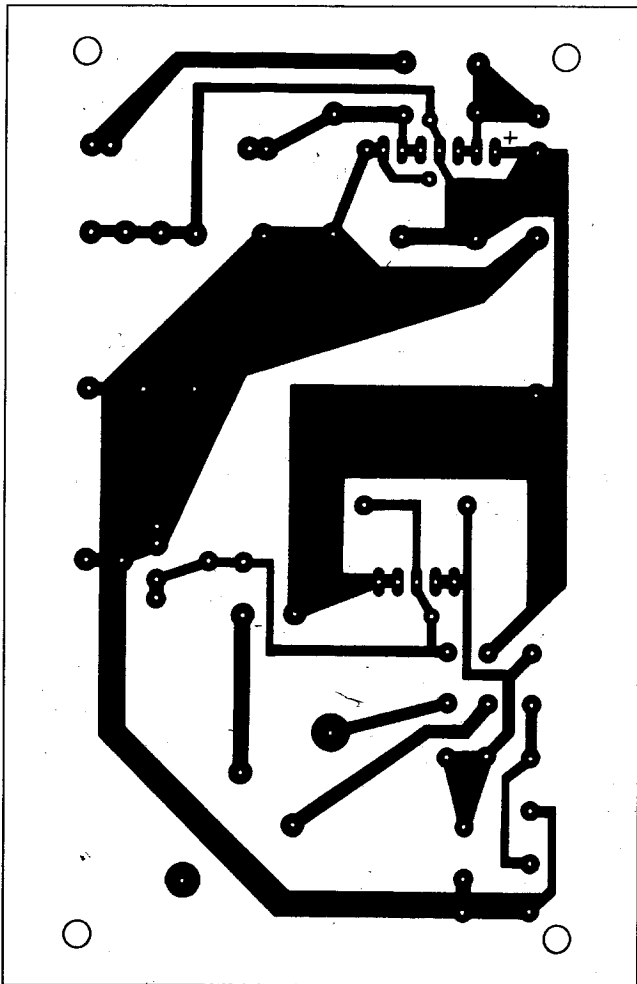


2. ábra. Az 1. táblázatban megadott stabilizátor IC-k tokbekötése

1. táblázat. Néhány integrált feszültség szabályozó típus főbb jellemzői

Típus	Kimeneti feszültség [V]								Maximális bemeneti feszültség [V]		Maximális terhelőáram [A]	Nyugalmi áram [mA]	Tok bekötés
	5	6	8	10	12	15	18	24	$U_{ki} = 5 \dots 18V$	24 V-nál			
78...	x	x	x	x	x	x	x	x	35	40	1	4,2	I
78M...	x	x	x	x	x	x	x	x	35	40	0,5	3,0	II
78L...	x	x	x	x	x	x	x	x	35	40	0,1	3,0	III, IV
LM309K	x								35		1,0	5,2	V
LM323	x								20		3,0	12,0	V
LM340K	x	x	x	x	x	x	x	x	35	40	1,5	4,2	V
LM317K	1,2 ... 37 V között beállítható									40	1,5	0,05	VI





3. ábra. A különféle tápegységek megépítéséhez alkalmas univerzális nyomtatott áramköri panel (M 1:1)

található áramértéket a legkedvezőtlenebb esetben sem haladhatja meg. A 2. ábrán láthatóan az IC-k valamelyikét szemből tartva az  $U_{be}$ -vel jelzett láb a bemenet, az  $U_{ki}$ -vel jelzett a szabályozott kimenet, s a harmadik a közös pólus, vagyis a test.

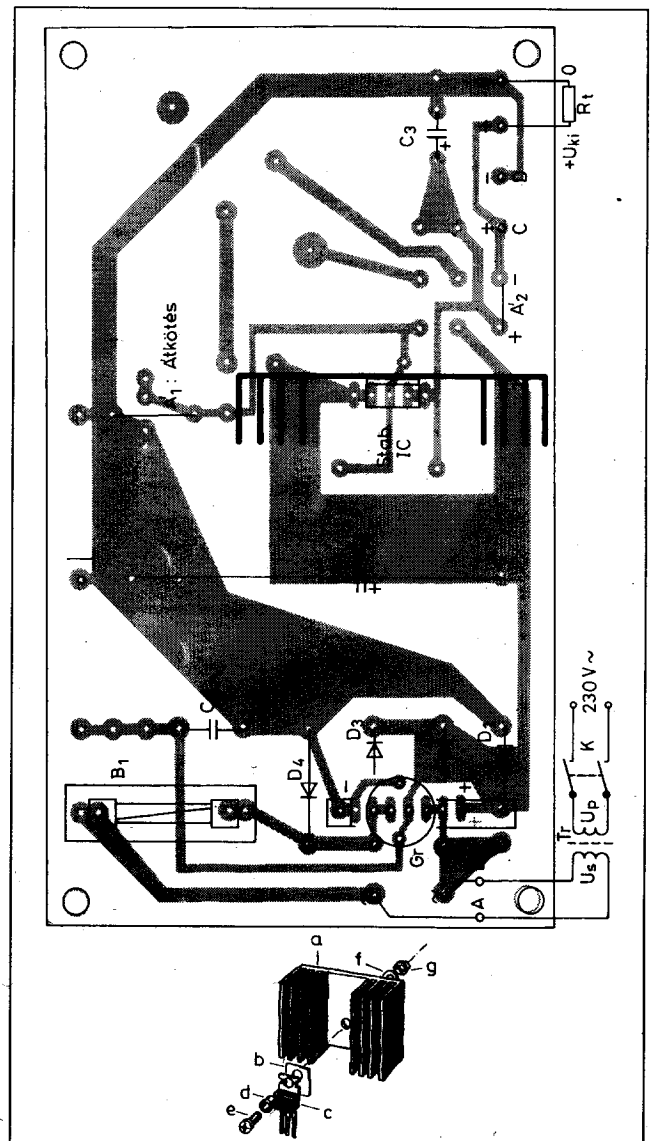
A tápegységek kivitelezéséhez egy univerzális paneltervet készítettünk (3. ábra), melyre gyakorlatilag minden háromkivezetésű feszültség szabályozó IC beültethető. Az ezek hűtésére szolgáló hűtőbordák a TO-202, TO-220 és TO-3 stb. tokozásokhoz különféle méretben készülnek. Vegyük figyelembe, hogy a hűtőhatás akkor a legkedvezőbb, ha a bordák függőlegesen állnak, mert így a felmelegedett levegő a bordaközökben könnyebben és gyorsabban cserélődhet!

Az univerzális nyáklapon ezen felül különféle teljesítményű Graetz-híd-egyenirányító is elhelyezhető, sőt az egyenirányító egység négy külön dió-

dából is összeállítható rajta. A nyákerterven a biztosító aljzat beforrasztására négy furat áll rendelkezésre, hogy többféle aljzat is beültethető legyen-, a csatlakozó lábainak az elgörbítése nélkül.

A 4. ábrán TO-202, illetve TO-220 tokozású integrált feszültség szabályozó beültetési rajza látható. A lábsorrend a TO-92 és a TO-39 tokozású integrált feszültség szabályozók esetében is azonos.

Az 5. ábra TO-3 tokozású X típusú, a 6. ábra pedig Y típusú integrált feszültség szabályozó (lásd 2. ábra.) beül-

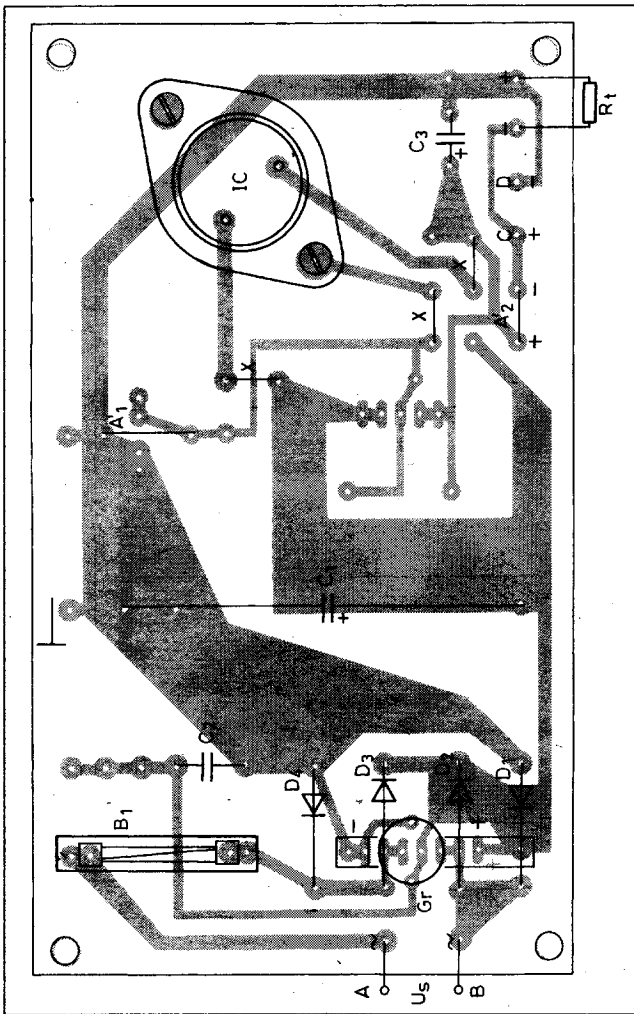


4. ábra. Beültetési rajz a TO-202 vagy a TO-220 tokozású integrált feszültség szabályozóhoz, és a TO-220 tokozású IC hűtőbordára szerelésének „robbantott” vázlatrajza (a hűtőbordára, b csillámlap, c hűtőszásló, d szigetelő hüvely, e csavar, f rugós-, körmös, vagy fogazott alátét, g hatlapú anya)

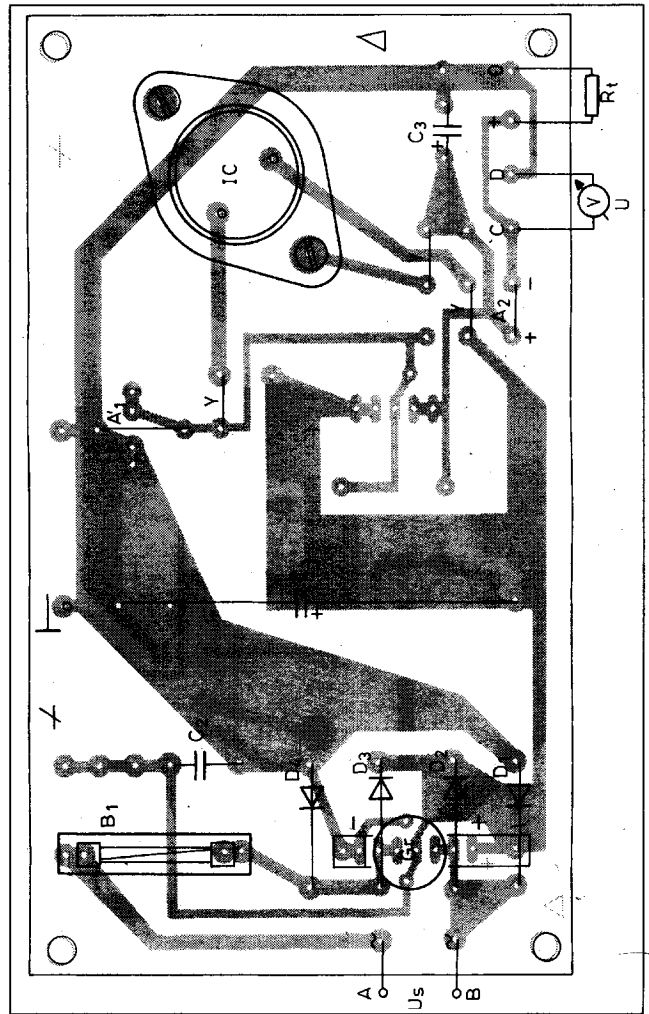
tetésére vonatkozik („X”, ill. „Y” jelű átkötések!).

### Kimeneti feszültségválaszték-növelés

A 7. ábra kapcsolása az integrált feszültség szabályozó közös, vagyis testpontját a tényleges panel-testpotenciálhoz képest a Z-dióda feszültségével megemeli. Így az  $U_Z$  zenerfeszültség hozzáadódik az  $U_2$  szabályozott feszültséghez.  $U_{ki} = U_Z + U_2$ . Ha tehát egy 5 V-os feszültség szabályozó IC-t egy 3,9 V feszültségű Z-dióda meg-



5. ábra. Beültetési rajz az „X” típusú integrált feszültség szabályozós kapcsoláshoz („X” jelű átkötések)



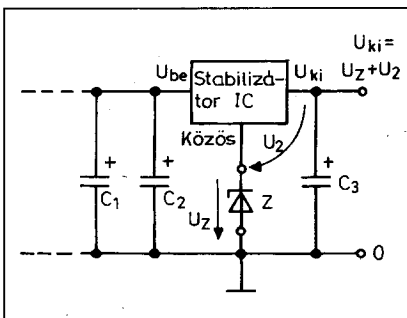
6. ábra. Beültetési rajz az „Y” típusú stabilizátor IC-s kapcsoláshoz („Y” jelű átkötések)

emelt potenciáljára csatlakoztatunk, akkor 8,9 V-os (gyakorlatilag 9 V-os) kimeneti feszültség adódik.

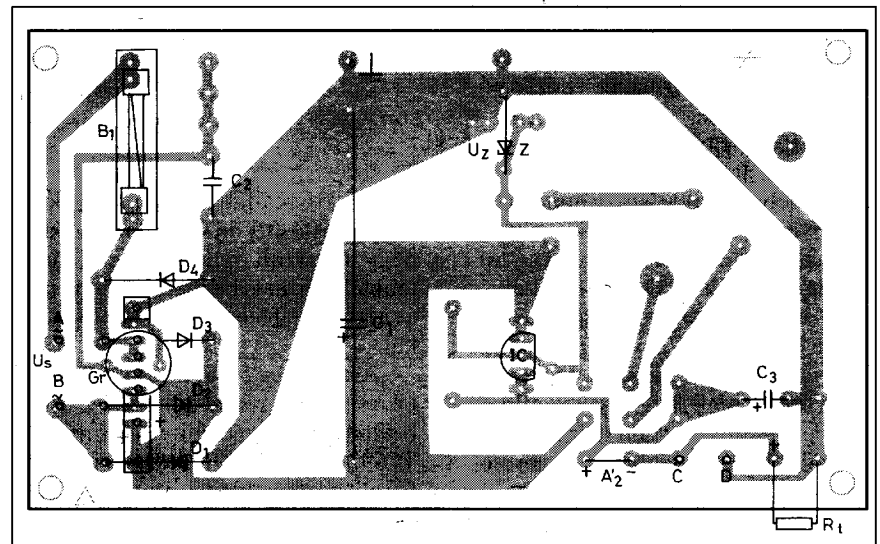
Fontos még tudni, hogy a többi alkatrészt úgy kell megválasztani, mintha a megfelelő feszültség szabályozó

kerülne a kapcsolásba (9 V-os!). A 3,9 V-os Z-dióda a 0,2 W disszipációs

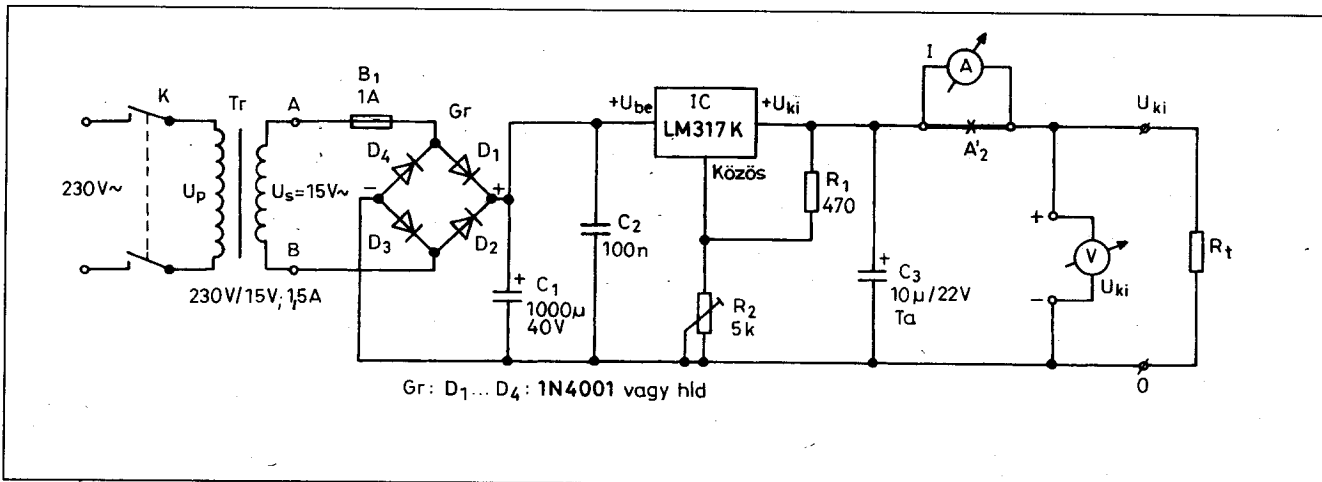
teljesítmény fölöttiek közül bármilyen gyártmányú lehet.



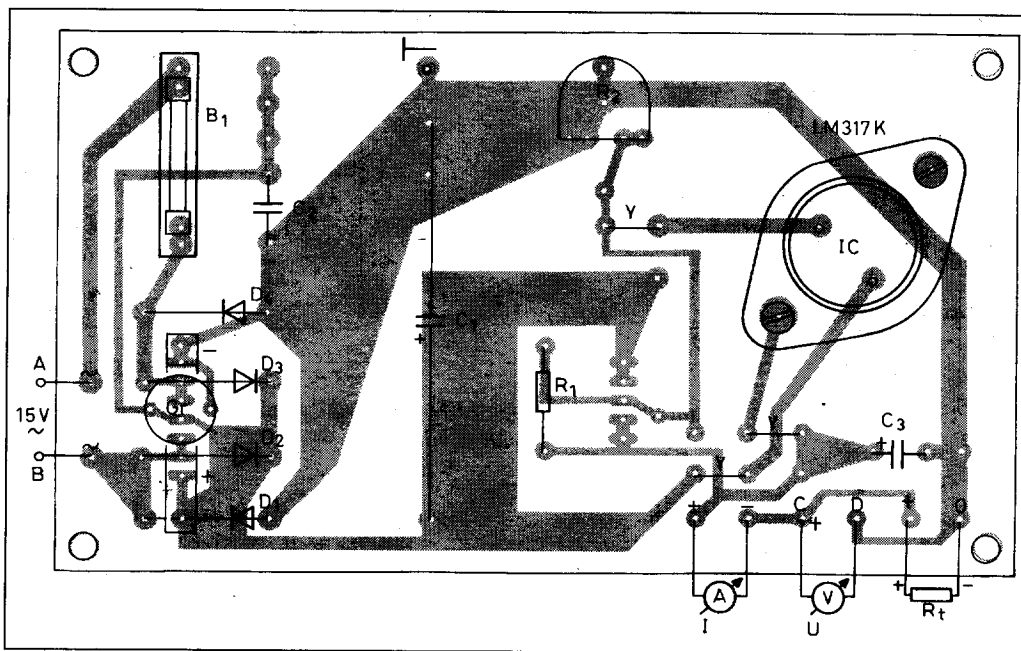
7. ábra. Kimeneti feszültségválaszték-növelés az integrált feszültség szabályozó testpotenciáljának megemelésével



8. ábra. Beültetési rajz TO-92 és TO-39 tokozású, megemelt feszültségű integrált feszültség szabályozóhoz



9. ábra. LM 317K integrált feszültség szabályozóval felépített, 230V/1,25...15 V kimeneti feszültségű, max. 1 A terhelhetőségű stabilizált tápegység



10. ábra. Alkatrészbeültetési rajz a 9. ábrán látható stabilizált tápegység-kapcsoláshoz

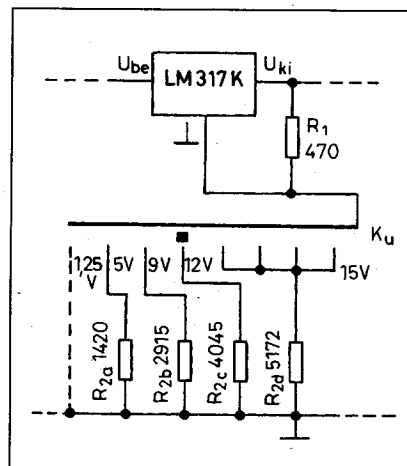
Mint látható, ezzel a fogással a kimeneti feszültségek választéka egy csapásra megnőtt. Z-dióda helyett hagyományos dióda is használható. Minden szilícium dióda nyitófeszültsége kb. 0,7 V. Hat darabot sorosan kötve tehát kb. 4,2 V-tal növekszik a kimeneti feszültség. Így az 5 V-os feszültség szabályozó IC-vel ugyancsak 9 V körüli szabályozott kimeneti feszültséghez jutunk. E megoldással olyan stabilizált feszültség is előállítható, melyhez az ipar nem készíti fix feszültségértékű stabilizátor IC-t. A lehetséges alkatrészbeültetési rajzot a 8. ábrán adtuk meg. TO-39 tokozású feszültség szabályozó IC-nél a hűtés mértékének fokozására egy egyszerű hűtőcsillogatot célszerű a tokra rátolni.

### Változtatható kimeneti feszültségű stabilizált hálózati tápegység

A 9. ábra kapcsolásának alkatrészadataival min. 1,25 V és max. 15 V kimeneti feszültség és max. 1 A terhelőáram leadására képes tápegység készíthető az erre a kapcsolási megoldásra készített LM317 típusú feszültség stabilizátor IC-vel:

$$U_{ki} = 1,25 \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

A tápegységkapcsolást a 3. ábrán látható univerzális panelra építhetjük meg. A beültetési rajz a 10. ábrán látható. A legfontosabb, hogy a feszültség



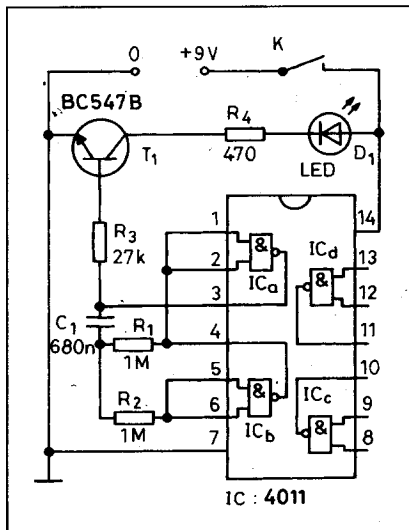
11. ábra. „Lépcsős” kimeneti feszültség előállítására alkalmas kapcsolás a 9. ábrán látható tápegységhez

# bevezető kapcsolások

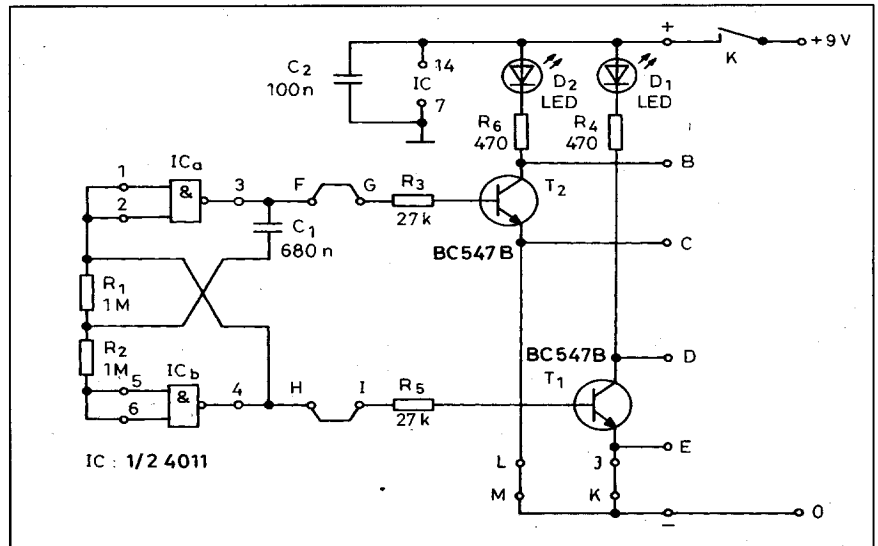
Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

Ez évi kapcsolástechnikai összeállításunkban is igyekeztünk sok ötletet, tanácsot és tippet adó áramköri megoldásokat ismertetni.

A könnyebb megépíthetőség céljából célul tűztük ki univerzális, (több áramköri kialakítás céljára alkalmas) nyomtatott áramköri lapok közzését. E módon lehetővé válik a „kezdők” számára is, hogy egyik vagy másik kapcsolást viszonylag rövid idő alatt, működőképes formában megvalósíthassák.



1. ábra. Astabil multivibrátoros egy LED-es villogó, ahol a LED 0,5 s-onként villan fel



2. ábra. Astabil multivibrátoros, két LED-es villogó, ahol a két LED egymást felváltva villan fel

## Egyszerű villogók

Az 1. ábrán 4011 típusú IC-vel megvalósított egy LED-es villogó kapcsolást láthatunk. Az ilyen villogó kapcsolást különböző célokra használhatjuk, pl. vizuális vészjelzésekhez, sötét helyen irányfényként, modellekhez stb. Az áramkörben a T<sub>1</sub> tranzisztor elektronikus kapcsolóként működik,

zárja az áramkört és a D<sub>1</sub> LED kigyullad, ha az IC 3. kivezetésén logikai 1 van jelen. Ha a K kapcsolót bekapcsoljuk a LED 1 s-os ritmusban (vagyis 1 Hz frekvenciával) villogni kezd.

Az IC<sub>a</sub> és IC<sub>b</sub> kapu villogtatja a LED-et. Az R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> és C<sub>1</sub> megadott értékei esetén az IC 3. kivezetésén 0,5 s-ig logikai 1, majd a másik 0,5 s-ig logikai 0 van jelen.

ségszabályozó IC erre a célra készült típus legyen (pl. LM317K stb.). A kiválasztott IC TO-202 vagy TO-220 tokozású is lehet! Megfelelő hűtés esetén a TO-202 tokozású IC-ből 0,5 A, a TO-220 tokozásúból max. 1 A terhelőáram vehető ki. A kapcsolás kimenetét a 9. és 10. ábrán láthatóan elláttuk feszültség- és árammérővel. A 10. ábra kapcsolásába LM317K típusú változtatható kimeneti feszültségű stabilizátor IC-t ültettünk be a nyáklapra. A TO-3 tokozású IC legnagyobb terhel-

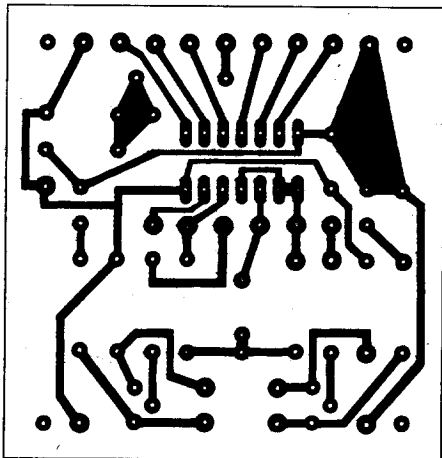
hetősége megfelelő nagyságú hűtőbor-da alkalmazásával max. 1,5 A.

## Meghatározott kimeneti feszültségű tápegység

A 11. ábra részkapcsolásában a 9. ábra kapcsolásával ellentétben az R<sub>2</sub> potenciométer helyett egy többállású kapcsoló (K<sub>n</sub>) és négy különböző ellenállásérték (R<sub>2a</sub>...R<sub>2d</sub>) végzi a kimeneti feszültség értékének a beállítását. Így négy meghatározott kimeneti feszültségérték (5 V, 9 V, 12 V és 15 V) között egy-egy mozdulattal kapcsolhatunk át, ezért a feszültségmérő szükségtelenülé válik. A számított ellenállásértékeket két-két szabványos ellenállás soros kapcsolásából alakíthatjuk ki:

ségérték (5 V, 9 V, 12 V és 15 V) között egy-egy mozdulattal kapcsolhatunk át, ezért a feszültségmérő szükségtelenülé válik. A számított ellenállásértékeket két-két szabványos ellenállás soros kapcsolásából alakíthatjuk ki:

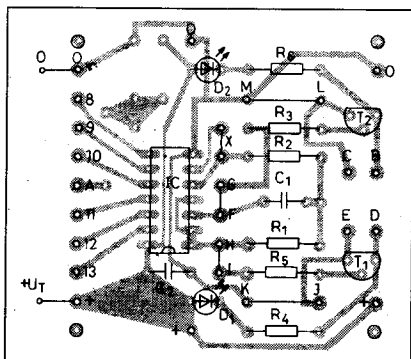
Jel	Névl. érték	Összeállítható
R <sub>2a</sub>	1420 Ω	1200 Ω + 220 Ω
R <sub>2b</sub>	2915 Ω	2700 Ω + 220 Ω
R <sub>2c</sub>	4045 Ω	3900 Ω + 150 Ω
R <sub>2d</sub>	5172 Ω	4900 Ω + 270 Ω



3. ábra. Univerzális nyomtatott áramköri rajz az 1. és 2. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)

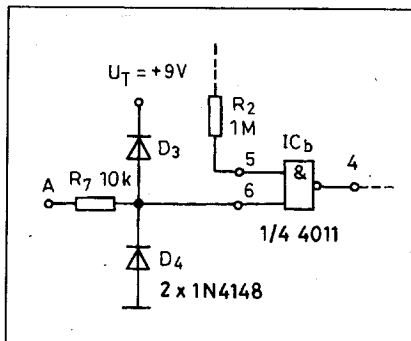
### Villogó két LED-del

A 2. ábrán látható két LED-es villogó lelke az IC<sub>a</sub> és IC<sub>b</sub> kapu. Mindkettőre egy-egy tranzisztoron át meghajtott LED csatlakozik. A kapcsolási rajzon szereplő bontható kötések az áram-



4. ábra. Alkatrész-beültetési rajz az 1. és 2. ábrán látható kapcsoláshoz

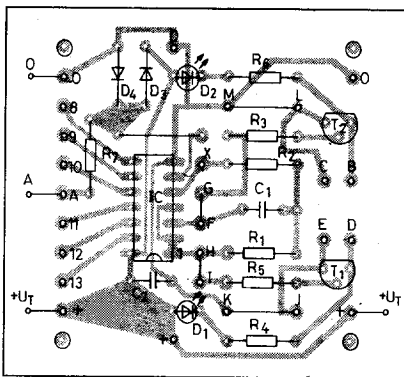
kört univerzálisan felhasználhatóvá tesszik. A világítódiodák egymást felváltva villannak fel. Az IC tápfeszültségét



5. ábra. Villogóvezérlő-védőáramkör az 1. és 2. ábrán látható kapcsoláshoz

a rajzon is feltüntetett (lásd 1. és 2. ábra.) 14. és 7. kivezetések bekötése biztosítja. A C<sub>2</sub> kondenzátor a tápfeszültségben esetlegesen jelentkező zavaró jeleket tartja távol. E kapcsolásban a világítódiodák 1 s-os ritmusban felváltva világítanak a tápfeszültség rákapcsolásakor.

A mindkét kapcsoláshoz (1. és 2. ábra.) használható univerzális nyákterv és beültetési rajz a 3., ill. 4. ábrán látható. A nyáklap is olyan univerzális, mint maga a kapcsolás. A csatlakozási és a forrasztási pontok megjelölése is megegyezik. Beültetéskor az áthidalásokra feltétlenül ügyeljünk. A két vilá-

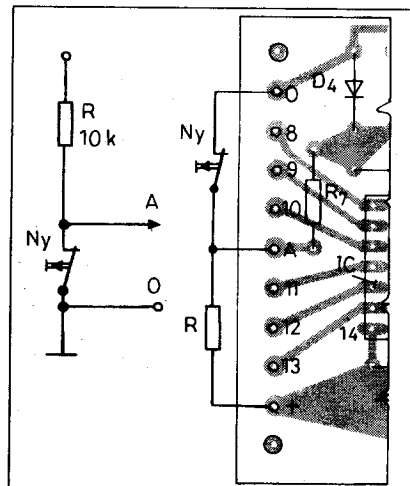


6. ábra. Beültetési rajz az 1., ill. 2. és az 5. ábra áramköreinek egy panelon való elhelyezéséhez

gítódiodát közvetlenül a nyáklapra forrasztottuk. Egy háromeres vezetékkel természetesen, a nekünk szükséges helyre is elhelyezhetjük azokat. Egyéb-ként tetszés szerint csak az egyik, vagy mindkét LED-es fokozattal is megépíthető az áramkör.

### Villogóvezérlő áramkörök

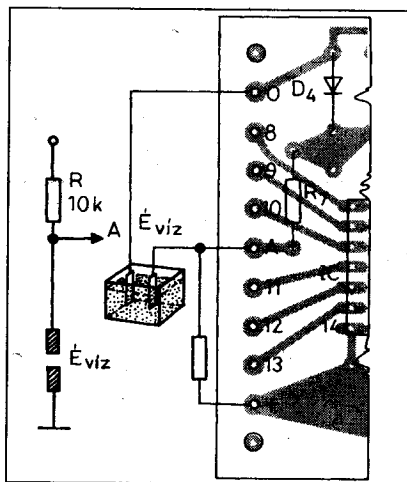
Az előző kapcsolásoknál (1. és 2. ábra.) az eredetileg folyamatos villogást ki- és bekapcsolhatóvá tehetjük. Mint láttuk, a 2. ábra kapcsolására adott tápfeszültség megjelenésével a világítódiodák azonnal villogni kezdenek. Az 5. ábrán egy egyszerű villogó-vezérlő áramkört tüntettünk fel. Ez lényegében egy védőáramkör. A D<sub>3</sub> és D<sub>4</sub> és R<sub>7</sub> alkatrészek megvédik az IC<sub>b</sub> kaput a zavaró és túl nagy feszültségek ellen. Az R<sub>7</sub> a túl nagy áramerősséget akadályozza meg, a két dióda pedig a zavaró feszültségeket szűri ki. Ha pl. a bemeneti feszültség nagyobb, mint a tápfeszültség, a D<sub>3</sub> kinyit. Az IC 6. lábán ezért a bemeneti feszültség sohasem lépheti túl a tápfeszültség és a D<sub>3</sub> nyitófeszültségének összegét. Hason-



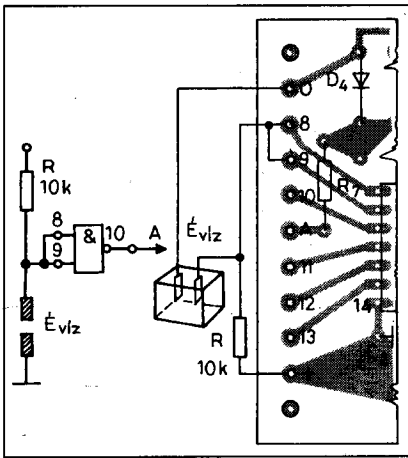
7. ábra. Az ajtónyitás-jelző (ajtóőr) riasztó jeladójának (Ny nyomógombjának) csatlakoztatása a 6. ábrán látható panelhoz

lón működik a D<sub>4</sub> dióda, ez a negatív feszültségeket tartja távol az IC 6-os lábáról. Így az IC meghibásodása gyakorlatilag kizárt.

A 4. ábrán megadott nyomtatott áramköri lapra az 5. ábra áramköre is beültethető, ezért csak a megváltozott beültetési rajzot adjuk meg a 6. ábrán. A 4. ábrán látható X átkötést el kell távolítani (lásd 6. ábra.) és a D<sub>3</sub> és D<sub>4</sub> diódát, valamint az R<sub>7</sub>-et a rajzon látható helyre kell beforrasztani. Most az A pontra kell a bekapcsoló impulzust adni. Ha az A pontot a tápfeszültségponthoz érintjük, a két világítódioda a megszokott ritmusban villogni kezd. Az A pont testpontra kötésével a D<sub>1</sub>



8. ábra. A folyadékfogyást jelző érzékelő csatlakoztatása a 6. ábrán látható panelhoz



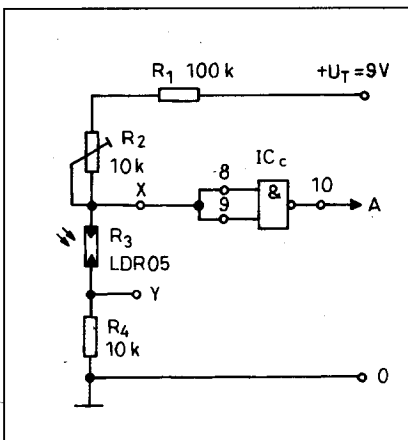
9. ábra. Megemelkedett folyadékszin-  
tet érzékelő áramköri kialakítás csatlá-  
koztatása a 6. ábrán látható panelhez

világítódioda folyamatosan világít, a D<sub>2</sub> pedig sötét marad.

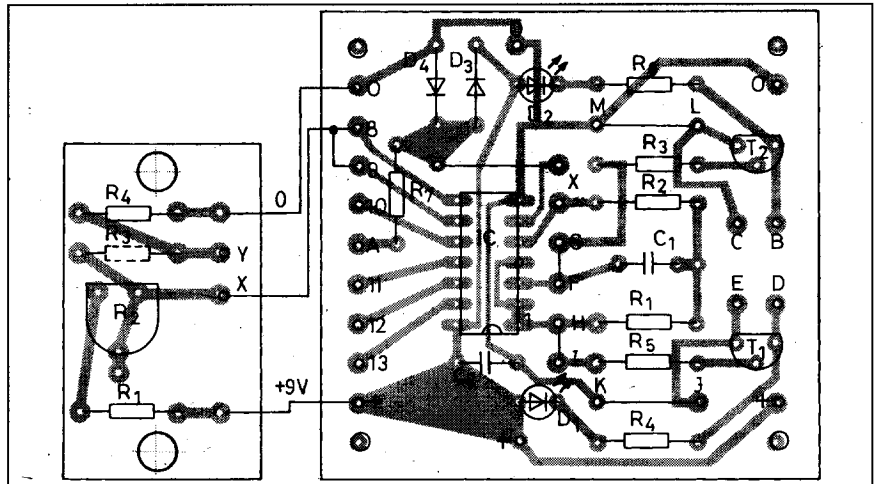
### Villogós jelzőkapcsolások

A villogós jelzőáramkörök alkal-  
masak pl. ajtónyitásjelzőnek (riasztó-  
jeladó), vízszintjelzőnek, vízfogyást  
jelzőnek, pirkadat-, ill. alkonyat- stb.  
jelzőnek.

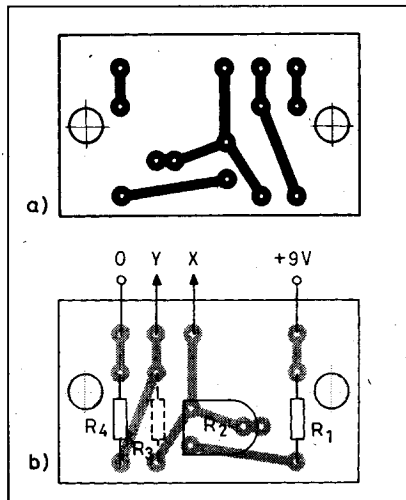
A 7. ábrán ajtónyitásjelző Ny nyom-  
ógombjának csatlakozási pontjai lát-  
hatók a 6. ábrán megadott panelhez.  
Aki a kapcsolást valóban ajtó vagy va-  
lami hasonló dolog őreként kívánja  
használni, azt kell biztosítsa, hogy az  
ajtó vagy az őrzendő valami nyugalmi  
helyzetében, azaz, ha minden rendben  
van, a nyomógomb érintkezői zártak  
legyenek. Ekkor a bemenet logikai 0  
állapotú, vagyis a kijelzés állandó. A  
D<sub>2</sub> sötét, a D<sub>1</sub> folyamatosan világít a 2.  
ábra kapcsolásában.



10. ábra. A fényérzékelő jeladó elvi  
kapcsolási rajza



12. ábra. A fényérzékelő jeladó- és a villogós jelzőkapcsolás paneljeinek összekö-  
tése



11. ábra. A 10. ábra szerinti fényérzé-  
kelő jeladó nyomtatott áramköri és al-  
katrész-beültetési rajza (M 1:1). A  
szaggatottan rajzolt R<sub>3</sub> a fényel-  
lenállás

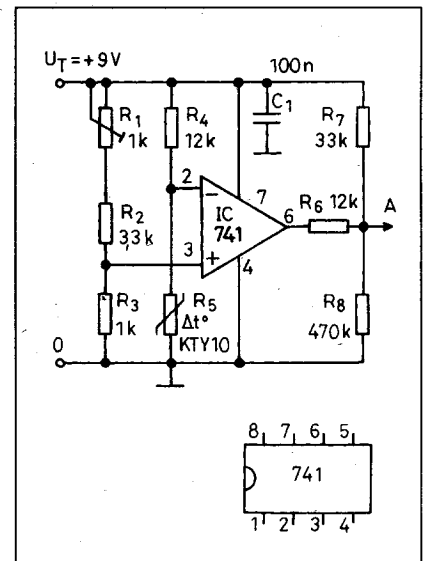
Az Ny nyomógomb bontásával az A  
bemenet logikai 1 lesz és a világító  
diódák villogni kezdenek. Ajtó őrzés-  
hez, becsukott ajtónál a nyomógomb  
érintkezőinek zártak kell lenniük.

Vízszintjelző, ill. vízfogyást jelző  
áramkör kialakításánál a nyomógomb  
helyére (lásd 8. ábra) két vezető anyá-  
gú lemez (szenzor) kerül. A tulajdon-  
képpen szintérzékelő két fémlemez-  
ből áll. A 8. ábra áramköre a folyadékszin-  
tet (pl. víz) meglétét figyeli. Ha az bizo-  
nyos mértékkel süllyed, s a lemezek  
majdnem teljesen „szárazra” kerülnek,  
a villogó beindul.

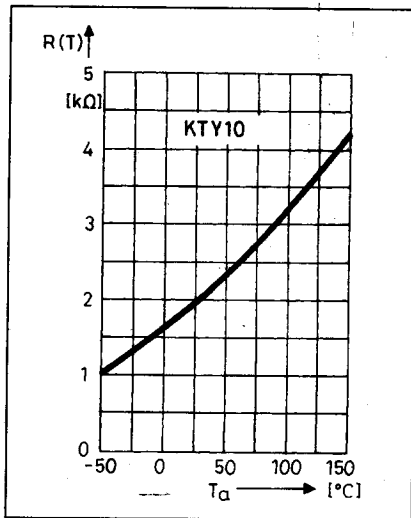
Az is feladat lehet azonban, hogy a  
folyadékszin- tet emelkedését kell figyel-  
ni. Ezért a villogó bemeneti jelét inver-

tálni kell. A 9. ábra kapcsolása az ér-  
zékelőlemezek jelének invertálását vég-  
zi, s így a folyadékszin- tetjelző most az  
emelkedő szintet jelzi ki. Ekkor a villo-  
gás azt jelzi: vigyázat, a folyadékszin-  
tet megemelkedett, és elérte a megenged-  
hető legmagasabb értéket.

A villogós jelzőkapcsolás alkal-  
massá tehető pl. hajnalhasadás, ill. al-  
konyatjelzőnek is. A 10. ábra jeladója  
a fényre reagál. Ez a fényellenállásnak  
köszönhető, mely érzékeli, hogy sötét  
vagy világos van-e, s ennek megfelelő-  
en változtatja ellenállását. A 10. ábra  
kapcsolásának nyáktervét és beültetési  
rajzát a 11. ábrán adtuk meg. Az R<sub>3</sub>  
fényellenállás közvetlenül a nyáklapra  
is forrasztható, de célszerűbb az arra



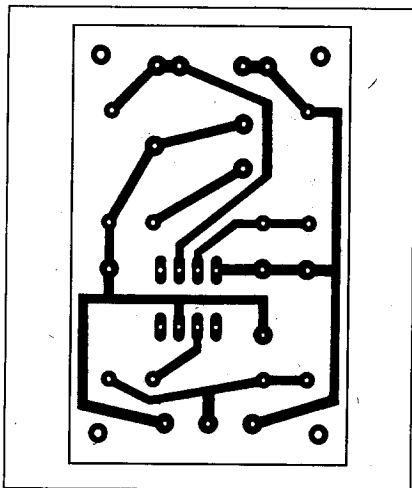
13. ábra. Hőmérsékletfigyelő kompa-  
rátor áramkör 15...30 °C hőmérséklet-  
tartományra



14. ábra. A KTY 10 típusjelű hőmérsékletérzékelő jelleggörbéje

legalkalmasabb helyen önállóan elhelyezni, s vezetékkel csatlakoztatni a 11. ábrán látható panelhoz.

A kapcsolatban az IC c kapuja működteti a villogót (lásd 12. és előbb az 1., ill.2. ábrát), ha az LDR05 fényellenállás elég fényt kap (mert a fényerő növekedésével ellenállásértéke csökken). A kapu használata nélkül pontosan fordított a helyzet; a LED-ek akkor kezdenek villogni, ha a fényellenállás egyre kevesebb fényt kap. A trimmerrel pontosan beállítható, hogy a villogó milyen megvilágítási körülmények esetén kapcsoljon be vagy ki. Teljes sötétségben egy LDR ellenállása néhány MΩ. A fényerő növekedésével ez az érték csökken; nagyon erős megvi-

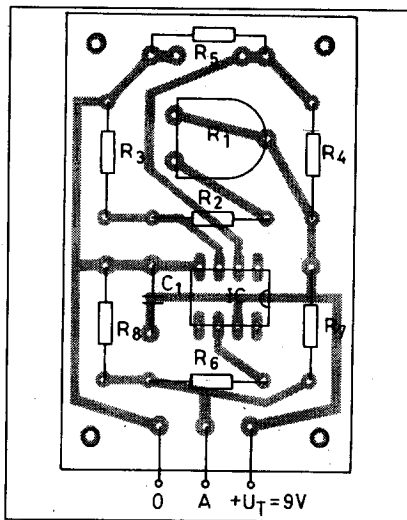


15. ábra. Nyomatott áramköri rajz a 13. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)

lágításnál már csak néhányszor 10 Ω nagyságú.

### Hőmérsékletfigyelő jelzőkapcsolás

A 13. ábrán látható hőmérsékletfigyelő áramkör 15 ... 30 °C tartományban működik. A figyelendő hőmérsékleti érték az R<sub>1</sub> trimmerrel állítható a kívánt értékre. Az áramkörben KTY 10 típusjelű hőmérsékletérzékelőt használunk (14. ábra). Emelkedő környezeti hőmérsékletnél annak ellenállása nő (PTC, ill. PTK ellenállás), vagyis e szenzoron átfolyó áram erőssége csökken. Megközelítőleg érvényes rá, hogy 25 °C hőmérsékletváltozásra az ellen-

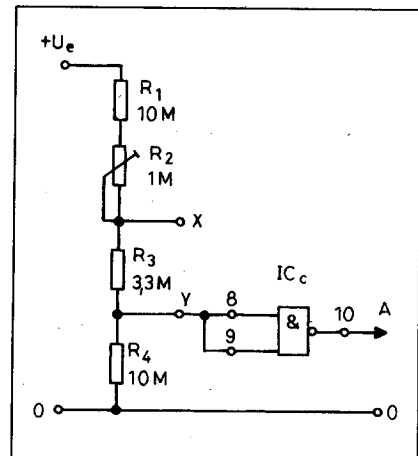


16. ábra. Alkatrész-beültetési rajz a 13. ábrán látható kapcsoláshoz

állása 500 Ω-mal változik. 0 °C-nál a névleges ellenállása kb. 1,7 kΩ.

A hőmérsékletváltozás okozta ellenállásváltozás eredményeként létrejövő feszültségváltozást felerősítjük. A 741 típusú műveleti erősítő a 2. és 3. bemenetén levő jeleket hasonlítja össze. Ha a 2. lábán levő feszültség csak néhány mV-tal is, de meghaladja a 3. lábán levő feszültséget, akkor az IC 6. lábán a kimeneti jel logikai 0. Amikor a feszültségviszonyok fordítottak, akkor a kimeneten logikai 1 feszültség szint van jelen. Az IC 6. kivezetésének 1 állapota esetén az R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> és R<sub>8</sub> ellenállások biztosítják, hogy a villogópanel (lásd 6. ábra) működésének elindításához szükséges jelszint fennálljon.

A 13. ábrán bemutatott hőmérsékletfigyelő komparátor áramkör nyák-

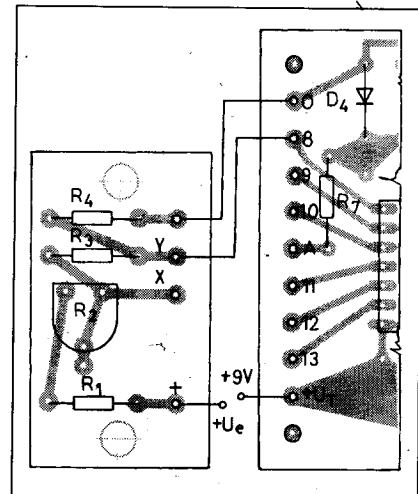


17. ábra. Feszültség szintfigyelő áramkör

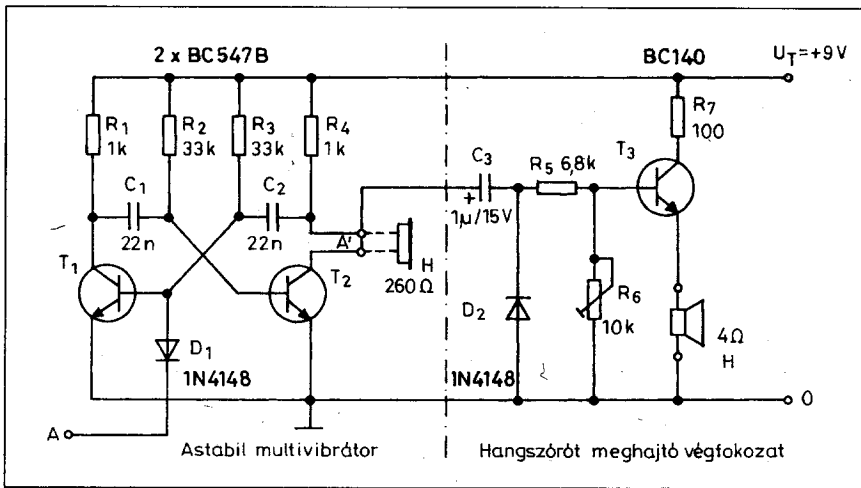
tervét, ill. beültetési rajzát a 15., ill. a 16. ábrán adtuk meg.

### Feszültség szint figyelő

A 17. ábrán látható feszültség szint figyelő feladata bekapcsolni pl. a villogót, ha a figyelt feszültség egy előírt érték alá csökken. Hasonló áramkörrel már találkoztunk a 10. ábrán, csak itt R<sub>3</sub> egy állandó értékű ellenállás a fényellenállás helyett. Az áramkör riasztási jeladóként is használható. A kapcsolás feszültségosztóként működik, s a feszültség 12 V alá csökkenésekor indítja pl. a villogót. A 12 V megléte esetén az IC c kapu bemenete logikai 1 állapotú, kimenete logikai 0 van. Az általa meghajtott villogó kapcsolás most alapállapotban van, csak a D<sub>2</sub> LED vi-



18. ábra. A feszültség szintfigyelő áramköri paneljának csatlakoztatása a villogóáramkör paneljához

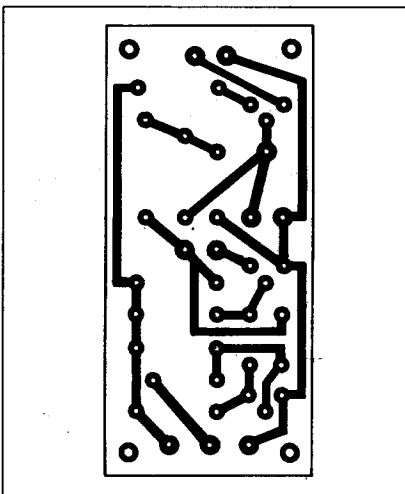


19. ábra. Astabil multivibrátoros akusztikus riasztó

lágít folyamatosan. Ha a feszültség ( $U_c$ ) kb. 1 V-tal csökken, akkor a feszültségosztás arányában csökken a logikai szint az IC<sub>c</sub> kapu bemenetén is. Ez a feszültségesés elég ahhoz, hogy a kapubemenet logikai szintje 1-ről 0-ra váltson. Így az IC<sub>c</sub> 10. kivezetésén logikai 1 jelenik meg, s ezért beindul a villogó kapcsolás is (lásd 18. és 6. ábra), vizuálisan jelezve a feszültségcsökkenést. A 18. ábra bal oldali paneljén látható, hogy csak a beültetési rajz változott meg a fényérzékelő paneljához képest. Itt az LDR helyére R<sub>3</sub> került, s az Y csatlakozási pontot kell az A bemenetre csatlakoztatni.

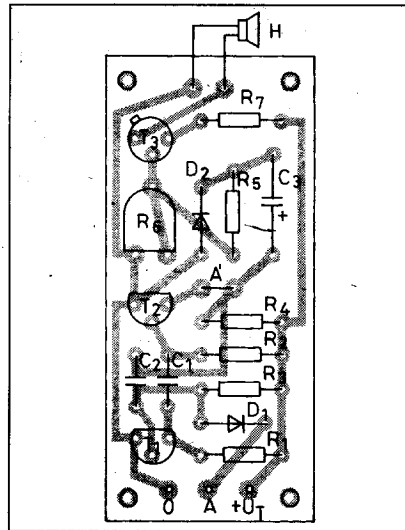
### Akusztikus riasztó

A 19. ábrán egy astabil multivibrátoros akusztikus riasztóáramkört látha-



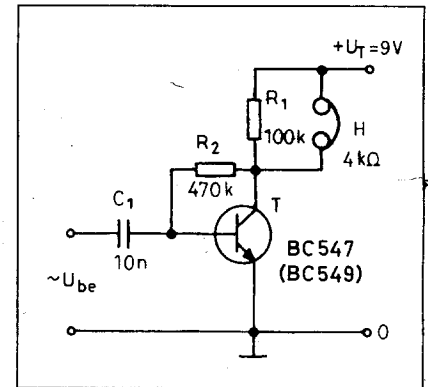
20. ábra. Nyomatott áramkört rajz a 19. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)

tunk. A 19. ábra eredményvonallal elválasztott bal oldali részén 1 kHz frekvenciájú jelet előállító astabil multivibrátor-kapcsolás látható, mely csak akkor indul be, ha az A ponton logikai 1 állapot van, vagy ha az a „levegőben” van. Hangkeltőként 260 Ω-os telefonhallgató-betéteket használhatunk (gyen-



21. ábra. Alkatrész-beültetési rajz a 19. ábrán látható kapcsoláshoz

ge hangerő!). A hangerő növelésére, vagyis (4...8 Ω-os) hangszóró működésére „hangszórót meghajtó végfokozat”-ot szükséges építeni (lásd a 19. ábra eredményvonallal rajzolt jobb oldali áramkörti részt). Itt az 1 kHz-es hangfrekvenciás vezérlőjelet a T<sub>2</sub> kollektoráról vesszük le a „hangszórót meghajtó végfokozat” részére. A jel a C<sub>3</sub> kondenzátoron keresztül jut a vég-



22. ábra. Egyszerű hangfrekvenciás erősítő

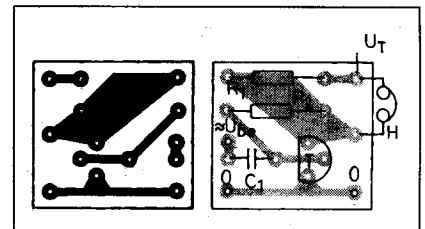
fok-tranzisztor bázisára. A jel nagyságának – s ezzel a hangerőnek – a beállítására az R<sub>6</sub> trimmerpotenciométer szolgál. E fokozat csak a pozitív jelet erősíti, a negatív jelet a D<sub>2</sub> dióda lesöntöli, így nagyobb hangerőt kapunk.

A 20. ábrán látható nyomtatott áramkört lapon mindkét kapcsolási változat (a dinamikus hallgatóbetétes, ill. a hangszórót meghajtó végfokozatos) egyaránt megépíthető. Az első esetben az Á áthidalás helyére kell bekötni a dinamikus hallgatóbetétet (lásd 21. ábra). Hangszórós üzemhez az Á áthidaló vezetékét be kell forrasztani, s a hangszórót a H csatlakozási pontokra kell kötni. Az akusztikus riasztónak „lógó” A bemenettel is azonnal működésbe kell lépnie. A letestelt bemenet a rezgés leállítását eredményezi.

### Egyszerű hangfrekvenciás erősítők

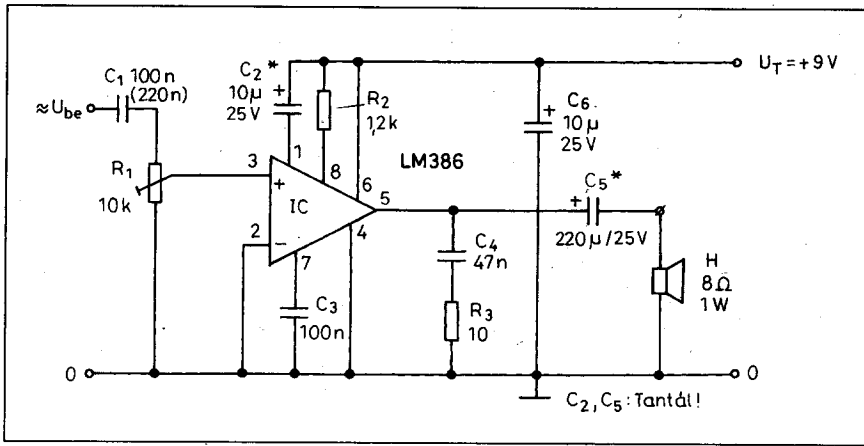
A 22. ábrán egy igen egyszerű áramkört felépítésű HF erősítő elvi kapcsolási rajzát láthatjuk. Az áramkör a csekély jelfeszültséget néhányszorosára képes növelni. Igen alkalmas pl. fülhallgató-erősítőnek stb.

A kapcsolás nyáklaptervét és beültetési rajzát a 23. ábrán tüntettük fel.

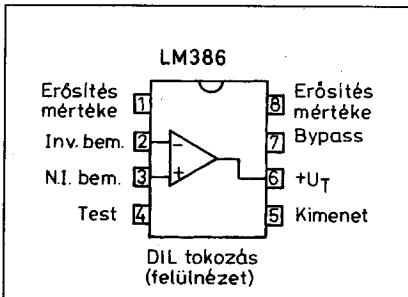


23. ábra. Nyomatott áramkörti- és alkatrészbeültetési rajz a 22. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)





24. ábra. LM 386 IC-vel megépített sokoldalú HF végerősítő

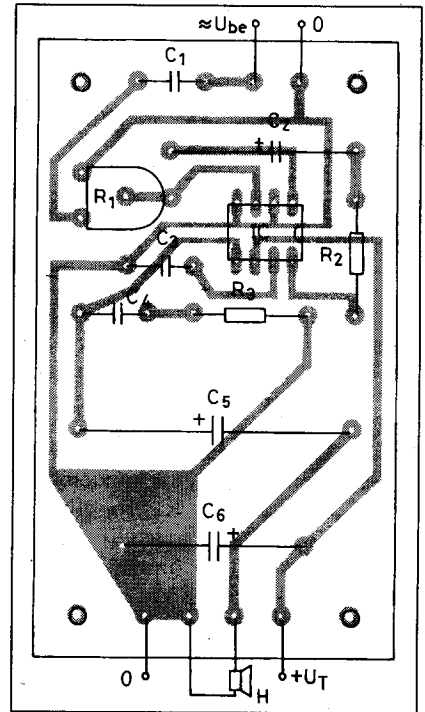


25. ábra. Az LM 386 típusjelű IC bekötési rajza

A 24. ábrán hangszóró meghajtására alkalmas egyszerű, de igen sokoldalú HF végerősítő elvi kapcsolási rajzát adjuk meg. Az egyetlen IC-vel (25. áb-

ra), s az adott alkatrészértékekkel megépített kapcsolás mintegy 0,7 W kimeneti teljesítmény leadására képes, s a hangfrekvenciás jeleket 20...200-szorosára növeli.

Az áramkörben a HF jel a  $C_1$ - $R_1$  alkatrészekon át az IC 3. lábára kerül. Az erősítést döntően az  $R_2/C_2$  alkatrészértékek határozzák meg. A kapcsolási rajzon megadott értékekkel ez kb. 50-szeres. E két kivezetést (1. és 8.) a „levegőben lógva hagyva” 20-szoros-, s csak a  $C_2$  kondenzátort bekötve 200-szoros erősítést kapnánk. A  $C_4$  és  $R_3$ , valamint a  $C_2/C_6$  tantálcikk az áramkör megfelelő stabilitásáról gondoskodnak. A  $C_5$  kondenzátor a hangszórót védi meg az egyenfeszültségtől.

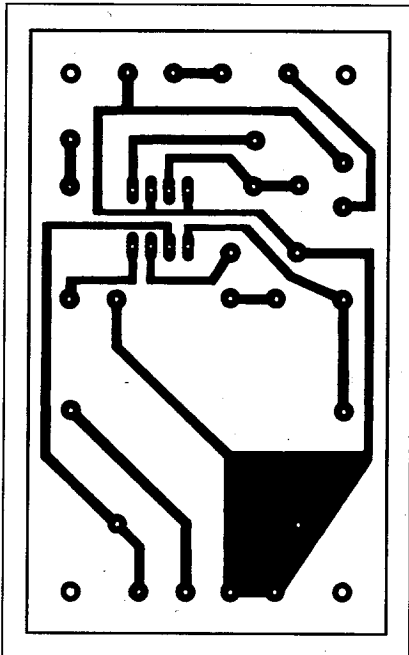


27. ábra. Beültetési rajz a 24. ábrán látható kapcsoláshoz

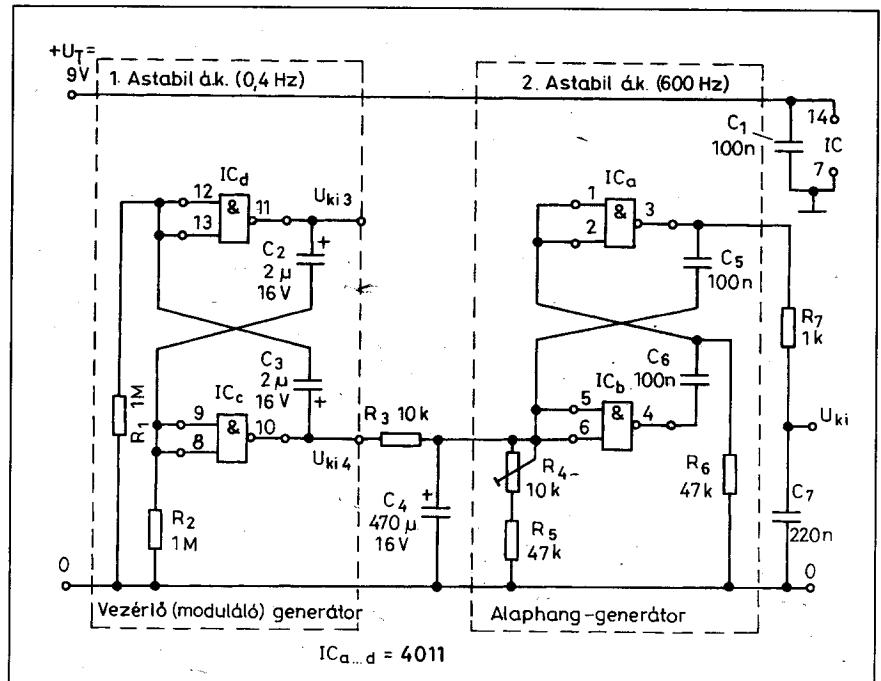
A kapcsolás nyáklaptervét- és beültetési rajzát a 26., ill. a 27. ábrán tüntettük fel.

### Sziréna

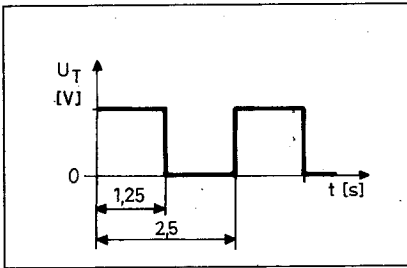
A 28. ábrán látható CMOS sziréna-kapcsolásban két astabil multivibrátor



26. ábra. Nyáklapterv a 24. ábrán látható kapcsoláshoz (M 1:1)



28. ábra. 4011 típusú IC-vel felépített sziréna-kapcsolás



29. ábra. Az 1. astabil multivibrátor vezérlő (moduláló) generátorának a kimenetén, az IC 10. lábán megjelenő 0,4 Hz-es négyszögjel

működik. A sziréna alaphangját az IC<sub>a</sub>/IC<sub>b</sub> kapukkal, C<sub>5</sub>/C<sub>6</sub> kondenzátorokkal, valamint az R<sub>4</sub>...R<sub>6</sub> ellenállásokkal megépített második astabil multivibrátor állítja elő (alaphang-generátor). Frekvenciája kb. 600 Hz, ha az R<sub>4</sub> beállító (trimmer) potenciométer kb. középállásban van.

A másik, vagyis az első astabil multivibrátor (a vezérlő, ill. moduláló generátor) kb. 0,4 Hz frekvencián üzemel. A 2,5 s-os periódusidő egyik felében logikai 1, a másikban 0 állapotú a kimenet. Ezért tehát az IC<sub>c</sub> kapu 10. lábán 1,25 s ideig logikai 1, illetve 1,25 s ideig logikai 0 van (29. ábra). Ez a jel az R<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> integráló tagon (lásd 28. és 30. ábra) át jut a sziréna alaphangját adó astabil multivibrátorra.

A 30. ábra szerint, amíg az IC<sub>c</sub> kapu 10. lába logikai 1 kimenetű, addig a C<sub>4</sub>

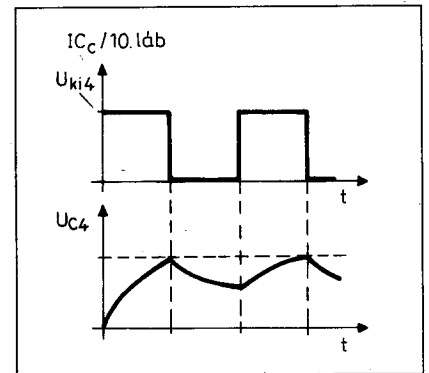
töltődik az R<sub>3</sub>-on át. Az IC<sub>c</sub> kapu állapotváltását követően a C<sub>4</sub> elkezd kisülni az R<sub>4</sub> és R<sub>5</sub>-ön keresztül. A C<sub>4</sub>-en tehát egy a 30. ábrán látható (alsó ábra) feszültséglefutás alakul ki. Ezért a második astabil multivibrátor frekvenciája hullámzik az R<sub>4</sub> állásától függően néhány száz Hz-cel. E módon jön létre a tipikus, fel-le hullámzó magasságú szirénahang.

Az U<sub>ki</sub> kimeneti ponton végül egy HF erősítő kivezérléséhez már elég nagy kimeneti jel jelenik meg.

A 28. ábra kapcsolásának „univerzális” nyáklapterve (lásd később) és beültetési rajza a 31. és a 32. ábrán látható. Ez a nyáklapterv nemcsak a 28. ábra kapcsolásának nyomtatott áramkörti lapra való megépítésére alkalmas, hanem minden egyéb multivibrátor-kapcsoláshoz, legyen az astabil, monostabil, vagy bistabil multivibrátor. A 28. ábra sziréna-kapcsolásánál az alkatrészecskék beültetésekor az „univerzális”, vagyis a sokoldalú alkalmazhatóság miatt hat áthidaló huzal beforgasztása válik szükségessé.

A 28. ábra kapcsolásánál az U<sub>ki</sub> ponton van jelen a szirénahang jellegű hangfrekvencia. Ezt erősíti fel a hangfrekvenciás erősítő (lásd 24. ábra kapcsolását).

A 32. és a 27. ábrán látható panelokat kell összehuzalozni és tápfeszültséggel ellátni, hogy a sziréna végre hangosan felsüvítson.

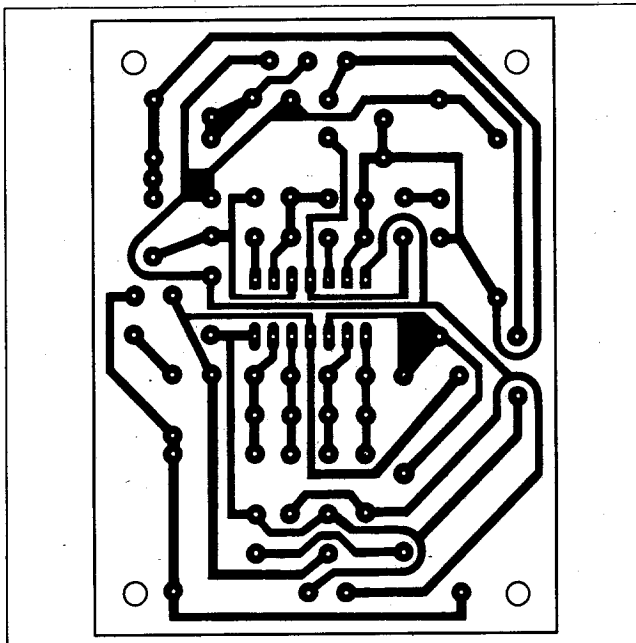


30. ábra. Négyszögjel lefutású feszültség impulzus-sorozattal (felső függvényábrán) töltve a C<sub>4</sub> kondenzátort, a pólusain megjelenő feszültséget ábrázoltuk az alsó függvényábrán

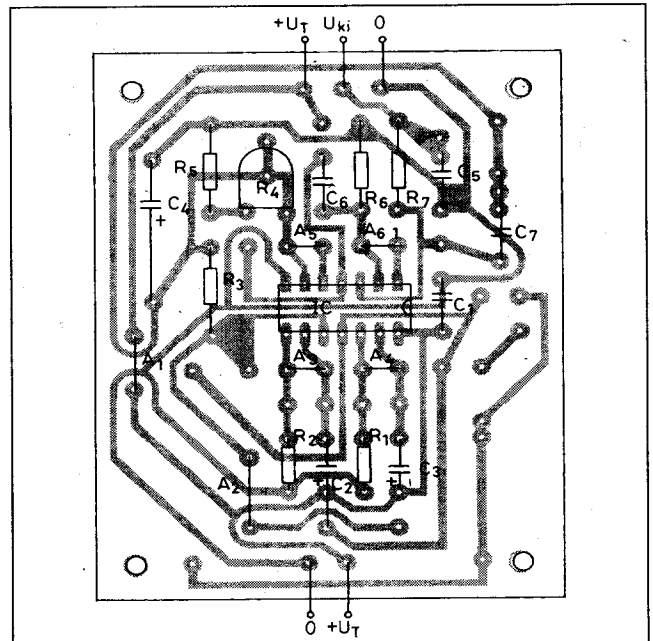
### Monostabil multivibrátoros időkapcsoló

Egy tipikus monoflop kapcsolás látható a 33. ábrán. Nyugalmi állapotban az U<sub>ki3</sub> kimenet logikai 0, U<sub>ki4</sub> pedig 1. Az Ny nyomógomb rövid időtartamra való megnyomásakor a kimenetek (U<sub>ki3</sub> és U<sub>ki4</sub>) ellenkező állapotot vesznek fel.

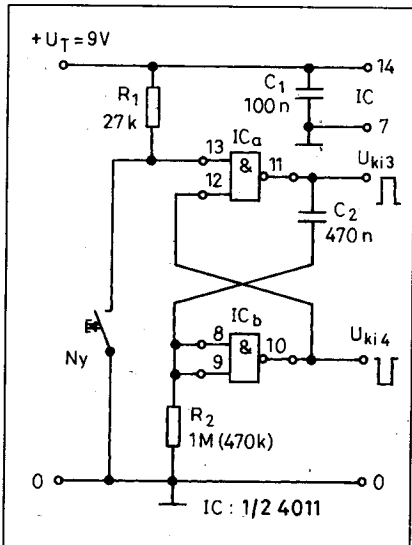
A késleltetési időtartam (R<sub>2</sub>C<sub>2</sub>) letelte után a monoflop visszabillen, a kimeneti viszonyok visszaállnak az eredetire és úgy is maradnak mindaddig, míg egy új indító impulzus nem jut az IC<sub>a</sub> kapu 13. lábára.



31. ábra. A 28. ábra kapcsolásának nyáklapterve (M 1:1)



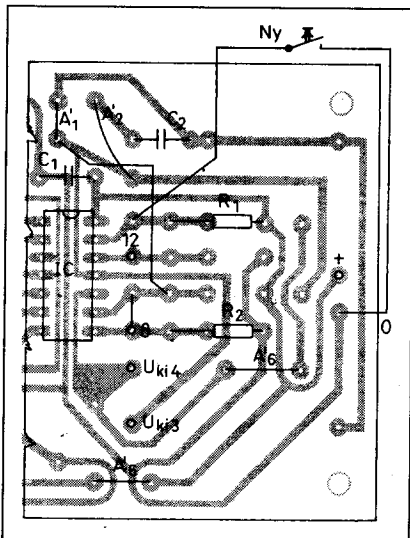
32. ábra. Beültetési rajz a 28. ábra kapcsolásához



33. ábra. 4011 típusú IC-vel felépített monostabil multivibrátor, melynek egy stabil és egy instabil (késleltetett) állapota van

A 33. ábrán látható monoflop kapcsolás beültetési rajza a 34. ábrán látható. A  $C_2R_2$  megadott értékeivel a monoflop billenési időtartama 0,33 s.

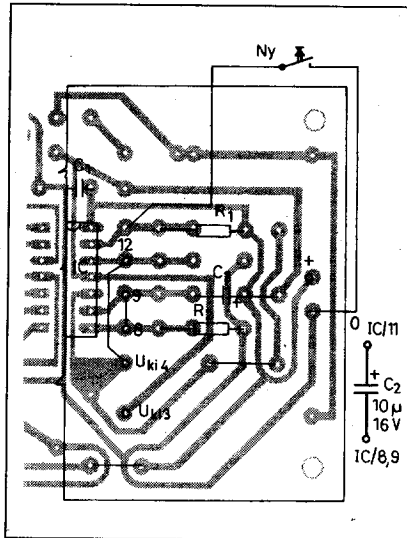
Legyen  $C_2 = 10 \mu\text{F}$ . A beültetési rajzot a 35. ábrán adtuk meg. A 34. ábra panelján ekkor a  $C_2$  kondenzátorcserét kell végrehajtani, valamint az  $A_1$  és  $A_2$  áthidalást el kell távolítani, így jutunk el a 35. ábrán látható beültetési rajzhoz. A késleltetési idő:  $t = 0,7 R_2 C_2 = 0,7 \cdot 1 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 7 \text{ s}$ .



34. ábra. A 31. ábrán látható „univerzális” panelra beültetett monostabil kapcsolás (33. ábra). Késleltetési időtartam: 0,33 s

Mint látható nyáklapunk valóban univerzális.

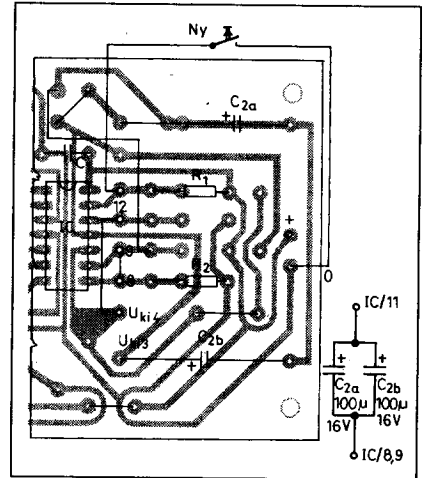
A következő azonos áramkörü monostabil multivibrátorunk két nagy méretű párhuzamosan kapcsolt kondenzátort használ időtagként:  $C_{2a} + C_{2b} = 100 \mu\text{F} + 100 \mu\text{F}$  és  $R_2 = 470 \text{ k}\Omega$ . A két kondenzátort a 36. ábrán látható módon forraszthatjuk az „univerzális” nyáklapra. A késleltetési időtartam:  $t = 0,7 R_2 C_2 = 0,7 \cdot 470 \cdot 10^3 \cdot 200 \cdot 10^{-6} = 65,8 \text{ s}$ .



35. ábra. Beültetési rajz 7 s késleltetési időtartam előállításához  $C_2 = 10 \mu\text{F}$ -os kondenzátorral

A következőkben az áramkörben a két  $100 \mu\text{F}$ -os kondenzátort sorosan kapcsoltuk, melynek beültetési rajzát a 37. ábrán tüntettük fel.

A sziréna időkapcsolójának (38. ábra) megépítéséhez a 4011 IC  $IC_c$  és  $IC_d$  kapuit használjuk fel (39. ábra). A monoflop  $R_4$  beállító potenciométerével a késleltetési időtartam 30..60 s közé állítható be. A szirénának csak akkor szabad működésbe lépnie, ha a 38. ábra monoflopa azt az adott késleltetési időtartamig engedélyezi. Ehhez csak egyetlen NAND kapu kell, ami a három áramkört a 40. ábra tömbvázlata alapján összeköti. Az időkapcsolóhoz már két kaput felhasználtunk, az egységek összekapcsolásához a még szabad  $IC_b$  kaput használjuk fel, a 41. ábra szerinti beültetési rajzon látható módon. A monoflopot triggerelve az  $U_{ki}$  ponton annak késleltetési időtartamára logikai 1 lép fel (lásd még 39. ábra). A HF végerősítő bemenetén így csak akkor van szirénajel, ha e monoflop 1 állapotú.



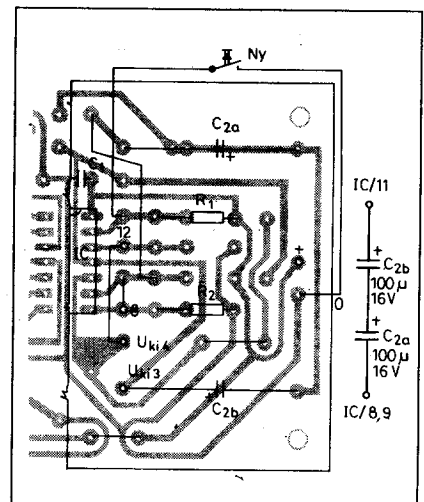
36. ábra. Beültetési rajz 66 s késleltetési időtartam eléréséhez két párhuzamosan kapcsolt  $100 \mu\text{F}$ -os kondenzátorral

Ha a szirénának csak akkor kell szólania, amikor a monoflop nyugalmi állapotban van, akkor az időkapcsoló (38. és 41. ábra.)  $U_{ki2}$  kimenetét kell összekötni az  $IC_b$  kapu 8. lábával.

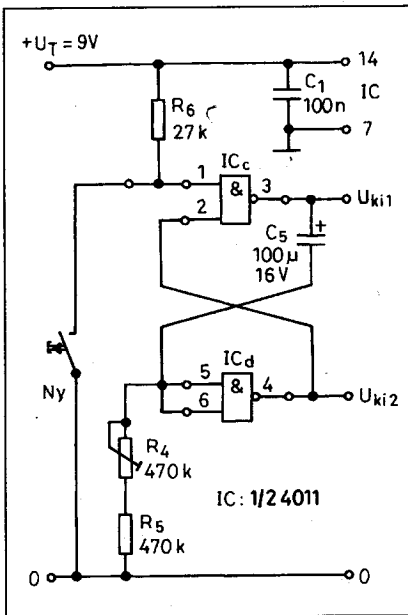
A három áramkör (a 28. ábra szerinti sziréna, a 24. ábra szerinti HF erősítő és a 38. ábra szerinti időkapcsoló) a 40. ábra tömbvázlata alapján egy kis fantáziával igen sokféle célra használható fel.

## Bistabil multivibrátor 4011-gyel

A 42. ábrán tipikus flip-flop kapcsolás látható. A  $K$  kapcsoló berajzolt állásában az  $U_{ki3}$  kimenet logikai 1 áll-

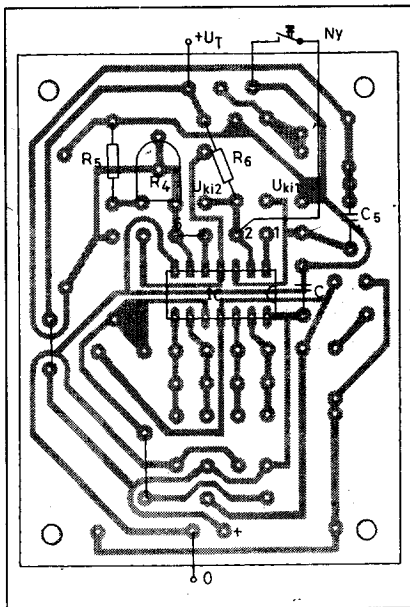


37. ábra. A monoflop áramkörü kialakításhoz két sorosan kapcsolt  $100 \mu\text{F}$ -os kondenzátor beültetése az univerzális panelra

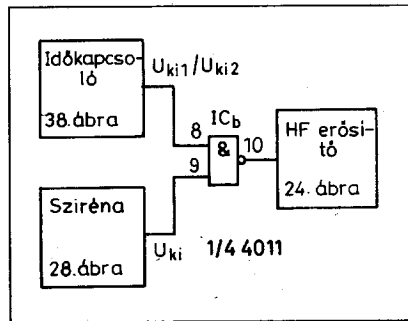


38. ábra. Ez a monostabil áramkör a szirénát meghatározott időtartamra bekapcsolja, majd automatikusan kikapcsolja (időkapcsoló).  $R_4 = 470\text{ k}\Omega$ .

lapotú. Ez a logikai 1 van jelen az IC<sub>b</sub> kapu 9. lábán is. E kapu 8. lábára is logikai 1 jut az R<sub>2</sub> ellenálláson keresztül. Így az U<sub>ki4</sub> kimenet (IC<sub>b</sub> 10. kivezetése) csak logikai 0 lehet. Ez a 10. láb az IC<sub>a</sub> 12. lábával nyert összekötést, tehát ott is logikai 0 van. Mivel a kapcsolásban nincs időtag, a leírt állapot stabil. A K kapcsoló átváltásakor az



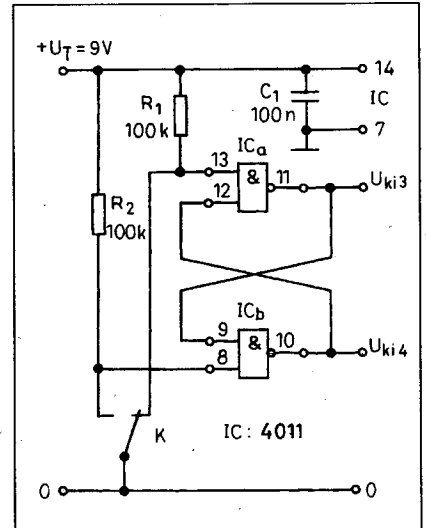
39. ábra. Az univerzális panelon elfér az időkapcsoló is (a 38. ábra kapcsolása)



40. ábra. A teljes időkapcsolt sziréna tömbvázlata

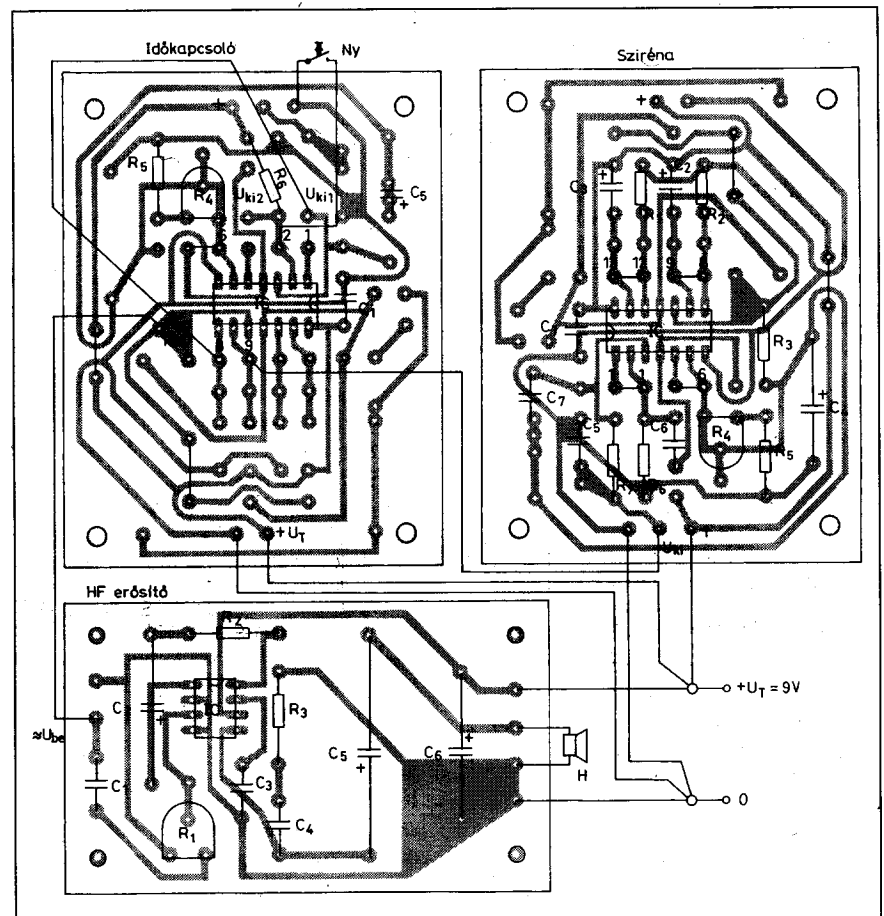
U<sub>ki3</sub> és U<sub>ki4</sub> kimenetek logikai állapota felcserélődik. Impulzus-sorozat esetén egy flip-flop csak az első impulzusra reagál, az impulzus időtartama is érdektelen. Hibás impulzusok (pl. pergés, prellezés mechanikus érintkezőknél), zavarjelek, nemkívánatos „elkészt” jelek a flip flop áramkörrel tökéletesen eltüntethetők.

A kapcsolás beültetési rajzát a 43. ábrán adtuk meg.

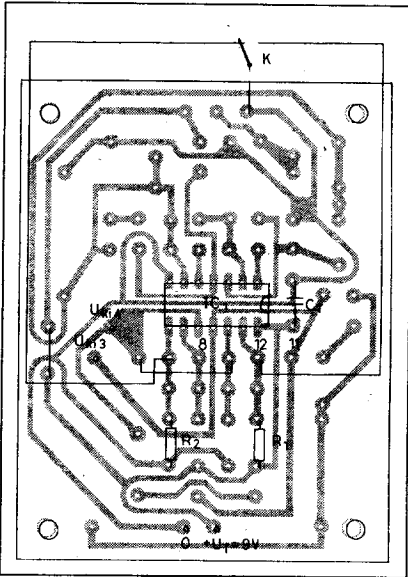


42. ábra. Egyszerű bistabil multivibrátor 4011 típusú IC-vel

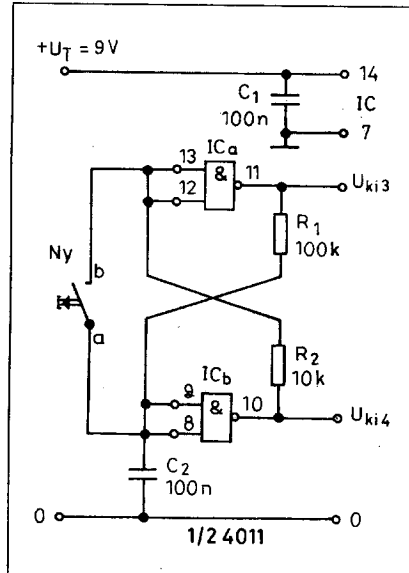
A 44. ábrán egy további bistabil áramkört adunk meg. Tétélezzük fel a következő kiindulási helyzetet: U<sub>ki3</sub> állapota logikai 1, U<sub>ki4</sub> pedig logikai 0.



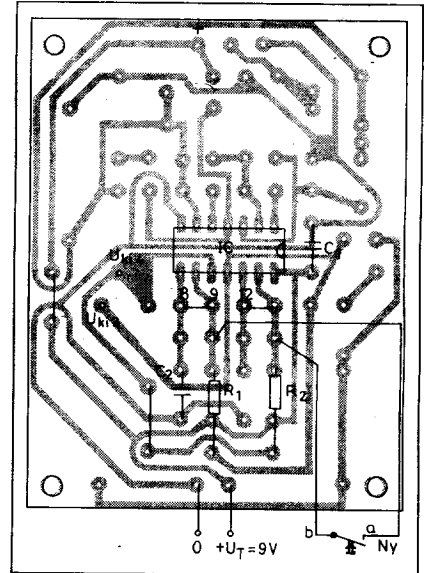
41. ábra. A sziréna (28. ábra), az időkapcsoló (38. és 39. ábra) és a HF végerősítő panel (24. és 27. ábra) egy rendszerben (Nem méretarányos rajz)



43. ábra. A 42. ábrán látható flip-flop kapcsolás univerzális panelra történő beültetési rajza



44. ábra. Bistabil multivibrátor 4011 típusjelű IC-vel



45. ábra. A 44. ábra áramkörének alkatrész-beültetési rajza az univerzális panelra

Ebből következően az  $IC_b$  kapu bemenetén logikai 1,  $IC_a$  bemenetén pedig logikai 0 van. Tehát a  $C_2$  kondenzátor is „kénytelen” feltöltődni (vagyis logikai 1 állapotot vesz fel). Az állapot stabil, semmi sem változik az idővel.

Amint azonban újra aktiváljuk az  $Ny$  nyomógombot, az  $IC_a$  kapu bemenetére átkerül a logikai 1 állapot. A  $C_2$  kisül, a flip-flop átbillen, s úgy marad.  $U_{ki3}$  logikai 0 és  $U_{ki4}$  logikai 1 állapotú. Látható, hogy az áramkör a bemenetére

egymás után érkező impulzusokat felváltva „osztja el” a két kimenet között.

Végezetül a 44. ábra kapcsolásának az univerzális panelra történő beültetési rajzát a 45. ábrán adjuk meg.



(Folytatás a 209. oldalról)

#### Irodalom:

- [1] D. B. Leeson: A Simple Model of Feedback Oscillator Noise Spectrum. Proceedings of the IEEE, 1966. pp 329-330.
- [2] C. Moore, B Kopp: Phase and Amplitude Noise Due To Analog Control Components. Microwave Journal, Dec. 1998. pp 64-72.
- [3] MINI CIRCUITS: Designer's Considerations for VCOs Used in Phase Locked Loops. Microwave Product Digest Feb. 1999.
- [4] Dipl. Phys. Ing. B. Neubig (DK1AG): Design of Crystal Oscillator Circuits. KVG (Spec. Issue of VHF Communications 3/79, 4/79).
- [5] C. L. Everett: Phase Noise Contamination to Doppler Spectra. Microwave Journal Sept. 1996.
- [6] N. J. Foot (WA9HUV): Low-noise phase-locked UHF VCO. Part 1: the noise problem. Ham Radio July 1986.
- [7] B. G. Goldberg: The Evolution and Maturity of Fractional-N PLL Synthesis. Microwave Journal Sept. 1996.
- [8] U. L. Rohde (KA2WEU) Synergy Microwave Corporation: A High-Performance Fractional-N Synthesizer. QEX July/Aug 1998.
- [9] GEC PLESSEY Semiconductors: AN-156-2. Intermodulation, Phase Noise and Dynamic Range. Sept. 1993.
- [10] Hewlett Packard: Simulating Noise in Nonlinear Circuits Using the HP Microwave and RF Design Systems. PN 85150-4. 5091-9582E 12/1993.
- [11] ANSOFT Corporation: Serenade Design Suite, Examples Volume. Microwave Harmonica, Elements Library
- [12] Claus Neie (DL7QY): Seitenbandrauschen bei Amateurfunkstationen. Teil II. DUBUS Magazin 3/87.
- [13] Hewlett Packard: Test & Measurement Catalog 1998. pp 49, 331.
- [14] Hewlett Packard: HP 4352S VCO/PLL Signal Test System 5965-5420E 1996.
- [15] RDL Inc: A Low Noise X-band Phase Noise Analyzer. Microwave Journal March 1997.
- [16] Hewlett Packard: Spectrum Analysis. Application Note 150, 5952-1292 Nov. 1989.
- [17] Hewlett Packard: Effective Spectrum Analysis. Application Note 1301, 5966-0367E 1997.
- [18] Hewlett Packard: Spectrum Analyzer and Noise. Application Note 1303, 5966-4008E 1998.
- [19] Hewlett Packard: HP 8590E-Series Portable Spectrum Analyzers 5963-6908E 1996.
- [20] Hewlett Packard: HP CaLan 8591 C Cable TV Analyzer 5964-0244E 1996.
- [21] Hewlett Packard: HP ESA L1500A Spectrum Analyzer Programmer's E4411-90003
- [22] Hewlett Packard: HP ESA L1500A Spectrum Analyzer User's and Calibration Guide E4411-90044 1998.
- [23] Hewlett Packard: HP 82335, 82340 & 82341 HP-IB Installation Guide for HP I/O Libraries E2094-90012
- [24] Hewlett Packard: HP E-4444A Bench-Link Spectrum Analyzer Getting Started Guide E-4444-90001
- [25] Nagy Gyula (HA8ET): Olcsó, nagy stabilitású oszcillátor 432 MHz-re és 1296 MHz-re. Rádiótechnika Évkönyve 1997., 201. oldal

## Sok kis kapcsolás

Hobby Elektronika című folyóiratunk 1990. júniusi, első számától igen nagy népszerűségnek örvend az abban rendszeresen jelentkező „skk – sok kis kapcsolás” rovat. Napjainkban ezen régebbi számok gyakorlatilag beszerezhetetlenek és a közismert mottó – Egy újszülöttnek minden vicc új! – elektronikabeli variánsa is igaz.

Évkönyvünkben most továbbfolytatjuk a hat éve nyitott rovatot: a régebbi Hobby Elektronika évfolyamok skk-tallózását.

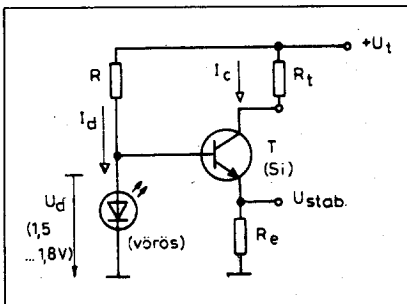
### LED-del stabilizált áramgenerátor

Az 1. ábra kapcsolásban T tranzisztor az  $R_e$  emitterellenállással olyan áramgenerátort képez, amely a kollektorkörüli  $R_t$  terhelőellenálláson átfolyó áramot stabilizálja. Ahhoz, hogy  $I_c$  konstans legyen az szükséges, hogy a T bázisfeszültsége a  $+U_t$  változásait ne kövesse.

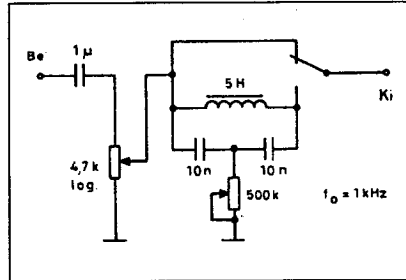
A bázis előfeszítésének szokásos Si-diódás, illetve kisfeszültségű zeneres módszere helyett most egy LED-et alkalmazunk, mert ennek  $I_d/U_d$  karakterisztikája lényegesen kedvezőbb az előbbieknél (jóval kisebb a dinamikus ellenállása). Az áramgenerátor  $I_c$  árama a következő összefüggésből számítható:

$$I_c = \frac{U_d - U_{eb}}{R_e}$$

ahol  $U_d$  a LED típusától (színétől),  $U_{eb}$  a tranzisztor típusától függő feszültség (utóbbi a szokásos Si-tranzisztoroknál 0,6...0,75 V közötti érték).



1. ábra



2. ábra

Az  $R_t$  maximális értéke:

$$R_{tmax} = \frac{U_t - U_d + U_{eb}}{I_c}$$

A tranzisztor emitteréről viszonylag stabil feszültség vehető le, melynek nagysága:  $U_{stab} = U_d - U_{eb}$ . A kapcsolás földelt terheléshez is megépíthető. Természetesen ilyenkor T pnp struktúrájú legyen, a LED polaritását pedig meg kell fordítani. R értéket úgy kell meghatározni, hogy a LED-en 10...20 mA áram folyjon.

### Lyukszűrő torzításméréshez

Körülbelül 1% feletti harmonikus-torzítás elfogadható pontosságú méréséhez használhatjuk a 2. ábrán bemutatott hangfrekvenciás lyukszűrőt.

A mérendő jelet az áramkör bemenetére vezetjük, majd a kapcsoló felső állásában feljegyezzük a kimenetre csatlakozó csővoltmérőn (nagy bemenőellenállású elektronikus feszültségmérőn) mutatott szintet. A kapcsolót az alsó állásába átváltva a mérendő jel alapharmonikusát kiszűrjük; a frekvencia és az 500 kΩ-os potenciométer felváltott finomszabályozásával a műszeren minimumot állítunk be. Ha ekkor a feszültség az előző kapcsolóállásban mért érték kb. század része csökken, akkor a mérendő szinuszejel torzítása durván számolva 1%. Azért nem pontosan 1%, mivel a lyukszűrő jósága véges, s így a kapcsoló alsó állásában is a kimenetre kerül az alapharmonikus teljesítményének egy kis része, valamint a műszer sem az ismert gyökös-négyzetes képlet szerint összegezi a felharmonikusok teljesítményét.

A kapcsolás elemértékei 1 kHz-es mérőfrekvenciára vonatkoznak. A tekercs elkészítésénél törekedünk a minél nagyobb jósági tényező ( $L/R_{veszt.}$ ) elérésére (nagy permeabilitású vas-mág, tehát kis menetszám, a lehető legnagyobb átmérőjű huzalból).

### Túlfeszültségvédő

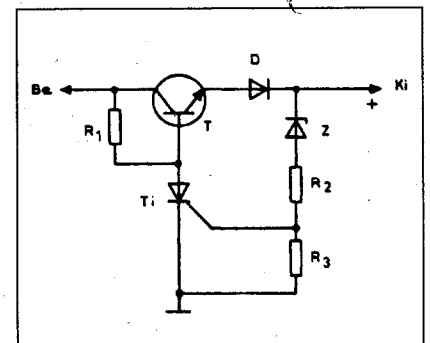
Viszonylag kis áramfelvételű, de a tápfeszültség megnövekedésére érzékeny fogyasztók (elektronikus áramkörök) védelmére szolgál a 3. ábra (német szabadalommal védett) kapcsolása.

A bemenetre a tápfeszültség, a kimenetre pedig a táplált fogyasztó csatlakozik. Ha a tápfeszültséget diszkrét elemekből felépített stabilizátorból nyerjük, akkor célszerű, ha annak visszacsatoló jelét a védőkapcsolásunk kimenetéről, tehát a fogyasztó kapcsairól vesszük le, így nem romlanak lényegesen a stabilitási jellemzők.

Alaphelyzetben a tranzisztor nyit, mivel az  $R_1$  útján bázisáramot kap. A Zener-diódát úgy választjuk meg, hogy a névleges feszültsége egy kissé nagyobb legyen, mint a kimenet névleges feszültsége. A kimeneti feszültség megnövekedésekor Z nyit, az eddig zárt tirisztor begyűjt és „kisöntöli” a tranzisztor bázisáramát. A tranzisztor lezár, így a kimeneti feszültség lekapcsolódik.

A kapcsolás a táplálás pillanatnyi megszüntetésével állítható vissza alaphelyzetbe, amikor is a tirisztor lezár (feltéve persze, hogy már nincs túlfeszültség).

A D dióda a tranzisztor EB átmene-tének záróirányú letörés elleni védelmét szolgálja, mivel a kimenetre akkumulátor vagy kondenzátor is csatlakozhat. Alaphelyzetben a kapcsoláson kb. 1,2...1,5 V feszültség esik.



3. ábra

# A RÁDIÓTECHNIKA Software Service ajánlata!

## IBM PC XT/AT-n futó programok:



### PCBCGA V 2.0 nyak-TERVEZO PROGRAM

EPSON mátrix, HP DeskJet 500, HP LaserJet III, IVL printereken 1:1, 2:1 arányú nyomtatással. Normál és felületszerelt, kis-, illetve nagyfrekvenciás panelek tervezhetők a segítségével. Ebben a kategóriában valószínűleg a világon a legolcsóbb! A program menüvezérelt (56 menüpont), egérrel vagy billentyűzetrel. A lemezen megtalálható a NETConv V 1.1 konvertáló program is, amely az ORCAD NETLIST állományából a PCBCGA számára olvasható

alkatrész- és kötéslistát készít. Ebből a PCBCGA nyomtatott áramkört tervez. A programhoz a lemezen részletes, kinyomtatható magyar nyelvű használati útmutató található, amelynek kivonatos printelt változatát a lemezhez mellékeljük. Upgrade V 1.3-ról V 2.0-ra 2500 Ft, lemezcserevel. A program angol nyelvű!

Fogyasztói ára: 7500 Ft (1 db lemezen, tömörítve).



### EXOR V 1.0 digitalisáramkör-szimulátor program

Az áramkört a szimulátor kapcsolási rajz szerkesztőjével rajzolhatjuk meg. Kipróbált kapcsolásokat könnyen beülthetünk újakba. A rajz Epson mátrix nyomtatón kirajzolható. Az interaktív szimuláció megjeleníti a logikai jelek időbeli lefolyását és kijelzi a zárlatokat, valamint az összetett logikai elemek hazárdjait. A program egyedülálló módon a felhasználó által is továbbfejleszhető, módosítható. Ezt a programhoz mellékel, szabadon felhasznál-

ható 32-bites objektum orientált programfejlesztő környezet biztosítja. A szimulátor használatát kinyomtatható magyar nyelvű dokumentáció és angol nyelvű On Screen Help segíti. A használati utasítás kivonatos nyomtatott változatát is mellékeljük. Legalább 386-os processzort, 4 MB RAM-ot, VGA kártyát, egeret és DOS 4.0-t vagy újabbat igényel.

Fogyasztói ára: 7500 Ft (1 db lemezen).

ÚJ!

### RTC ELEKTRONIKAI MÉRTEZO PROGRAMCSOMAG

Különböző rádiótechnikai/elektrotechnikai számításokra készített, táblázatkezelő keretei között megvalósított matematikai modellek gyűjteménye, egyszerű ábrákkal illusztrálva. 48 elektronikai jellegű számítási probléma oldható meg a segítségével, ez a felhasználó által is

bővíthető. Tartalmaz gazdasági számításokat és információs fájlokat is. Részletes ismertetése a Rádiótechnika 1992/11. számában található meg.

Fogyasztói ára: 1200 Ft (1 db lemezen, tömörítve, öninstalláló).



ÚJ!

### KANYI V 2.00 kapcsolási rajz nyilvántartó program és adatbázis

Nagy és folyamatosan bővülő adatbázissal rendelkező, a korábbi verziókhoz képest lényegesen átdolgozott, alaposan kibővített nyilvántartó program. A kapcsolási rajzokat ugyan nem, de azok jellemzőit, fontos elemeit tárolja. A Rádiótechnika, a Rádiótechnika Évkönyve, a Hobby Elektronika idáig megjelent számain, kiadásain

kívül 200-nál több szakkönyv adatait vittük be az adatbázisba. Intelligens - akár többszintű - keresés logikai függvény alapján! Saját, tetszőleges (műszaki) tárgyú adatbázisok is létrehozhatók! Rövid ismertetése a Rádiótechnika 1998/6. számában megtalálható.

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

### EX LIBRIS KÖNYVTARI NYILVANTARTÓ RENDSZER

Maximum 32 768 kötetes házi, üzemi, tanszéki stb. nemhivatalos könyvtárak számára. Igen egyszerűen kezelhető, nagyon rugalmas programrendszer. Hardver-igénye: min. 386-os alaplap VESA-kompatibilis kártyával. Rövid leírása a Rádiótechnika 1996/5. számában

jelent meg. Kezelését bármikor lehívható On Screen Help segíti, bár részletes használati útmutató is tartozik hozzá ASCII-szövegfájlban, kinyomtatható formában. Speciális opciója a naplózás.

Fogyasztói ára: 1800 Ft (1 db lemezen).



### TTL, CMOS, MEMORIA, OPA, TRANZISZTOR, DIÓDA katalógusprogramok

Egyszerűen kezelhető programok, jelentős adatbázissal. A TTL- és CMOS katalógusok egyenként mintegy 400, a MEMORIA katalógus kb. 200 IC, az OPA (műveleti erősítő) katalógus több, mint 4000 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 800 Ft (1-1 db lemezen). Kivételesen az OPA, amit 1200 Ft-ért forgalmazunk.

### RT-BANKAR programcsalád

6+2 magas színvonalú, könnyen kezelhető programcsomagból álló programcsalád, cégek, kisvállalkozások könyvelésének megkönnyítésére. A pénztárkönyvet, naplófőkönyvet, főkönyvet, számlát készítő, raktárkészlet- és egyéb nyilvántartást vezető, a

Számviteli Törvénynek tökéletesen eleget tévő programokat egy- és többfelhasználós változatban is kínáljuk. Rövid ismertetésük a Rádiótechnika 1993/6., illetve 1993/11. számában olvasható.

A programok fogyasztói ára: 3000-12000 Ft (1-1 db lemezen).



### ASSEMBLY I PROGRAM

IBM PC-s tanfolyamunkhoz (RT 1993/3-tól). Fogyasztói ára: 3500 Ft (1 db lemezen).

A programok 3,5"-os (külön kérésre 5,25"-os) lemezekre kaphatók és – az Ex Libris, a KANYI, ill. az EXOR kivételével – bármely IBM XT/AT vagy ezekkel kompatibilis gépen futnak, amely tetszőleges szabványú monitorral, merevlemez tárolóval és legalább 512 kB RAM-mal rendelkezik.

A programok a Rádiótechnika szerkesztőségében megvásárolhatók munkanapokon 9-14 óráig.

Címünk: 1138 Budapest, Dagály u. 11. I. em. 129. Telefon/fax: 239-4932, 239-4933.



Az elektronikai alkatrészek forrása az új évezredben –

# HQ & NEDIS KFT - AZ ÖN PARTNERE 2000-ben is !

Szórakoztató elektronikai készülékek elektronikus alkatrészei, távirányítók, valamint háztartási gépek alkatrészei és kiegészítői kaphatók nagy választékban reklamtól, akár az ország bármely pontjára történő postai útvételű szállítással is. Szaküzletünkben elektronikai szakértelemmel rendelkező eladók várják érdeklődő telefonos hívásait, illetve megrendeléseit. On-line megrendelési rendszerünk 24 óráig hozzáférést biztosít a klienseknek. Budapesti megrendelőinkről az előírt minimális rendelési érték felett a postai útvételű szállítást költségmentesen állvállaljuk. Regisztrált vásárlóink minden hónapban akciók listáját küldjük. Regisztrált partnereinket forgalmazott árkategóriájú ártáblázatokról tájékoztatjuk. A NEDIS-nél minden szükséges elektronikai alkatrész, szerszám és kiegészítő egy helyen megtalálható. Az üzlet könnyen megközelíthető, akár tömegközlekedéssel (METRO) is, az autósokat kénytelenesen jó parkolási lehetőséggel várjuk.

The image shows a CD-ROM with the text "ON-LINE NEDIS VERSION 3.0 1998.1". Below it, several overlapping computer windows from the NEDIS program are visible. One window titled "Keresés kulcsszóra" (Search by keyword) lists various electronic components like "VIZSZERELÉSI ANYAGOK", "WIMA KONDEZÁTOROK", and "ZENERDIODÁK". Another window shows search results for "Keresés: rendelési szám" (Search: order number) with a table of items. A third window displays a technical drawing of a component with dimensions. A fourth window shows a "Robbantott rajz" (Exploded view) of a device. A fifth window, titled "VARTA-LADER2", shows a shopping cart with items and prices.

A NEDIS kínálatát bemutató CD-ROM csomagolás vásztagélatlanon kapható. További tudnivalókat hívja munkatársainkat, vagy látogasson el a <http://www.hqnedis.hu> WEB címre, ahol a céggel kapcsolatos minden információ rendelkezésre áll. Ugyanitt számítógépes árjegyzékünk is található.

Budapest 1191 Corvin Krt 7-13 Tel : 282-9880,81,82,83 \* Fax : 282-9589  
 WEB : WWW.NEDIS.COM és WWW.HQNEDIS.HU Rendelés E-MAIL : nedis01@mail.datanet.hu

<http://www.hqnedis.hu> E-mail : [nedis01@mail.datanet.hu](mailto:nedis01@mail.datanet.hu)  
 Tel. : 282-9880 Fax : 282-9589